

# ESTRATIFICAÇÃO AMBIENTAL PARA AVALIAÇÃO E RECOMENDAÇÃO DE VARIEDADES DE MILHO NO ESTADO DE GOIÁS<sup>1</sup>

Cristiane Rachel de Paiva Felipe<sup>2</sup>, João Batista Duarte<sup>3</sup>, Luciene Frões Camarano<sup>4</sup>

## ABSTRACT

ENVIRONMENTAL STRATIFICATION FOR MAIZE VARIETIES EVALUATION AND RECOMMENDATION IN GOIÁS STATE, BRAZIL

The objective of this study was to identify environmental strata for maize varieties recommendation and key locations for this kind of trial in Goiás State, Brazil. Forty-seven trials from the maize varieties evaluation program, carried out at Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado de Goiás (Seagro-GO), over four growing seasons (2002/2003, 2003/2004, 2004/2005, and 2005/2006) were evaluated. The environmental stratification was performed by using the winner genotypes AMMI approach, which allows, due to the study of genotypes by environment interactions (GxE), the identification of the genotypes most adapted to each environment, as well as the constitution of similar environmental location groups. Two environmental strata showed stability throughout the evaluated growing seasons, mainly for the group formed by the locations of Ipameri, Inhumas and Senador Canêdo, stable along the four years, and the one composed by Porangatu and Orizona, stable throughout three growing years. From that, it is possible to reduce at least 16% of the currently used test locations and/or replace them by other locations, aiming to increase the efficiency of the varietal evaluation in that region. The ALBandeirante cultivar showed high yield potential and adaptability to the maize crop conditions in Goiás.

KEY-WORDS: AMMI analysis; winner genotypes; GxE interaction; adaptability; zoning.

## INTRODUÇÃO

Redes de avaliação de cultivares são partes imprescindíveis nos programas de melhoramento de plantas. Com sua realização, pode ser estudado o comportamento dos genótipos desenvolvidos em ampla faixa de condições ambientais, objetivando identificar os materiais genéticos mais promissores

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi identificar estratos ambientais para a recomendação de variedades de milho e locais-chave para a condução de ensaios deste tipo, em Goiás. Foram avaliados 47 ensaios, em quatro safras (2002/2003, 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006) do programa de avaliação de variedades de milho da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado de Goiás (Seagro-GO). A estratificação ambiental foi implementada por meio da abordagem AMMI de genótipos vencedores, que permite, pelo estudo da interação de genótipos com ambientes (GxA), tanto a identificação dos genótipos mais adaptados a cada ambiente quanto a formação de grupos de ambientes similares. Foram estabelecidos dois estratos ambientais, que se mostraram consistentes ao longo das safras agrícolas avaliadas, com destaque para os agrupamentos de Ipameri, Inhumas e Senador Canêdo, estáveis ao longo de quatro anos, e Porangatu e Orizona, estáveis por três anos. Com a estratificação obtida, é possível redução de, pelo menos, 16% dos locais de teste atualmente utilizados e/ou sua substituição por outros locais, buscando-se aumentar a eficiência da avaliação varietal na região. A variedade ALBandeirante apresentou alto potencial produtivo e grande adaptabilidade às condições de cultivo do milho em Goiás.

PALAVRAS-CHAVE: Análise AMMI; genótipos vencedores; interação GxA; adaptabilidade; zoneamento.

para as diversas condições avaliadas. Isto acontece graças à possibilidade de se analisar a interação dos genótipos com os ambientes (GxA) que, ao ser identificada, pode ser revertida em favor da maximização das produtividades da cultura.

Dessa forma, o melhoramento pode voltar-se para a exploração de genótipos de ampla adaptabilidade, oferecendo ao setor produtivo cultivares

1. Trabalho recebido em maio/2009 e aceito para publicação em jun./2010 (n° registro: PAT 6158/ DOI: 10.5216/pat.v40i2.6158).

2. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado de Goiás (Seagro-GO), Estação Experimental de Senador Canêdo, Senador Canêdo, GO, Brasil. E-mail: cristianerachel@yahoo.com.br.

3. Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Setor de Genética e Melhoramento de Plantas, Goiânia, GO, Brasil. E-mail: jbduarte@agro.ufg.br.

4. Centro Universitário de Goiás Uni-Anhanguera, Núcleo de Ciências Exatas e Biológicas, Goiânia, GO, Brasil. E-mail: lucienecamarano@yahoo.com.br.

que se sobressaiam em ampla faixa ambiental e/ou cultivares adaptadas a condições específicas, que podem ser adversas ou extremamente favoráveis. O Programa Milho, da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado de Goiás (Seagro-GO)/Agência Goiana de Desenvolvimento Rural e Fundiário (AgênciaRural - Goiás), tem avaliado cultivares comerciais e pré-comerciais, em parceria com empresas privadas e instituições de ensino e pesquisa de todo o Brasil. Sua rede de ensaios cobre, usualmente, uma faixa superior a dez ambientes por safra, buscando avaliar locais que sejam divergentes e tenham aptidão para a produção de milho.

A estratificação de uma região, ou seja, a sua subdivisão em zonas relativamente homogêneas (estratos), permite, além da identificação e recomendação de genótipos superiores em cada estrato, a eliminação de locais de teste redundantes, na rede de ensaios. Com efeito, o programa de melhoramento passa a ter uma melhor alocação de recursos materiais e técnicos e maior possibilidade de sucesso na identificação dos genótipos, pela utilização de locais mais divergentes. Com a economia de pontos de teste, o programa pode investir no aumento do número de genótipos a serem avaliados ou na inclusão de novos locais de teste, que possam trazer mais informações à avaliação da interação GxA.

Por mais que o conhecimento e a utilização de informações sobre fatores ambientais associados à produção vegetal sejam importantes, Gauch (1992) afirma que as avaliações de similaridade ambiental, com base nos efeitos da interação GxA, são mais confiáveis que aquelas baseadas apenas nestes fatores, sem considerar-se os seus impactos sobre a interação GxA. Entre os métodos utilizados para este fim, o uso da “abordagem dos genótipos vencedores”, associada à análise AMMI (*additive main effects and multiplicative interaction*), descrita por Gauch (1992) e Gauch & Zobel (1997), tem permitido a construção de estratos ambientais estáveis, ao longo dos anos, para diferentes culturas e regiões (Ebdon & Gauch 2002, Maranhã 2005, Pacheco et al. 2009).

Apesar de existirem outros métodos para este tipo de estudo, como, por exemplo, a técnica GGE biplot (*genotype main effects and genotype x environment interaction*), fortemente defendida em artigos recentes (Yan & Tinker 2005, Yan et al. 2007, Balestre et al. 2009), Gauch (2006) aponta a abordagem AMMI como ideal para esta finalidade, por separar os efeitos de genótipos, ambientes e interação

GxA, antes da aplicação da Decomposição de Valores Singulares (DVS), o que pode ser feito em qualquer conjunto de dados. Gauch et al. (2008) elucidam outras diferenças entre os dois procedimentos. O método GGE, por outro lado, separa o efeito do ambiente, antes da aplicação da DVS, e, só então, tenta separar o efeito de G e GxA, o que depende de propriedades especiais da base de dados, que, nem sempre, estão presentes. Ademais, Miranda et al. (2009) afirmam que, quando a interação GxA é bem capturada pelo primeiro componente principal AMMI, os gráficos resultantes desta abordagem descrevem as respostas adaptativas dos genótipos de forma mais simples e clara.

O objetivo deste trabalho foi realizar uma estratificação ambiental para recomendação de variedades de milho em Goiás, baseada na abordagem dos genótipos vencedores e associada à análise AMMI, buscando-se a indicação de zonas agrônomicas ou mega-ambientes estáveis, através dos anos agrícolas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) provenientes de 47 experimentos da rede de ensaios regionais de avaliação de variedades de milho, conduzidos pela Seagro-GO/AgênciaRural-Goiás, em parceria com a Fundação de Desenvolvimento e Assistência Técnica e Extensão Rural de Goiás (Fundater). Os ensaios foram conduzidos durante quatro safras de verão, 2002/2003, 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006 (Tabelas 1 e 2), totalizando 19 locais. Ao longo de todo o período, foram avaliados 41 genótipos, incluindo, principalmente, variedades de polinização aberta e alguns híbridos experimentais e comerciais (Tabela 3).

Nos experimentos, foi utilizado o delineamento em látice, com as seguintes variações: látice 5x3, com 15 tratamentos, em 2002/2003; látice 6x4, com 24 tratamentos, em 2003/2004; látice 7x4, com 28 tratamentos, em 2004/2005; e látice 6x3, com 18 tratamentos, em 2005/2006. Os tratamentos (variedades e híbridos) variaram de um ano para outro, como resultado da substituição natural de genótipos em programas de melhoramento genético de plantas. Cada parcela consistiu de duas linhas de plantas, com variações de um experimento para outro, de 4,0 m a 5,0 m de comprimento e espaçamentos de 0,4 m a 1,0 m nas entrelinhas. Por este motivo, os

Tabela 1. Localidades, suas coordenadas geográficas e datas de plantio dos ensaios de competição de variedades de milho da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado de Goiás, nas safras 2002/2003 e 2003/2004, em Goiás.

Localidade	Latitude Sul <sup>1</sup>	Longitude Oeste <sup>1</sup>	Altitude (m)	Safra 2002/2003	Data de Plantio	Safra 2003/2004	Data de Plantio
Campo Alegre	17°41'15"	47°48'55"	920	-	-	x	22/11/2003
Goianésia	15°18'45"	49°03'45"	670	x <sup>2</sup>	26/11/2002	x	12/11/2003
Goiatuba	18°03'45"	49°18'45"	580	x	07/12/2002	-	-
Inhumas	16°18'45"	49°26'15"	800	x	13/11/2002	x	10/11/2003
Ipameri	17°41'15"	48°11'15"	800	x	-	x	10/11/2003
Itaberaí	16°03'45"	49°48'45"	640	-	-	x	01/12/2003
Itumbiara	18°26'15"	49°11'15"	420	-	-	x	02/12/2003
Morrinhos	17°41'15"	49°03'45"	830	x	27/11/2002	x	05/11/2003
Orizona	17°03'45"	48°18'45"	910	-	-	x	31/10/2003
Palmeiras	16°48'45"	49°56'15"	560	x	08/11/2002	-	-
Porangatu	13°26'15"	49°11'15"	620	x	20/11/2002	x	18/11/2003
Rio Verde	17°48'45"	50° 56'15"	745	-	-	x	14/11/2003
Senador Canêdo	16°41'15"	49°03'45"	741	x	07/11/2002	x	04/11/2003
Senador Canêdo2	16°41'15"	49°03'45"	741	x	29/11/2002	-	-

<sup>1</sup> Coordenadas referentes aos pontos centrais das imagens (Miranda & Coutinho 2004).

<sup>2</sup> A letra "x" indica que o ensaio foi conduzido nos respectivos locais e safras.

Tabela 2. Localidades, suas coordenadas geográficas e datas de plantio dos ensaios de competição de variedades de milho da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado de Goiás, nas safras 2004/2005 e 2005/2006, em Goiás.

Localidade	Latitude Sul <sup>1</sup>	Longitude Oeste <sup>1</sup>	Altitude (m)	Safra 2004/2005	Data de Plantio	Safra 2005/2006	Data de Plantio
Bom Jesus	18°11'15"	49°41'15"	619	X	5/11/2004	-	-
Caiapônia	16°56'15"	51°48'45"	750	-	-	X	11/11/2005
Campo Alegre	17°41'15"	47°48'55"	950	X <sup>2</sup>	25/11/2004	X	05/11/2005
Goianésia	15°18'45"	49°03'45"	670	X	09/12/2004	X	25/11/2005
Goiatuba	18°03'45"	49°18'45"	600	X	20/11/2004	X	14/11/2005
Hidrolândia	16°56'15"	49°11'15"	775	-	-	X	10/11/2005
Inhumas	16°18'45"	49°26'15"	800	X	26/11/2004	X	08/11/2005
Ipameri	17°41'15"	48°11'15"	800	X	02/12/2004	X	25/11/2005
Itaberaí	16°03'45"	49°48'45"	640	X	10/11/2004	X	16/11/2005
Itumbiara	18°26'15"	49°11'15"	420	X	15/11/2004	-	-
Montes Claros	16°03'45"	51°26'15"	472	X	09/11/2004	-	-
Morrinhos	17°41'15"	49°03'45"	771	X	03/12/2004	-	-
Orizona	17°03'45"	48°18'45"	910	X	30/10/2004	X	04/11/2005
Palmeiras	16°48'45"	49°56'15"	560	X	29/10/2004	-	-
Porangatu	13°26'15"	49°11'15"	620	X	11/11/2004	X	28/12/2005
Rio Verde	17°48'45"	50° 56'15"	836	X	12/11/2004	X	25/11/2005
Senador Canêdo	16°41'15"	49°03'45"	741	X	04/11/2004	X	03/12/2005

<sup>1</sup> Coordenadas referentes aos pontos centrais das imagens (Miranda & Coutinho 2004).

<sup>2</sup> A letra "x" indica que o ensaio foi conduzido naqueles respectivos locais e safras.

Tabela 3. Genótipos testados nos ensaios da rede de avaliação de variedades de milho da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado de Goiás, empresa produtora e anos agrícolas em que foram avaliados.

Genótipo	Tipo <sup>1</sup>	Empresa Produtora	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	Genótipo	Tipo <sup>1</sup>	Empresa Produtora	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006
Airã	V	Cegran/IAC	x <sup>2</sup>				IAC8333	HV	IAC	x		x	
AL200205	V	Cati				x	Ipiranga	V	Cati		x	x	x
AL25	V	Cati	x	x	x		IPR114	V	Iapar	x	x		x
AL30	V	Cati	x	x	x		IPV7352	V	Iapar				x
AL34	V	Cati	x	x	x	x	Orion	HM	Phd Sementes				x
AlBandeirante	V	AgênciaRural	x	x	x	x	PC0201	V	Iapar				x
AlBianco	V	Cati		x	x	x	PC0202	V	Iapar				x
Alvorada	V	Cati		x	x	x	PC0203	V	Iapar				x
AREgo18	V	AgênciaRural	x				PC9703	V	Iapar	x		x	
AsPreto	V	Embrapa		x	x	x	PC9902	V	Iapar		x		
BR106	V	AgênciaRural		x	x	x	PC9903	V	Iapar		x		
BRS1010	HS	Embrapa		x			Piratininga	V	Cati		x	x	x
BRS2020	HD	Embrapa			x		Samambóleo	V	UFG	x			
BRS4150	V	Embrapa		x	x	x	Samambaia	V	UFG		x	x	x
BRS473	V	Embrapa	x	x	x	x	Saracura	V	Embrapa	x		x	
BRSCaimbé	V	Embrapa		x			SHS3030	V	S. Helena	x			
Cativerde1	V	Cati		x			SHS3031	V	S. Helena		x		
Cativerde2	V	Cati		x	x		Sol da manhã	V	Embrapa	x	x	x	x
Cerrado	V	Embrapa			x		UFVM100	V	UFV			x	x
Emca202	V	Emcapa	x	x	x		UFVM200	V	UFV			x	x
Emgopa501	V	AgênciaRural		x	x		-	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> V: variedade; HS: híbrido simples; HD: híbrido duplo; HM: híbrido duplo modificado; HV: híbrido intervarietal.

<sup>2</sup> A letra "x", nas colunas, indica a inclusão do genótipo na avaliação da respectiva safra.

dados de produção por parcela foram ajustados por análise de covariância, para uma população inicial de 60 mil plantas por hectare, conforme preconizam Vencovsky & Barriga (1992).

Para a obtenção das médias genotípicas, nas análises individuais dos experimentos, foi adotado o seguinte modelo em delineamento de blocos incompletos-látice:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

em que  $Y_{ijk}$  é o valor observado para o tratamento ou genótipo  $i$ , no bloco  $j$ ;  $\mu$  a média geral do experimento;  $\tau_i$  o efeito do tratamento  $i$ ;  $\beta_j$  o efeito do bloco  $j$  (reunindo o efeito de bloco dentro da repetição do látice); e  $\varepsilon_{ijk}$  o erro experimental associado à observação  $Y_{ij}$ . O modelo foi admitido como aleatório, em razão de estudo prévio (Felipe 2008), que resultou em maior acurácia e menor erro quadrático médio, para as predições de valor genotípico obtidas por esta abordagem analítica.

A homogeneidade de variâncias entre os experimentos foi avaliada, dentro de cada safra, pelo critério de Pimentel Gomes (1990), isto é, considerando-se a razão entre a maior e a menor variância do erro inferior a sete. Realizaram-se, então, as análises conjuntas de variância, por safra, de acordo com o modelo a seguir, também admitido como aleatório:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_k + \beta_{j(k)} + \tau_i + (\tau\alpha)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

em que  $Y_{ijk}$  é a média do tratamento  $i$  no bloco  $j$ , dentro do local  $k$ ;  $\mu$  a média geral;  $\alpha_k$  o efeito do local  $k$ ;  $\beta_{j(k)}$  o efeito do bloco  $j$  (reunindo o efeito da repetição do látice), dentro do local  $k$ ;  $\tau_i$  o efeito do tratamento  $i$ ;  $(\tau\alpha)_{ij}$  o efeito da interação do tratamento  $i$  com o local  $k$ ; e  $\varepsilon_{ijk}$  o erro experimental associado à observação  $Y_{ijk}$ .

As predições das médias genotípicas foram executadas por meio do procedimento Proc Mixed (*procedure for mixed models*) do SAS<sup>®</sup>, Statistical Analysis System (SAS Institute 2002). Utilizou-se

o método REML (máxima verossimilhança restrita) para a estimação dos componentes de variância associados aos modelos. De posse das médias genóticas preditas e dos respectivos quadrados médios residuais, para os diferentes ensaios, foram construídas matrizes com as médias dos genótipos por ambiente, dentro de cada safra, para se avaliar a interação de genótipos com ambientes (GxA). Esta avaliação foi implementada por análise AMMI (*additive main effects and multiplicative interaction*), uma abordagem de modelo fixo, cujo detalhamento e rotina computacional, em linguagem SAS®, são descritos por Duarte & Vencovsky (1999). A análise combina uma técnica univariada - análise de variância - para estimar os efeitos principais (genótipos e ambientes), assumidos como aditivos, e uma técnica multivariada - análise de componentes principais/decomposição por valores singulares - para estimar o padrão associado à interação GxA, assumida como efeito multiplicativo decorrente dos fatores nela envolvidos (Gauch 1992, Gauch & Zobel 1996).

Em razão da falta das previsões de média ( $Y_{ij}$ ) das cultivares ALBandeirante e BRS473, respectivamente, em Montes Claros, safra 2004/2005, e Porangatu, safra 2005/2006, e pelo fato de a análise AMMI mais difundida não admitir dados perdidos na matriz de médias, estas foram estimadas, dentro de cada safra, por

$$Y_{ij} = \bar{Y}_i + \bar{Y}_j - \bar{Y}_{..}$$

em que  $\bar{Y}_i$  é a média do genótipo  $i$  sobre todos os locais;  $\bar{Y}_j$  a média do local  $j$  sobre todos os genótipos; e  $\bar{Y}_{..}$  a média geral dos experimentos.

A estratificação dos ambientes foi estabelecida por meio da abordagem de genótipos vencedores, conforme preconizam Gauch & Zobel (1997) e Ebdon & Gauch (2002). Define-se um genótipo vencedor como aquele que alcança a mais alta produtividade em dado ambiente (Gauch 1992, Gauch & Zobel 1997). As estimativas AMMI (modelo que considera apenas o primeiro componente principal da interação) da produtividade de cada genótipo, em cada ambiente ( $\tilde{Y}_{ij}$ ), foram obtidas por meio da equação

$$\tilde{Y}_{ij} = \bar{Y}_i + (IPCAI_i)(IPCAI_j)$$

em que  $\bar{Y}_i$  é a média do genótipo  $i$  sobre todos os ambientes;  $IPCAI_i$  o escore do genótipo  $i$  no primeiro eixo principal de interação ( $IPCAI$ ), estimado na análise de componentes principais; e  $IPCAI_j$  o es-

core do ambiente  $j$ , neste mesmo eixo de interação ( $IPCAI$ ).

Dessa forma, a produtividade de cada genótipo, em cada ambiente ( $\tilde{Y}_{ij}$ ), pode ser representada como uma função linear simples do escore ambiental ( $IPCAI_j$ ), isto é, uma equação da reta com intercepto  $\bar{Y}_i$  e inclinação igual ao escore genotípico de interação ( $IPCAI_i$ ). O ponto de cruzamento entre duas destas retas, referentes a dois genótipos vencedores, define, portanto, a transição adaptativa dos dois genótipos e, ao mesmo tempo, dois estratos ambientais de adaptação produtiva. Estes genótipos apresentam adaptação específica ao estrato que os elegeu como vencedores e, simultaneamente, estabilidade, no sentido agrônômico, para as localidades que compõem este estrato. Assim, um estrato caracteriza-se como um mega-ambiente - conjunto de locais que apresenta um vencedor comum. O ponto de cruzamento equivale, também, ao escore de ambiente em que a diferença entre as estimativas  $\tilde{Y}_{ij}$  dos dois genótipos vencedores é igual à zero (Pacheco 2004). Estas análises foram implementadas em planilhas eletrônicas, construídas no aplicativo *Microsoft Excel*®, que, também, foi utilizado para a geração dos respectivos gráficos.

Nos estratos cuja formação foi determinada por genótipos vencedores do tipo híbrido simples ou duplo, a recomendação de variedades e a estratificação ambiental foram feitas baseando-se no comportamento da primeira variedade vencedora, após a exclusão de tais híbridos. Além disso, conforme possibilita o método (Gauch 1996, Gauch & Zobel 1997, Pacheco 2004), foram utilizados os artifícios de remoção de vencedores absolutos (genótipos com vitórias em todos os locais), para se avaliar, também, as adaptações específicas de outros materiais promissores, bem como a eliminação de vencedores menores (genótipos com vitórias em apenas um local), para se evitar recomendações muito particulares, fruto da estratificação excessiva da região.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma geral, as estimativas do coeficiente de variação experimental (CV) e das médias de produtividade de grãos, nos 47 ensaios analisados, foram aceitáveis e condizentes com experimentos de avaliação de cultivares, isto é, com os requisitos dos ensaios de VCU (valor de cultivo e uso) para a cultura do milho, estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil 1998).

Os valores de CV variaram entre 5,6% e 18,2%, enquanto as médias de produtividade ficaram entre 3.564 kg ha<sup>-1</sup> e 9.207 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 1).

Em relação à significância das interações dos genótipos com os ambientes (GxA), foram obtidos os seguintes *p*-valores: 0,2334, em 2002/2003; 0,016, em 2003/2004; < 0,001, em 2004/2005; e 0,0091, em 2005/2006. Apesar de não ter sido constatada interação GxA significativa ( $\alpha = 0,05$ ), na safra 2002/2003, as médias genótípicas previstas nos ambientes daquele ano agrícola também foram submetidas à análise AMMI. Isto, porque, segundo Gauch & Zobel (1996), um estudo pormenorizado da fonte de variação GxA é justificável, mesmo em situações em que o teste de *F* não aponte significância para o quadrado médio da interação GxA, pois, mesmo nestes casos, a análise AMMI, geralmente, possibilita a eliminação de ruído adicional, melhorando as previsões das respostas fenotípicas dos genótipos.

Para a estratificação ambiental na safra 2002/2003, foram identificados, inicialmente, três genótipos vencedores: ALBandeirante, IAC8333 e PC9703 (Tabela 4). Os dois primeiros, juntos, venceram em oito dos nove locais, enquanto o último venceu em apenas um local (Senador Canêdo2), caracterizando-se como um vencedor menor (Figura 2a). Com a adoção do critério de eliminação de “vencedores menores” (Gauch 1996, Pacheco 2004), o genótipo PC9703 foi, então, excluído, no processo de definição dos estratos. Entre os vencedo-

res principais, o de melhor desempenho, neste local, foi o IAC8333, que venceu em outros cinco locais. A extensão da área de adaptação deste genótipo, para a localidade de Senador Canêdo2, via exclusão de vencedores menores (PC9703, Emscapa 202, AL 25 e AL 30), possibilitou a formação de um estrato mais amplo, sem grande prejuízo (100 kg ha<sup>-1</sup>) à produtividade esperada no respectivo local. Sendo assim, a cultivar IAC 8333 determinou a formação de um estrato composto por Senador Canêdo2, Ipameri, Goiatuba, Inhumas, Morrinhos e Senador Canêdo, enquanto a variedade ALBandeirante determinou o estrato constituído por Goianésia, Porangatu e Palmeiras (Figura 2a).

O genótipo IAC8333, embora não seja variedade de polinização aberta, foi mantido para a constituição destes estratos ambientais, em razão de tratar-se de híbrido intervarietal. Para este tipo de cultivar, não se espera comportamento muito desviante daquele de variedades, como se esperaria, por exemplo, para o caso de híbridos de linhagens.

Na safra 2003/2004, a princípio, foi observada a formação de estrato ambiental único, que teve como genótipo vencedor a cultivar BRS1010 (Tabela 5). Tal cultivar, contudo, também não é variedade, mas sim híbrido simples. Por esta razão, foi desconsiderada para o propósito da estratificação ambiental buscada neste estudo. Com a exclusão deste híbrido, a variedade ALBandeirante revelou-se o genótipo vencedor em, praticamente, todos os locais

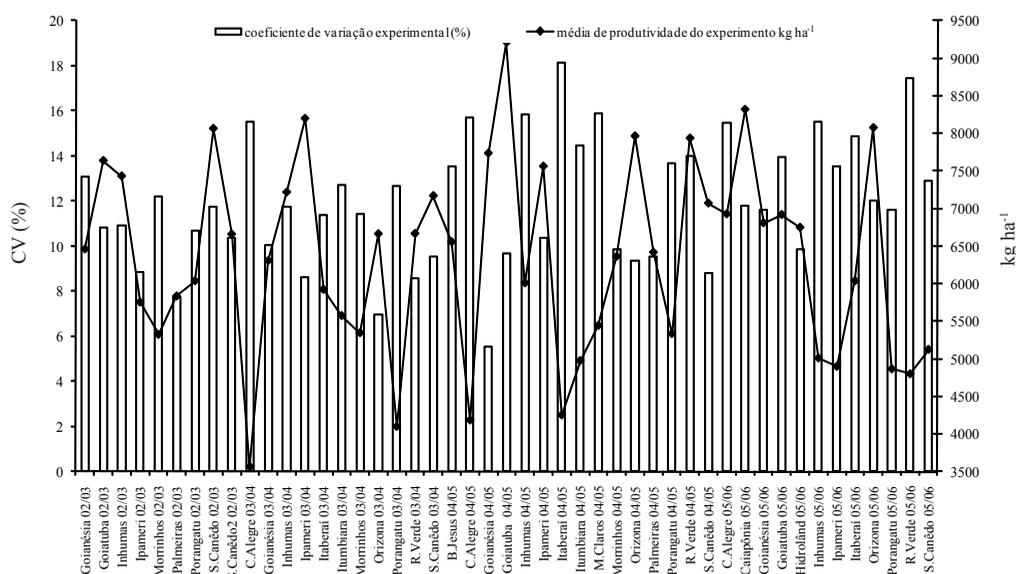


Figura 1. Coeficientes de variação experimental (%) e médias de produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) dos experimentos de avaliação de variedades de milho, em Goiás (safras 2002/2003 a 2005/2006).

Tabela 4. Matriz de médias de produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>), para genótipos e ambientes, estimadas pelo modelo AMMI, a partir de ensaios varietais de milho conduzidos em Goiás (safra 2002/2003).

Safra 2002/03	Goianésia	Goiatuba	Inhumas	Ipameri	Morrinhos	Palmeiras	Porangatu	S. Canêdo	S.Canêdo2
Airã	6684	7572	7474	5710	5388	6241	6272	8098	6514
AL25	6852	7866	7747	6008	5657	6321	6435	8356	6895
AL30	6581	7755	7608	5901	5515	5940	6156	8198	6893
AL34	6734	7697	7587	5837	5499	6238	6318	8202	6692
ALBandeirante	7089	7571	7544	5698	5468	6926	6695	8216	6234
AREgo18	5763	7381	7157	5539	5053	4815	5319	7695	6825
BRS473	6279	7199	7096	5338	5009	5814	5866	7717	6164
Emcapa202	6068	7566	7363	5721	5262	5203	5629	7916	6929
IAC8333	6908	7885	7772	6025	5683	6404	6493	8386	6888
IPR114	6366	7319	7210	5459	5122	5877	5951	7827	6306
PC9703	6362	7722	7543	5873	5445	5593	5929	8111	6988
Samambóleo	6369	7581	7428	5728	5333	5703	5943	8014	6746
Saracura	6370	7486	7349	5630	5257	5769	5948	7946	6585
SHS3030	6772	7634	7541	5771	5455	6347	6362	8168	6558
Sol da manhã	5687	7251	7037	5408	4934	4776	5245	7582	6659

Tabela 5. Matriz de médias de produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>), para genótipos e ambientes, estimadas pelo modelo AMMI, a partir de ensaios varietais de milho conduzidos em Goiás (safra 2003/2004).

Safra 2003/04	C. Alegre	Goianésia	Inhumas	Ipameri	Itaberaí	Itumbiara	Morrinhos	Orizona	Porangatu	Rio Verde	S. Canêdo
AL25	3799	6544	7443	8414	6173	5810	5549	6858	4325	6890	7313
AL30	3950	6680	7676	8654	6262	5852	5832	7143	4503	7108	7836
AL34	3934	6664	7656	8633	6249	5841	5809	7121	4486	7088	7801
ALBandeirante	4039	6754	7841	8826	6292	5839	6044	7357	4618	7259	8271
ALBianco	3449	6179	7171	8149	5763	5355	5325	6636	4001	6604	7318
Alvorada	3495	6236	7159	8132	5853	5478	5278	6588	4028	6603	7103
Assum Preto	2747	5589	5874	6800	5516	5448	3664	4964	3099	5416	3923
BR106	3295	6039	6947	7918	5663	5296	5057	6367	3823	6392	6845
BRS1010	4357	7046	8297	9294	6504	5972	6585	7900	4982	7690	9214
BRS4150	3287	6035	6912	7882	5675	5323	5007	6316	3806	6362	6718
BRS473	3286	6051	6821	7783	5743	5442	4860	6168	3775	6288	6308
BRScaimbé	3945	6672	7688	8668	6244	5825	5855	7167	4505	7117	7908
Cativerdel	3432	6162	7158	8137	5743	5333	5315	6627	3986	6590	7321
Cativerde2	3559	6255	7466	8460	5733	5220	5733	7047	4173	6864	8263
Emcapa202	3481	6259	6946	7902	5991	5730	4943	6250	3947	6426	6189
Emgopa501	3265	6000	6960	7936	5600	5208	5098	6408	3808	6398	7012
Ipiranga	3571	6296	7322	8302	5864	5440	5494	6805	4133	6749	7570
IPR114	3598	6364	7130	8091	6058	5759	5167	6474	4086	6597	6604
PC9902	3500	6239	7175	8148	5850	5469	5300	6610	4036	6616	7155
PC9903	3381	6110	7114	8093	5688	5274	5274	6586	3937	6545	7297
Piratininga	3812	6519	7658	8647	6032	5553	5889	7202	4406	7068	8244
SHS3031	3623	6363	7292	8266	5977	5600	5414	6724	4157	6735	7254
Sol da manhã	3098	5885	6517	7468	5643	5408	4486	5791	3548	6005	5596

(Figura 2b). Apenas em Itumbiara, a variedade não liderou a classificação em produtividade, mas, ainda assim, ficou apenas 13 kg ha<sup>-1</sup> abaixo da média do genótipo mais produtivo (excluindo-se BRS1010), a variedade AL30 (Tabela 5). Esta superioridade, no seu comportamento produtivo, impediu, portanto, a formação de zonas específicas naquele ano agrí-

cola, implicando na eleição desta variedade como a mais adaptada a todos os locais avaliados nessa safra: Itumbiara, Itaberaí, Goianésia, Campo Alegre, Porangatu, Rio Verde, Inhumas, Ipameri, Orizona, Morrinhos e Senador Canêdo.

Vale ressaltar que a estratificação resultante desta abordagem pode decorrer, principalmente, do

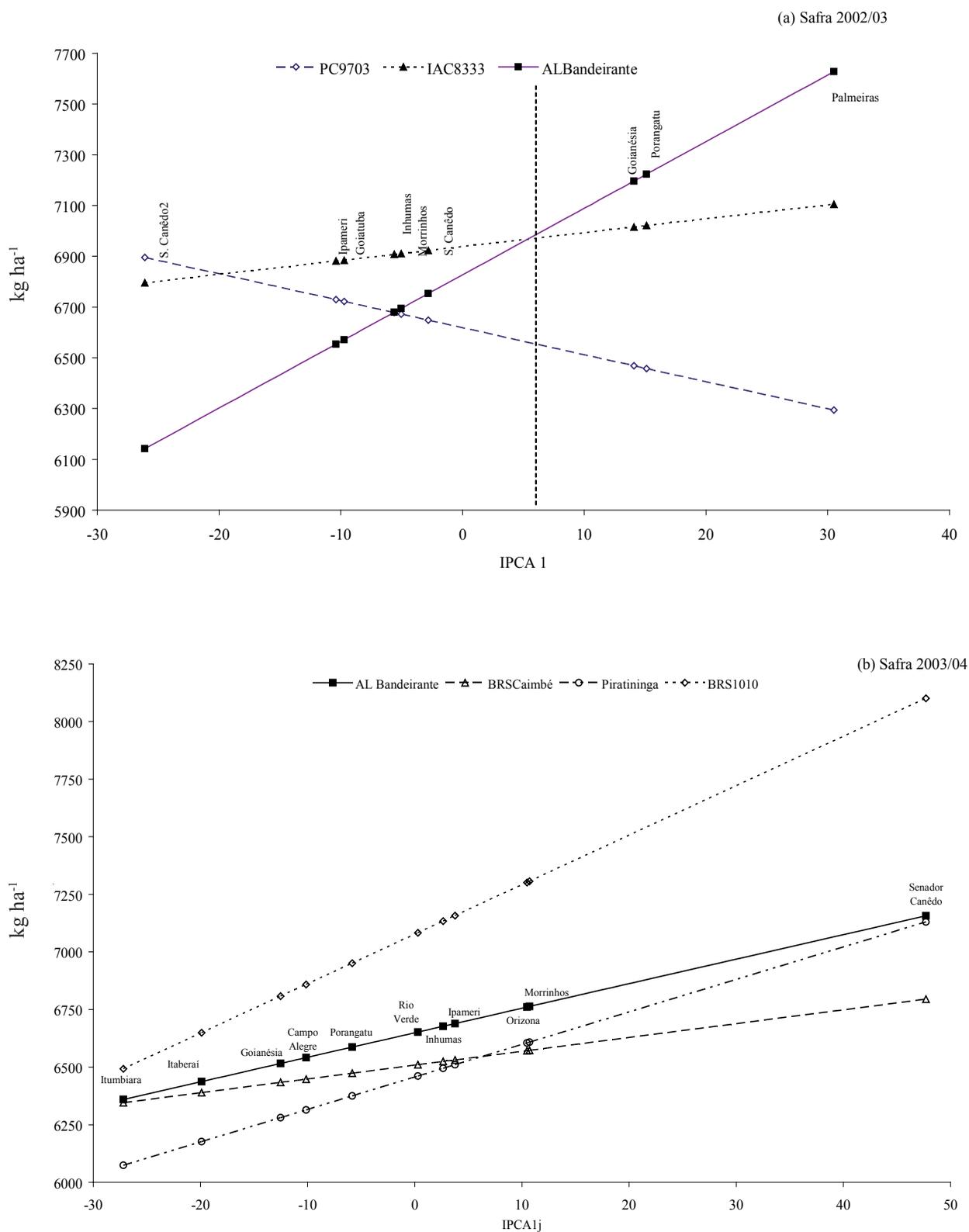


Figura 2. Respostas genotípicas de produtividade dos genótipos vencedores, em 2002/2003 (a) e 2003/2004 (b), em função dos escores ambientais estimados pelo modelo AMMI1 ( $IPCA1_j$ ). Cada genótipo vencedor (potencial cultivar de adaptação específica) determina um estrato de ambientes. A linha vertical pontilhada identifica a transição entre dois estratos e corresponde ao cruzamento entre as linhas de regressão dos genótipos vencedores.

comportamento altamente adaptado do genótipo vencedor e não, necessariamente, das similaridades edafoclimáticas entre os locais agrupados. De qualquer modo, no que tange à recomendação da variedade ALBandeirante, a confiabilidade da estratificação não fica comprometida. Neste sentido, deve-se informar que esta abordagem metodológica comporta, também, a exclusão de genótipos vencedores absolutos, buscando sempre alguma subdivisão da população de ambientes. No presente caso, entretanto, esta estratégia não foi adotada, pois implicaria na separação de locais consistentemente reunidos nos demais anos (ex.: Senador Canêdo, Inhumas e Ipameri) e, também, nesta safra.

Na safra 2004/2005, os genótipos Cerrado, Orion e AL34 foram os vencedores principais (Tabela 6 e Figura 3a). Entretanto, este último genótipo foi excluído pelo critério dos vencedores menores (vitória apenas em Goiatuba). Tal exclusão implica em perda ínfima no local Goiatuba, estimada em, apenas, 25 kg ha<sup>-1</sup>, ao se adotar a cultivar Orion como genótipo vencedor neste local. Esta substituição culminou na formação de dois estratos ambientais naquela safra, o que resulta em maior praticidade operacional para a recomendação e liberação de cultivares. Dessa forma, o comportamento da cultivar

Cerrado levou à formação de um primeiro estrato, reunindo Orizona, Porangatu, Rio Verde, Ipameri, Goianésia, Morrinhos, Palmeiras, Senador Canêdo, Campo Alegre, Itaberaí e Inhumas (Figura 3a). O outro estrato, determinado pelas vitórias do genótipo Orion, ficou constituído por Bom Jesus, Itumbiara, Montes Claros e Goiatuba.

Na safra 2005/2006, a escolha dos genótipos vencedores recaiu sobre os materiais AL200205, ALBandeirante, Piratininga e IPR114 (Tabela 7 e Figura 3b). Dentre estes, o primeiro e o último, que venceram em um só local cada um (Goiatuba e Campo Alegre, respectivamente), foram excluídos do processo, pelo critério de vencedores menores. Em Goiatuba, a substituição de AL200205 pelo genótipo vencedor seguinte, a variedade Piratininga, implicou em perda de produtividade insignificante (5 kg ha<sup>-1</sup>). No caso de Campo Alegre, esta exclusão implicaria na eleição de outro vencedor menor, o genótipo IPV 7352, que, pelo mesmo motivo, também foi excluído. A perda máxima de produtividade para o estrato, associada à substituição dos dois primeiros vencedores neste local pela variedade ALBandeirante, o vencedor seguinte, foi pequena, não ultrapassando 87 kg ha<sup>-1</sup>. Assim, a estratificação, nesta safra, ficou definida pela variedade Piratininga,

Tabela 6. Matriz de médias de produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>), para genótipos e ambientes, estimadas pelo modelo AMMI I, a partir de ensaios varietais de milho conduzidos em Goiás (safra 2004/2005).

Safra 2004/05	B.Jesus	C.Alegre	Goianésia	Goiatuba	Inhumas	Ipameri	Itaberaí	Itumbiara	M. Claros	Morrinhos	Orizona	Palmeiras	Porangatu	Rio Verde	S. Canêdo
AL25	6492	4149	7751	8877	5941	7593	4212	4870	5277	6365	8041	6413	5407	8004	7060
AL30	6751	4344	7865	9519	6183	7682	4413	5135	5661	6497	8059	6555	5434	8035	7213
AL34	6931	4418	7802	10341	6336	7578	4499	5325	6052	6465	7837	6541	5226	7836	7218
ALBandeirante	6912	4475	7958	9859	6336	7764	4548	5298	5880	6599	8108	6662	5487	8091	7325
ALBianco	6642	4171	7610	9797	6057	7402	4247	5032	5679	6260	7708	6329	5091	7698	6998
Alvorada	6719	4395	8021	8987	6172	7871	4455	5095	5465	6630	8340	6675	5704	8299	7319
Assum Preto	5723	3377	6975	8125	5170	6816	3439	4101	4513	5590	7260	5638	4627	7224	6286
BR106	6465	4140	7765	8739	5918	7615	4200	4841	5213	6375	8082	6419	5447	8042	7063
BRS2020	6886	4445	7921	9861	6309	7725	4518	5273	5864	6563	8064	6628	5443	8048	7292
BRS4150	6242	3922	7555	8482	5696	7407	3982	4618	4979	6163	7881	6206	5244	7839	6849
BRS473	6308	3902	7422	9077	5740	7239	3971	4692	5219	6054	7616	6113	4991	7593	6771
Cativerde2	6697	4300	7833	9405	6131	7654	4368	5080	5587	6463	8042	6519	5416	8017	7176
Cerrado	7048	4683	8257	9564	6491	8091	4748	5428	5875	6878	8514	6929	5884	8482	7580
Emcapa202	6647	4226	7728	9503	6075	7539	4297	5032	5586	6364	7900	6425	5277	7880	7086
Empopa501	6503	4086	7593	9333	5932	7407	4156	4888	5433	6229	7772	6289	5148	7751	6949
IAC8333	6739	4348	7888	9415	6175	7712	4416	5122	5619	6517	8106	6572	5479	8079	7228
Ipiranga	6673	4274	7805	9391	6107	7626	4343	5056	5567	6436	8012	6492	5386	7987	7149
Orion	7066	4580	7998	10316	6477	7784	4658	5458	6134	6653	8073	6725	5458	8066	7397
PC201	6734	4340	7876	9428	6169	7699	4408	5117	5620	6505	8089	6561	5462	8063	7217
PC202	6648	4295	7884	9093	6094	7723	4359	5027	5452	6502	8159	6551	5527	8124	7200
PC203	6637	4248	7791	9298	6073	7615	4315	5019	5512	6418	8012	6474	5384	7985	7129
PC9703	6484	4185	7844	8599	5944	7704	4243	4858	5180	6446	8201	6486	5562	8155	7126
Piratininga	7029	4543	7961	10279	6440	7747	4621	5420	6097	6616	8036	6688	5421	8029	7360
Sambaia	6355	4063	7731	8429	5817	7594	4120	4728	5038	6331	8098	6370	5458	8050	7008
Saracura	6018	3638	7194	8622	5457	7022	3705	4399	4874	5818	7429	5872	4800	7400	6526
S.Manhã	5781	3488	7156	7857	5242	7018	3545	4154	4464	5756	7522	5795	4882	7474	6433
UFVM100	6649	4262	7807	9302	6086	7632	4329	5032	5522	6434	8030	6489	5403	8003	7144
UFVM200	6211	3917	7582	8297	5672	7444	3974	4584	4897	6183	7946	6222	5307	7899	6860

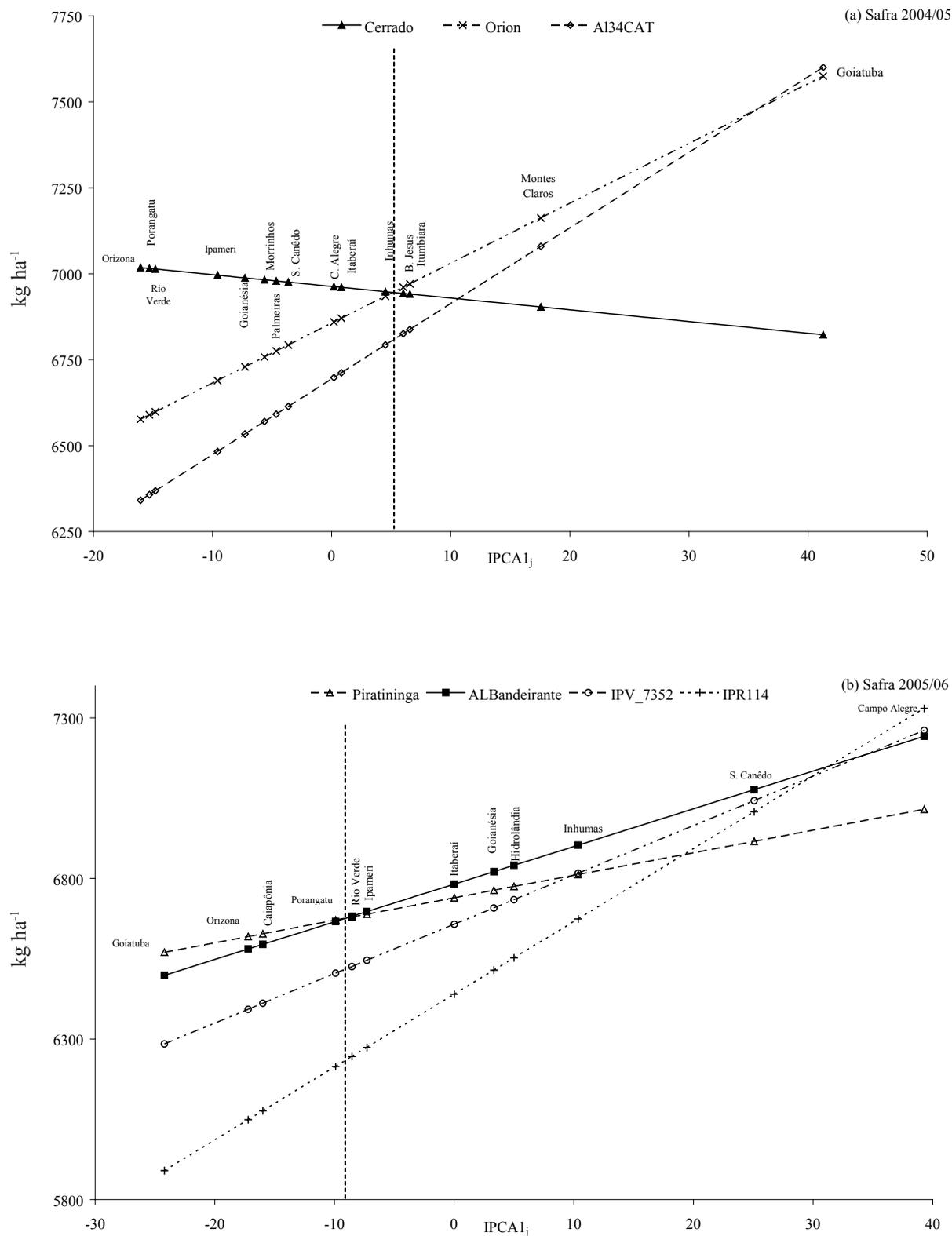


Figura 3. Respostas genóticas de produtividade dos genótipos vencedores, em 2004/2005(a) e 2005/2006(b), em função dos escores ambientais estimados pelo modelo AMMI/ (IPCA<sub>1j</sub>). Cada genótipo vencedor (potencial cultivar de adaptação específica) determina um estrato de ambientes. As linhas verticais pontilhadas identificam a transição entre dois estratos e correspondem ao cruzamento entre as linhas de regressão dos genótipos vencedores.

Tabela 7. Matriz de médias de produtividade de grãos (kg ha<sup>-1</sup>), para genótipos e ambientes, estimadas pelo modelo AMMI, a partir de ensaios varietais de milho conduzidos em Goiás (safra 2005/2006).

Safra 2005/06	C. Alegre	Caiapônia	Goianésia	Goiatuba	Hidrolândia	Inhumas	Ipameri	Itaberaí	Orizona	Porangatu	Rio Verde	S. Canêdo
AL200205	7153	8663	7112	7283	7049	5299	5226	6348	8457	5170	5120	5381
AL34	7602	8371	7079	6880	7038	5361	5050	6271	8149	4959	4927	5639
ALBandeirante	7960	8701	7419	7207	7379	5704	5385	6609	8478	5293	5261	5990
ALBianco	7120	8367	6907	6947	6852	5129	4971	6128	8155	4902	4858	5280
Alvorada	6749	8365	6777	7001	6710	4951	4911	6020	8162	4860	4807	5004
Assum Preto	5514	7769	5957	6499	5871	4050	4214	5238	7579	4193	4125	3933
BR106	7427	8505	7105	7061	7055	5347	5136	6316	8290	5060	5020	5544
BRS4150	5206	7326	5562	6036	5480	3671	3793	4834	7133	3765	3700	3591
BRS473	4643	8139	5894	7054	5770	3828	4389	5249	7977	4427	4328	3381
Ipiranga	7605	8526	7181	7058	7135	5443	5182	6382	8307	5098	5062	5682
IPR114	8047	8183	7112	6598	7090	5475	4962	6266	7947	4841	4825	5922
IPV7352	7978	8518	7305	6993	7272	5617	5233	6484	8290	5131	5105	5957
PC0201	7455	8510	7117	7062	7068	5363	5144	6327	8294	5066	5027	5566
Piratininga	7733	8734	7361	7278	7313	5613	5377	6567	8517	5297	5259	5830
Samambaia	6886	8187	6709	6776	6652	4923	4783	5933	7977	4717	4672	5061
Sol da manhã	6932	7957	6575	6504	6526	4824	4596	5782	7740	4517	4478	5035
UFVM100	6948	8496	6932	7122	6867	5114	5053	6170	8291	4999	4947	5186
UFVM200	5726	8376	6426	7165	6328	4469	4759	5731	8195	4757	4679	4247

vencedora nos locais Goiatuba, Orizona, Caiapônia e Porangatu, constituindo-se um primeiro estrato ambiental, e pela variedade ALBandeirante, que define outro estrato com maior número de locais, a saber, Rio Verde, Ipameri, Itaberaí, Goianésia, Hidrolândia, Inhumas, Senador Canêdo e Campo Alegre (Figura 3b).

Uma vantagem considerável da estratificação ambiental, segundo a abordagem de genótipos vencedores, sobretudo em associação à análise AMMI, é a informação integrada da recomendação de genótipos para cada estrato estabelecido (Pacheco et al. 2009). Assim, dispensam-se estudos adicionais sobre estabilidade e adaptabilidade fenotípica, haja vista não haver interação GxA cruzada dentro dos estratos. Logo, a indicação do genótipo mais adaptado à região, representada por um estrato ambiental, é imediata e incide, logicamente, sobre o seu genótipo vencedor.

No presente estudo, como parte dos genótipos foi substituída com o passar dos anos e outros tratavam-se de híbridos (ex.: Orion e IAC8333) ou de materiais pré-comerciais, como a variedade Cerrado, a recomendação de genótipos, segundo a adaptabilidade produtiva, foi centrada na identificação das variedades vencedoras na última safra avaliada. De qualquer modo, dos sete estratos ambientais constituídos ao longo das quatro safras, três foram estabelecidos com base no comportamento vencedor do genótipo ALBandeirante. Esta constatação evidencia a ampla adaptação desta variedade às condições de cultivo do milho no Estado de Goiás.

Considerando-se tão somente a última safra (2005/2006), esta recomendação se confirma, remetendo à indicação da variedade ALBandeirante, para o estrato destacado anteriormente, formado por Rio Verde, Ipameri, Itaberaí, Goianésia, Hidrolândia, Inhumas, Senador Canêdo e Campo Alegre de Goiás (Figura 3b). Ademais, como o local Morrinhos reuniu-se, por dois anos, ao agrupamento de locais relacionados a este estrato, a recomendação da variedade ALBandeirante, também para este local, parece parcimoniosa, ainda que este ambiente não tenha sido avaliado na safra 2005/2006. Já a variedade Piratininga é indicada para cultivo nos locais do outro estrato (Goiatuba, Orizona, Caiapônia e Porangatu), em razão de ter se mostrado a mais produtiva e, portanto, mais adaptada às condições ambientais representadas por este estrato (Figura 3b). Por outro lado, a extensão da recomendação de ALBandeirante, também para este estrato, não implicaria em perdas significativas de produtividade, isto é, representaria 71 kg ha<sup>-1</sup>, em Goiatuba; 39 kg ha<sup>-1</sup>, em Orizona; 33 kg ha<sup>-1</sup>, em Caiapônia; e apenas 4 kg ha<sup>-1</sup>, em Porangatu (Tabela 7). Tais recomendações, contudo, devem levar em consideração, ainda, os custos e a disponibilidade de sementes de ambas as variedades.

Ao se comparar os estratos ambientais (mega-ambientes) formados ao longo das quatro safras avaliadas (Tabela 8), pôde-se constatar a formação de, pelo menos, dois agrupamentos estáveis, ao longo do período. No primeiro deles, os locais que se agruparam de maneira mais consistente foram Ipameri,

Inhumas e Senador Canêdo, que se mantiveram reunidos em estratos ambientais comuns, nas quatro safras agrícolas. A este grupo se juntaram, ainda, por três anos, Morrinhos, nas safras 2002/2003, 2003/2004 e 2004/2005, e Itaberaí, Campo Alegre e Rio Verde, nas safras 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006. O outro grupo consistente de locais foi constituído por Porangatu e Orizona, que se agruparam em estratos ambientais comuns, em todas as safras nas quais foram avaliados.

Outros locais mostraram-se instáveis, ora agrupando-se a um dos estratos ambientais mais consistentes, ora ao outro destes estratos. Este é o caso, por exemplo, do local Goianésia, que se manteve reunido ao local Porangatu, nas três primeiras safras, mas não revelou a mesma similaridade no último ano (Tabela 8). Paradoxalmente, embora tenha se mostrado dissimilar do grupo constituído pelos locais Ipameri, Inhumas e Senador Canêdo, no primeiro ano (2002/2003), nos outros três anos avaliados, mantiveram-se agrupados. Tendência semelhante foi observada para a localidade Palmeiras, embora esta tenha sido avaliada em apenas duas safras. O local Goiatuba também revelou instabilidade, em relação aos dois estratos mais consistentes. Isto, provavelmente, deve-se ao fato de que, embora em um mesmo município, de uma safra para outra, os ensaios tiveram variação de altitude da ordem de

300 m. Esta hipótese pode ser reforçada pelo agrupamento deste local com Itumbiara e Bom Jesus, em 2004/2005, que são locais geograficamente próximos entre si e ao primeiro, e de altitudes médias relativamente menores. Sobre os demais locais (Senador Canêdo<sup>2</sup>, Montes Claros, Caiapônia e Hidrolândia), não se evidenciaram comportamentos regulares que justificassem quaisquer inferências acerca de suas tendências agroecológicas, também porque, neste estudo, estes foram avaliados em apenas um ano agrícola.

Conforme defendido por Pacheco (2004), pela estabilidade de alguns agrupamentos de locais, ao longo dos anos, mesmo sob a utilização de diferentes genótipos, é de se esperar que os estratos ambientais assim identificados tenham caráter preditivo. Isto significa que tais estratos podem ser utilizados, com relativa segurança, tanto para a recomendação de cultivares, com a eleição da mesma cultivar para os diferentes locais de cada estrato, quanto para a exclusão ou substituição de locais de teste por outros que permitam ampliar e melhorar a avaliação da interação GxA.

Em relação à escolha de locais prioritários para testes genotípicos, no caso do estrato ambiental formado por Ipameri, Inhumas e Senador Canêdo, consistente por quatro anos (incluindo-se ou não os locais Morrinhos, Itaberaí, Campo Alegre e Rio

Tabela 8. Estratos ambientais<sup>1</sup> para avaliação e recomendação de variedades de milho no Estado de Goiás, resultantes da aplicação da abordagem de genótipos vencedores, associada à análise AMMI, em diferentes anos agrícolas.

Safr 2002/2003		Safr 2003/2004		Safr 2004/2005		Safr 2005/2006	
Estrato	Locais	Estrato	Locais	Estrato	Locais	Estrato	Locais
1	Senador Canêdo	1	Itumbiara	1	<i>Orizona</i>	1	Goiatuba
1	<b>Ipameri</b>	1	Itaberaí*	1	<i>Porangatu</i>	1	<i>Orizona</i>
1	Goiatuba	1	Goianésia	1	Rio Verde*	1	Caiapônia
1	<b>Inhumas</b>	1	Campo Alegre*	1	<b>Ipameri</b>	1	<i>Porangatu</i>
1	Morrinhos*	1	<i>Porangatu</i>	1	Goianésia	2	Rio Verde*
1	<b>Senador Canêdo</b>	1	Rio Verde*	1	Morrinhos*	2	<b>Ipameri</b>
2	Goianésia	1	<b>Inhumas</b>	1	Palmeiras	2	Itaberaí*
2	Porangatu	1	<b>Ipameri</b>	1	<b>Senador Canêdo</b>	2	Goianésia
2	Palmeiras	1	Morrinhos*	1	Campo Alegre*	2	Hidrolândia
-	-	1	<i>Orizona</i>	1	Itaberaí*	2	<b>Inhumas</b>
-	-	1	<b>Senador Canêdo</b>	1	<b>Inhumas</b>	2	<b>Senador Canêdo</b>
-	-	-	-	2	Bom Jesus	2	Campo Alegre*
-	-	-	-	2	Itumbiara	-	-
-	-	-	-	2	Montes Claros	-	-
-	-	-	-	2	Goiatuba	-	-

<sup>1</sup> Estratos consistentes ou estáveis, ao longo de quatro anos, dentro da safra, têm nomes de locais destacados em negrito. Estratos consistentes, por três anos, são destacados em itálico.

\* Os locais Morrinhos, Itaberaí, Campo Alegre e Rio Verde podem ser agrupados ao estrato ambiental destacado em negrito, reduzindo-se a consistência da estratificação para três anos.

Verde, que a eles se uniram em três das quatro safras), poder-se-ia manter apenas o local Senador Canêdo. Isto, porque, além de localizar-se em região central do Estado de Goiás, o local já possui estação experimental (Seagro-GO) relativamente bem estruturada. No estrato formado por Porangatu e Orizona, poder-se-ia manter apenas Porangatu, como local de teste, pois, além de situar-se mais ao norte do Estado, também possui uma estação experimental da Seagro-GO. Este tipo de providência representaria redução de 16,7% nos locais de teste (de 18 para 15 locais), ou até 38,9% (de 18 para 11 locais), no caso de se incluir os outros quatro locais no primeiro dos estratos consistentes, com impactos diretos no custo de implantação e condução da rede de ensaios. Com isto, seria possível, ainda, a substituição de locais participantes da rede por outros que melhor representariam a região alvo da recomendação de variedades, de modo a aumentar a eficiência de avaliação da interação GxA, no âmbito do programa de melhoramento.

## CONCLUSÕES

1. A avaliação e a recomendação de variedades de milho para o Estado de Goiás podem ser feitas com base em dois principais estratos de ambientes: E1 (Ipameri, Inhumas e Senador Canêdo), consistente ao longo de quatro safras, ao qual se podem agregar os locais Morrinhos, Itaberaí, Campo Alegre e Rio Verde, reduzindo-se esta consistência para três anos; e E2 (Porangatu e Orizona), consistente ao longo de três anos agrícolas.
2. A variedade ALBandeirante apresenta alto potencial produtivo e ampla adaptabilidade aos diferentes estratos ambientais identificados na região.
3. O número de pontos para a instalação e condução da rede de ensaios de avaliação de variedades de milho, em Goiás, pode ser reduzido em 16,7%, sem prejuízo relevante sobre os efeitos da interação deste tipo de genótipo com os ambientes.

## REFERÊNCIAS

BALESTRE, M. et al. Yield stability and adaptability of maize hybrids based on GGE biplot analysis characteristics. *Crop Science*, Madison, v. 9, n. 4, p. 219-228, 2009.

BRASIL. Portaria nº 294, de 14 de outubro de 1998. Estabelece os critérios mínimos a serem observados nos ensaios para determinação do Valor de Cultivo e Uso - VCU de cultivares de algodão, arroz, batata, feijão,

milho, soja, sorgo e trigo e os respectivos formulários de solicitação de inscrição de cultivares no Registro Nacional de Cultivares - RNC. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 16 out. 1998. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=15013>>. Acesso em: 19 fev. 2010.

DUARTE, J. B.; VENCOVSKY, R. *Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise "AMMI"*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. (Monografias, 9).

EBDON, J. S.; GAUCH, H. G. Additive main effect and multiplicative interaction analysis of national turfgrass performance trials: II. Cultivar recommendations. *Crop Science*, Madison, v. 42, n. 2, p. 497-506, 2002.

FELIPE, C. R. de P. *Métodos de predição e estimação de valor genotípico e estratificação ambiental para avaliação e recomendação de cultivares*. 2008. 113 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)–Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

GAUCH, H. G. *Documentation for AMMIWINS*. 1996. Disponível em: <<http://microcomputerpower.com/ammiwins.html>>. Acesso em: 02 fev. 2004.

GAUCH, H. G. *Statistical analysis of regional yield trials: AMMI analysis of factorial designs*. New York: Elsevier, 1992.

GAUCH, H. G. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. *Crop Science*, Madison, v. 46, n. 4, p. 1488-1500, 2006.

GAUCH, H. G.; ZOBEL, R. W. AMMI analysis of yield trials. In: KANG, M.S.; GAUCH, H. G. (Eds.). *Genotype by environment interaction*. Boca Raton: CRC Press, 1996. p. 85-122.

GAUCH, H. G.; ZOBEL, R. W. Identifying mega-environments and targeting genotypes. *Crop Science*, Madison, v. 37, n. 2, p. 311-326, 1997.

GAUCH, H. G.; PIEPHO, H. P.; ANNICCHIARICO, P. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE: further considerations. *Crop Science*, Madison, v. 48, n. 3, p. 866-889, 2008.

MARANHA, F. G. C. B. *Estratificação ambiental para avaliação de genótipos de algodoeiro no Estado do Mato Grosso*. 2005. 63 f. Tese (Doutorado em Agronomia)–Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

MIRANDA, E. E. de; COUTINHO, A. C. (Coords.). *Brasil visto do espaço*. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2004. Disponível em: <<http://www.cdbrasil.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 01 dez. 2004.

- MIRANDA, G. V. M. et al. Multivariate analyses of genotype x environment interaction of popcorn. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 44, n. 1, p. 45-50, 2009.
- PACHECO, R. M. *Estratificação de ambientes em Cerrados do Brasil Central para fins de seleção e recomendação de cultivares de soja*. 2004. 170 f. Tese (Doutorado em Agronomia)—Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2004.
- PACHECO, R. M. et al. Key locations for soybean genotype assessment in Central Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 44, n. 5, p. 478-486, 2009.
- PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 8. ed. São Paulo: Nobel, 1990.
- SAS INSTITUTE. *SAS/STAT software: changes and enhancements through release 9.1*. Cary: SAS Institute Inc., 2002.
- VENCOVSKY, R. ; BARRIGA, P. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992.
- YAN, W.; TINKER, N. A. An integrated biplot analysis system for displaying, interpreting, and exploring genotype x environment interaction. *Crop Science*, Madison, v. 45, n. 3, p. 1004-1016, 2005.
- YAN, W. et al. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. *Crop Science*, Madison, v. 47, n. 2, p. 643-655, 2007.