

# ANÁLISE DA INTERAÇÃO GENÓTIPO X AMBIENTE NA AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJÃO EM SANTA CATARINA

HAROLDO TAVARES ELIAS<sup>1</sup>, SILMAR HEMP<sup>2</sup>, TELMO CANTON<sup>3</sup>

**RESUMO** - Para verificar a possível interação genótipo x ambiente, foram realizadas análises conjuntas das produções do Ensaio Estadual de avaliação de linhagens e cultivares de feijão conduzidos pela EPAGRI (Empresa de pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) em sete ambientes, em cinco anos, em Santa Catarina. Estas análises envolveram os principais cultivares recomendados e que participaram de todos os ensaios no período de 1991 a 1995. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições, com parcelas de quatro linhas de cinco metros de comprimento. Constatou-se a significância do fator interação genótipo x ambiente, o que evidencia o comportamento não coincidente dos cultivares nos diferentes ambientes. A estimativa da variância obtida para a interação cultivar x ambiente ( $\sigma^2_{C \times A}$ ) foi superior à da interação cultivar x anos ( $\sigma^2_{C \times \text{year}}$ ). Isto mostra que a estratégia a ser adotada nos trabalhos de avaliação deve dar prioridade a um maior número de locais. Os cultivares com maior produtividade média no período analisado foram 'Macanudo', 'Barriga Verde' e 'Carioca'.

*Palavras chave:* *Phaseolus vulgaris* L., variedade, linhagem, melhoramento vegetal.

## GENOTYPE x ENVIRONMENT INTERACTION ANALYSIS OF COMMON BEAN CULTIVARS IN SANTA CATARINA

**ABSTRACT** - To verify the genotype x environment interactions, a study was undertaken using the yields from the bean varieties and breeding lines state Trials, carried out during five years in seven environments, throughout the state of Santa Catarina. Statistical analysis were performed using the main recommended varieties which participated in all trials from 1991 to 1995, taking the grain yield as an indicator of adaptability. The trials were planted with four replications in a randomized complete block design, with four-row plots, 5 m long. The significance of the genotype x environment interaction indicates that the varieties/lines did not have the same behavior across the environments. The value of the estimated environment x genotype interaction variance ( $\sigma^2_{C \times A}$ ) was higher than year x genotype interaction ( $\sigma^2_{C \times \text{year}}$ ), indicating that the best strategy is to use a higher number of locals rather than years to evaluate bean genotypes. The cultivars with better yields along this period were 'Macanudo', 'Barriga Verde' and 'Carioca'.

*Key-words:* *Phaseolus vulgaris* L., variety, breeding line, plant breeding.

## INTRODUÇÃO

O estado de Santa Catarina possui variadas condições edafoclimáticas entre diferentes regiões, especialmente quanto à altitude, temperatura, precipitação, umidade e tipos de solo. Tais fatores determinam diferentes épocas favoráveis para a semeadura de feijão nas regiões, oscilando entre 11 de agosto e 28 de fevereiro. Em regiões onde ocorrem temperaturas máximas superiores a 28° C, o período favorável para semeadura é dividido em duas épocas: "safra" e "safrinha". Isto caracteriza as diferentes zonas ou regiões agroecológicas (THOMÉ et al., 1997).

O fenótipo (F) de um caráter quantitativo,

como a produção de grãos, é função do genótipo (G), do ambiente (A) e da interação genótipo x ambiente (G x A). Esse último componente ocorre devido à diferenciação do comportamento dos genótipos nos vários ambientes de cultivo.

No processo de avaliação e desenvolvimento de cultivares, o conhecimento da interação genótipo x ambiente (G x A) é de grande importância para a seleção e/ou indicação dos cultivares para os diferentes ambientes de cultivo.

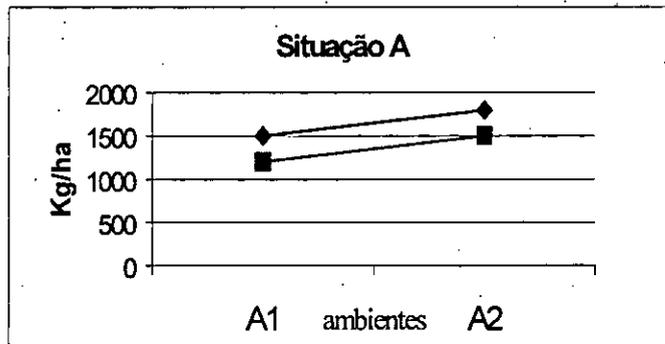
A esquematização da interação genótipo x ambiente está representada na Figura 1, onde estão exemplificadas três situações de respostas dos cultivares às condições ambientais.

1. Eng. Agr., M.Sc. - EPAGRI/CPPP, Caixa Postal 791, Chapecó, SC.  
E-mail: [htelias@epagri.rct-sc.br](mailto:htelias@epagri.rct-sc.br)

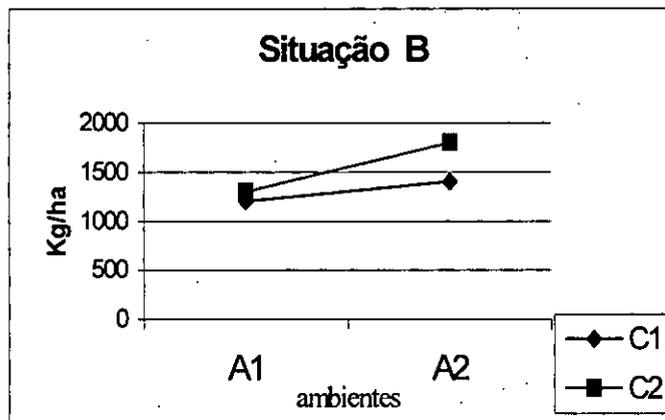
2. Eng. Agr., M.Sc. - EPAGRI/CPPP, Caixa Postal 791, Chapecó, SC.

3. Eng. Agr., M.Sc. - EPAGRI/CPPP, Caixa Postal 791, Chapecó, SC.  
E-mail: [canton@epagri.rct-sc.br](mailto:canton@epagri.rct-sc.br)

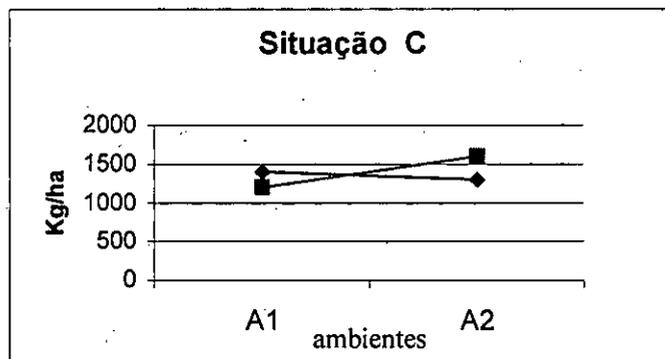
Recebido para publicação em 08/09/1998.



**Situação A** - Os cultivares apresentam comportamentos semelhantes nos dois ambientes (A1 e A2), não há interação, e a recomendação do melhor cultivar é a mesma para os dois ambientes.



**Situação B** - O comportamento dos cultivares é diferente nos dois ambientes, pois o cultivar C2 (reta superior) tem resposta mais acentuada à melhoria do ambiente, considerando-se o ambiente A2 melhor do que A1. Neste caso ocorre interação; no entanto, não é problema, porque a classificação dos cultivares nos dois ambientes não é alterada e, por esta razão, é denominada de interação simples. Os dois cultivares poderão ser recomendados para os dois ambientes ou será recomendado somente o melhor cultivar no caso de a diferença ser suficientemente grande para tal;



**Situação C** - Neste caso observa-se uma inversão de comportamento dos cultivares nos dois ambientes. O cultivar C<sub>1</sub> foi superior no ambiente A1 e inferior no A2. Estamos diante de uma situação de interação complexa, onde normalmente, existe um cultivar mais adaptado para cada ambiente específico. No exemplo, o cultivar C1 é mais indicado para o ambiente A1 e, C2 para o ambiente A2.

**Figura 1.** Representação gráfica de situações que podem ocorrer quando dois cultivares são avaliados em mais de um ambiente (Adaptado de Ramalho et al., 1993)

As respostas diferenciadas dos cultivares de feijão às variações ambientais, tais como, oscilação de temperatura, altitude, ocorrência de doenças, tipo e fertilidade do solo, entre outras, são atribuídas às diferentes constituições genóticas de cada cultivar, que conferem maior ou menor adaptabilidade e estabilidade de produção.

No intento de verificar a existência ou não da interação genótipo x ambiente e a influência dos fatores ano e local sobre esta interação, visando orientar trabalhos de avaliação, melhoramento e recomendação de cultivares, são analisados, neste trabalho, os resultados do Ensaio Estadual de avaliação de linhagens e cultivares de feijão conduzidos pela EPAGRI no período de 1991-1995.

## MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido em seis locais (Tabela 1). Consideraram-se, para fins de análise conjunta, as duas épocas de cultivo conduzidas em Chapecó (safra e safrinha), como dois ambientes distintos. Desta forma, tem-se sete locais (ambientes).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de quatro linhas de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m, sendo a área útil (4,5 m<sup>2</sup>) constituída somente pelas duas fileiras

centrais, eliminando-se as cabeceiras das mesmas (os 0,25 m extremos). Para o presente estudo, foram consideradas apenas as informações de produtividade de grãos em kg/ha.

Nove cultivares participaram deste estudo: 'Macanudo', 'Barriga Verde', 'Carioca', 'Carioca 80 SH', 'Iapar 44', 'Empasc 201', 'FT 120', 'FT Tarumã' e 'Rio Tibagi'.

Foram realizadas análises conjuntas através do Programa SAS, envolvendo os cultivares que participaram de todos os ensaios no período de 1991 a 1995, nos sete ambientes e nas épocas referidas na Tabela 1.

TABELA 1 - Características dos locais e épocas de condução dos ensaios estaduais de feijão. EPAGRI, 1998

Local	Coordenadas Geográficas	Altitude	Época de Semeadura
Campos Novos	27°05'S 24° L	934	Out/Safra
Canoinhas	26°09'S 50° L	839	Out/Safra
Chapecó	27°07'S 52° L	674	Set/Safra Jan.Fev/safrinha
Ituporanga	27°24'S 49° L	369	Jan/Safrinha
São Joaquim	28°17'S 49° L	1352	Nov/Safra
Urussanga	28°31'S 49° L	49	Jan.Fev/Safrinha

\* Out.: Outubro; Set: setembro; Jan.: janeiro; Fev.: fevereiro; Nov.: novembro

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média da produtividade de grãos dos ensaios no período analisado variou de 1463,87 a 2089,28 kg/ha, o que evidencia o potencial da cultura para Santa Catarina. No entanto, quando comparado com a produtividade média encontrada para feijão no Brasil (616 kg/ha) e em Santa Catarina (786 Kg/ha - safra 1995/96), nota-se que, apesar do potencial dos cultivares atuais recomendados, a produtividade desta cultura ainda está muito baixa, podendo facilmente ser duplicada, apenas com a adoção de tecnologias básicas já disponíveis, como, por exemplo, adubação correta e controle de doenças.

Além disso, no Ensaio Estadual não foi aplicado fungicida, o que poderia elevar ainda mais a diferença de produtividade em relação à observada em campos de produção, pois a ocorrência de doenças é bastante comum nas duas épocas de cultivo.

As estimativas dos coeficientes de variação (CV%) na análise de variância conjunta dos

ambientes, dentro de um mesmo ano, oscilaram de 11,4 a 19,7 (Tabela 2), indicando precisão média dos ensaios, conforme levantamento em vários trabalhos na cultura do milho (SCAPIN et al., 1995).

Nestas análises, envolvendo os ambientes dentro de anos (Tabela 2) observaram-se diferenças significativas para as fontes de variação Cultivar (C) e Ambiente (A) em todos os anos, exceto em 1994/95, quando não ocorreu diferença significativa para o Cultivar (C). Esta explica-se pela alta interação cultivar x ambiente e coeficiente de variação elevado. Além disso, foram perdidas várias parcelas em alguns locais e o CV% foi o mais alto dos cinco anos analisados (CV%= 19,7), provavelmente o responsável principal pela falta de diferenças significativas entre cultivares naquele ano de avaliação. Também, as irregularidades climáticas no ano 1994/95 explicam, em parte, a não significância entre cultivares. Este fato é comprovado pelo valor do quadrado médio do erro e, por consequência, também, pelo CV% mais elevado no período analisado.

**TABELA 2 - Resumo da análise de variância conjunta de sete ensaios Estadual de feijão para produtividade de grãos (kg/ha), conduzidos em Santa Catarina no período 1991-1995. EPAGRI, 1998**

Ano	Cultivar (C)	Ambiente (A) QM	C X A	Erro Médio QM x 10 <sup>-3</sup>	Média kg/Ha	CV (%)
1990/91	**	**	**	46,5**	1883	11,4
1991/92	**	**	**	102,2**	2089	15,3
1992/93	**	**	**	86,1**	1564	18,7
1993/94	**	**	**	33,7**	1463	12,5
1994/95	ns	**	**	103,4**	1628	19,7

\*\* ; Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo Teste F.

Cabe ressaltar que a significância da interação cultivar x ambiente (C x A), em todos os anos, implica em que o comportamento das cultivares não foi coincidente nos diferentes locais (ambientes), justificando um estudo mais detalhado dessa interação (ARIAS, 1996). O resultado de tal análise poderá resultar na indicação de cultivares específicos para determinados ambientes ou microregiões.

Para verificar se a interação cultivares x locais (ambientes) é mais importante do que cultivares x anos, foram realizadas análises conjuntas envolvendo apenas cultivares e locais (ambientes) comuns nos diferentes anos (Tabela 3). A estimativa obtida de interação cultivares x ambiente ( $\sigma^2_{C \times A}$ ) foi superior à interação cultivar x anos ( $\sigma^2_{C \times \text{ano}}$ ). Essa informação é de grande valor para orientar futuros trabalhos de avaliação de cultivares visando a sua recomendação aos agricultores. Isto mostra que a estratégia a ser adotada no trabalho deve dar prioridade a avaliação em um maior número de

locais em detrimento de número anos considerado.

A produtividade média de grãos dos cultivares pode ser utilizada como medida de adaptação, ou seja, o cultivar que apresenta maior produtividade pode ser considerado como o melhor adaptado aos ambientes considerados. Neste aspecto, o cultivar Macanudo foi o mais adaptado aos diferentes ambientes, pois apresentou maior produtividade média nos últimos cinco anos (Tabela 4). Entretanto, saiu da recomendação por apresentar grãos arroxeados, que têm pouca aceitação no mercado.

Os cultivares Barriga Verde e Carioca também apresentaram boa adaptação, com bom potencial produtivo no Estado ao longo dos anos e continuam na recomendação. Por outro lado, 'FT-Tarumã', 'Rio Tibagi' e 'FT-120' foram os cultivares menos produtivos e devem, assim, ter sua recomendação tolerada, o que significa que podem ser eventualmente retirados de recomendação. 'FT-120', na realidade, já foi retirado da relação dos cultivares indicados para cultivo em Santa Catarina.

**TABELA 3 - Resumo da análise de variância conjunta geral de cinco anos e sete ambientes, para produtividade de grãos (kg/ha) obtida dos ensaios estaduais de feijão conduzidos em Santa Catarina no período 1991-1995. EPAGRI, 1998**

Fonte de Variação	GL	Q M	F
Ano	4	15727,85	79,45**
Ambiente (A)	6	40584,72	205,04
Repetição (local)	21	174,96	0,88
Cultivar (C)	8	2751,82	13,9**
Ano x Ambiente	23	9529,68	48,14**
Ano x Cultivar	32	358,73	1,81*
Ambiente x Cultivar	48	421,2	2,12**
Ano x Ambiente x Cultivar	184	197,93	
( $\sigma^2_{C \times A}$ )	9,92		
( $\sigma^2_{C \times \text{ano}}$ )	5,10		

\*, \*\* ; Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade respectivamente, pelo Teste F.

**TABELA 4 - Produtividade média de grãos de feijão em kg/ha de nove cultivares participantes do Ensaio Estadual no período de cinco anos (1991-1995). EPAGRI, 1998**

Cultivares	Prod./Média (kg/ha)
'Macanudo'	2024,68 a *
'Barriga Verde'	1867,88 b
'Carioca'	1808,16 b
'Carioca 80-SH'	1771,40 c
'Iapar 44'	1691,30 d
'Empasc 201'	1684,52 d
'FT 120'	1612,54 e
'FT Tarumã'	1593,95 e
'Rio Tibagi'	1585,88 e

\* Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Duncan.

### CONCLUSÕES

Foi detectada a interação Cultivar x Ambiente, mostrando-se significativas tanto a interação Cultivar x Ano, como a interação Cultivar x Ambiente. Consequentemente, há necessidade de realizar-se estudos de comportamento dos diversos genótipos promissores em diversos anos e nos vários locais, de modo a identificar cultivares especificamente adaptados à diferentes regiões de cultivo no estado de Santa Catarina.

### BIBLIOGRAFIA CITADA

ARIAS, E.R.A. Adaptabilidade e estabilidade das cultivares de milho avaliadas no estado do Mato

Grosso do Sul e avanço genético obtido no período de 1986/87 a 1993/94. Lavras: UFLA, 1996. 118p.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J. de O. *Genética quantitativa em plantas autógamas; aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. Goiânia: Editora da UFG, 1993. 271p.

SCAPIN, C.A.; CARVALHO, C. G. P.; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n.5, p.683-686, 1995.

THOMÉ, V.M.R.; ZAMPIERI, S.L.; BRAGA, H.J.; MASSIGNAM, A.M.; ALTHOFF, D.A.; PANDOLFO, C.; MIRANDA JÚNIOR, G.X. de. *Zoneamento agrícola para a cultura do feijão em Santa Catarina*. Florianópolis: EPAGRI, 1997. 33p. (Documentos, 186)