

# EXISTE VARIABILIDADE PARA O CARÁTER TEMPO DE COCÇÃO EM FEIJÃO? DEPENDE DO ERRO!

## IS THERE VARIABILITY FOR THE CHARACTER OF BEANS COOKING TIME? DEPENDS OF THE ERROR!

**Carmelice Boff de ALMEIDA<sup>1</sup>; Bruna ARRUDA<sup>2</sup>; Tomás Pellizzaro PEREIRA<sup>2</sup>;  
Naine Martins do VALE<sup>3</sup>; Joice Crescêncio HEIDEMANN<sup>2</sup>;  
Jefferson Luís Meirelles COIMBRA<sup>4</sup>; Altamir Frederico GUIDOLIN<sup>4</sup>**

1. Bióloga, Msc. em Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV, Lages, SC, Brasil. [carmelice\\_32@hotmail.com](mailto:carmelice_32@hotmail.com); 2. Graduando em Agronomia, UDESC - CAV, Lages, SC, Brasil; 3. Engenheira Agrônoma, Msc. em Produção Vegetal, UDESC - CAV, Lages, SC, Brasil; 4. Engenheiro Agrônomo, Professor, Doutor, UDESC - CAV, Departamento de Agronomia, Programa de Pós Graduação em Ciências Agrárias, Instituto de Melhoramento e Genética Molecular da UDESC - IMEGEM, Lages, SC, Brasil. [a2jlm@cav.udesc.br](mailto:a2jlm@cav.udesc.br)

**RESUMO:** O reduzido tempo para a cocção de feijão é uma característica almejada pelos programas de melhoramento. Assim, a técnica empregada para a mensuração do tempo de cozimento deve ser precisa e discriminar os genótipos pelo seu potencial genético. Neste aspecto, este estudo teve como objetivo verificar a existência de variação no método utilizado para determinação do tempo de cocção em feijão. O experimento foi desenvolvido na Universidade do Estado de Santa Catarina, nas dependências do Instituto de Melhoramento e Genética Molecular da UDESC (IMEGEM), no ano de 2009/10. Grãos oriundos de 36 populações mutantes de feijão foram submetidos ao teste de cocção por meio do aparelho cozedor de Mattson, com duas repetições por unidade experimental. Os dados foram analisados considerando três modelos estatísticos: *i*) especificando informações referentes ao erro experimental; *ii*) ao erro de amostragem e; *iii*) considerando as repetições como um fator de variação. Foram empregados três tipos de resíduos nas análises, sendo, o erro total, o erro experimental e o erro de amostragem. Para o mesmo conjunto de dados, resultados discrepantes foram gerados com a utilização de diferentes resíduos, evidenciando a necessidade de rigor nas especificações dos modelos estatísticos e na escolha do resíduo apropriado para testar as hipóteses. A técnica empregada para a avaliação do tempo de cocção apresentou variação intrínseca ao método, sendo necessária a utilização de repetições dentro da unidade experimental para estimar o erro de amostragem e purificar o erro experimental.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Phaseolus vulgaris* L. Tempo de cozimento. Erro experimental.

## INTRODUÇÃO

A obtenção de genótipos comparativamente superiores às cultivares disponibilizadas para uso dos agricultores é o principal objetivo dos programas de melhoramento. Entretanto, além da busca por genótipos com elevado potencial produtivo e tolerantes a fatores adversos, tanto abióticos como bióticos, o novo genótipo deve agregar características referentes à qualidade tecnológica dos grãos (YOKOYAMA; STONE, 2000), pois a aceitabilidade comercial e a preferência dos consumidores por uma cultivar de feijão também depende de seus aspectos culinários.

O feijão é um alimento tradicional na dieta dos brasileiros como fonte de proteínas (LE MOS et al., 2004), sendo consumido por todas as classes sociais, principalmente pelas de menor poder aquisitivo, devido ao menor custo em relação a proteína de origem animal (YOKOYAMA e STONE, 2000). Assim, dentre as inúmeras características culinárias exigidas pelos

consumidores, destaca-se o baixo tempo de cocção (ARMELIN et al., 2007), sendo este, um fator determinante para a aceitabilidade de uma cultivar, tendo em vista o reduzido tempo disponível ao preparo das refeições nos dias atuais (COSTA et al., 2001).

O caráter tempo de cocção é um dos requisitos para a inscrição de novas cultivares no Registro Nacional de Cultivares - RNC, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, em que, o aparelho cozedor de Mattson (PROCTOR; WATTS, 1987) é o equipamento recomendado para a mensuração desta variável (BRASIL, 2006). Embora seja considerada uma metodologia precisa para a avaliação do tempo de cocção, a mesma demanda de muito tempo, o que restringe seu uso em gerações iniciais dos programas de melhoramento (RODRIGUES et al., 2004), pois, normalmente são avaliados um elevado número de genótipos (COSTA et al., 2001). Cabe ressaltar que, a diferença no tamanho dos grãos e na capacidade de absorção de água são características

Existe variabilidade...

que podem condicionar a variação desse método. Portanto, mesmo sendo a metodologia adequada para a mensuração do tempo de cocção em feijão é necessário ter cuidado para minimizar estes possíveis erros inerentes à técnica, pois a variação do método pode inflar o erro experimental dificultando a identificação das diferenças entre os genótipos, por exemplo.

Tendo conhecimento dessa possível variação, uma forma de isolar o erro oriundo do método é fazer uso de mais de uma observação na mesma unidade experimental para mensurar a variável resposta. Logo, a variação não controlada pelo experimentador é composta por duas fontes de variação, sendo, o erro de amostragem que são as diferenças entre as amostras de uma mesma parcela e o erro experimental que é oriundo das variações entre as unidades experimentais com o mesmo tratamento (STEEL et al., 1997).

A possibilidade de particionar os quadrados médios em seus respectivos componentes de variância, permite conhecer a variação relacionada às partes intrínsecas (efeito de genótipo) quanto extrínsecas (resíduos) dos fatores testados no experimento, assim como, verificar qual o resíduo adequado para testar as hipóteses de interesse do pesquisador (COIMBRA et al., 2006).

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo verificar a existência de variação no método empregado para a determinação do tempo de cocção de feijão.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os grãos de feijão submetidos ao teste de cocção foram oriundos do ensaio desenvolvido a campo no ano agrícola 2009/10, na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), na área experimental do Instituto de Melhoramento e Genética Molecular da UDESC (IMEGEM), no município de Lages - SC.

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com dois blocos. A unidade experimental foi constituída de quatro linhas de quatro metros de comprimento espaçadas em 0,5 m, com densidade de semeadura de 15 plantas por metro linear, considerando como área útil as duas linhas centrais, desprezando-se 0,5 m de cada extremidade. Os tratamentos foram compostos por populações mutantes dos genótipos Pérola e IAPAR 81 (grupo carioca), IPR Chopim e IPR Uirapuru (grupo preto) nas doses 0, 100 e 200 Gy (*Gray*) e nas gerações M<sub>1</sub>, M<sub>3</sub> e M<sub>4</sub>, que, após seu cultivo deram origem aos grãos referentes as gerações M<sub>2</sub>, M<sub>4</sub> e M<sub>5</sub>, respectivamente. Estas populações foram

obtidas por meio de irradiação realizada no Centro de Oncologia da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) com o agente mutagênico físico raios gama proveniente de <sup>60</sup>Co. Deste modo, foram conduzidas a campo três gerações mutantes dos quatro genótipos nas doses de 100 e 200 Gy, totalizando 24 populações mutantes (3x4x2 = 24), juntamente com 12 testemunhas (dose 0 Gy).

Após a colheita, os grãos foram secos em estufa até atingirem 12% de umidade. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e armazenadas durante três meses em câmara fria a 8°C, para então serem submetidas ao teste de cocção. Na avaliação do tempo de cozimento foi empregado o aparelho cozedor de Mattson, composto por 25 hastes verticais de 90 g cada e ponta de 2 mm de diâmetro, conforme o método adaptado por Proctor e Watts (1987), com duas repetições por unidade experimental. As amostras constituídas por 16 g de feijão foram imersas em 50 mL de água destilada e mantidas a 25°C por 12 horas, para hidratação. Subsequente a hidratação, com absorção de água pelos grãos em média de 97%, utilizou-se 25 grãos (grãos íntegros, sem rompimento do tegumento) de cada amostra para o teste de cocção, os quais foram colocados sobre a placa suporte do aparelho, de modo que cada haste permanecesse apoiada nos grãos. O cozedor foi alocado em recipiente contendo 3 litros de água destilada fervente, mantendo-se o aquecimento da água até o final da avaliação. O tempo de cozimento das amostras foi cronometrado, em minutos, sendo considerado o tempo decorrido desde o início da cocção até a queda da 13ª haste do aparelho, caracterizando 52% dos grãos cozidos.

Os dados foram submetidos à análise de variância, com auxílio do software SAS 9.1.3 (SAS INSTITUTE INC., 2007), considerando três supostos modelos estatísticos descritos nas equações *a*, *b* e *c*:

$$a) y_{ij} = \mu + b_i + pop_j + e_{ij}$$

$$b) y_{ij} = \mu + b_i + pop_j + e_{ij} + d_{ij}$$

Onde,  $y_{ij}$ : refere-se a variável tempo de cocção;  $\mu$ : efeito associado à média geral;  $b_i$ : efeito do bloco;  $pop_j$ : efeito associado a  $j$ -ésimo nível da população;  $e_{ij}$ : efeito do erro experimental;  $d_{ij}$ : efeito associado ao erro amostral, informação obtida pela avaliação das repetições dentro das parcelas.

Na equação *c* foi estabelecida uma situação em que, considerou-se a repetição de amostragem como um fator experimental com o intuito de verificar se haveriam diferenças entre os resultados

obtidos nas repetições, conforme o modelo estatístico da equação a seguir:

$$c) y_{ij} = \mu + b_i + pop_j + rep_l + pop*rep_m + e_{ijlm}$$

Onde,  $y_{ij}$ : refere-se a variável tempo de cocção;  $\mu$ : efeito associado à média geral;  $b_i$ : efeito do bloco;  $pop_j$ : efeito associado a  $j$ -ésimo nível da população;  $rep_l$ : efeito referente ao  $l$ -ésimo nível do fator repetição de amostragem;  $pop*rep_m$ : efeito associado ao  $m$ -ésimo nível da interação  $pop*rep$ ;  $e_{ijlm}$ : efeito inerente ao erro experimental.

As análises realizadas constaram de: *i*) análise de variância a 5% de probabilidade de erro, especificando os três resíduos (erro total, erro entre e erro dentro); *ii*) estimativa da diferença entre as médias das populações e suas respectivas testemunhas; *iii*) análise de variância considerando a repetição de amostragem como um fator; *iv*) comparação das repetições dentro de cada população.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A utilização de diferentes resíduos, erro total, erro experimental (entre) e erro de amostragem (dentro), na análise de variância para o caráter tempo de cocção proporcionou resultados distintos para os tratamentos (Tabela 1).

Houve efeito significativo do fator população com a utilização do erro total, ou seja, quando a análise de variância foi realizada sem a

informação das repetições dentro das unidades experimentais no modelo estatístico (equação *a*), em que, a mesma foi efetuada considerando as 144 observações sem estimar o erro dentro. Assim, a diferença entre pelo menos duas populações quanto ao tempo de cozimento, por meio desta análise, podem não condizer com a verdade. Isto porque, se a análise é realizada sem a referência das observações, o erro de amostragem não é estimado e desta forma, o quadrado médio do erro experimental será reduzido devido ao maior número de graus de liberdade atribuído a este. Em função disso, há maior probabilidade de ocorrer diferenças significativas entre as populações de feijão testadas.

Ao desprezar as informações das observações dentro de uma mesma parcela condiciona o pesquisador ao não conhecimento da variação referente a técnica utilizada para a mensuração da variável. Desta forma, a fração inerente ao erro de amostragem será inclusa no resíduo estimado para o teste F e, conseqüentemente, a estimativa do erro estará sendo determinada incorretamente, ocasionando resultados de menor confiabilidade e com pequena chance de repetibilidade. Isto ocorre porque os resultados de um ensaio são influenciados tanto pela ação oriunda dos tratamentos, como também por variações não controladas pelo experimentador que tendem a mascarar os efeitos dos tratamentos (COCHRAN; COX, 1992).

**Tabela 1.** Análises de variância para a característica tempo de cocção proveniente de 36 populações de feijão, utilizando três tipos de resíduo.

	Fontes de Variação	GL	QM	E(QM)
Erro total	Bloco (b)	1	38,86 <sup>ns</sup>	$\sigma_t^2 + 72 \sigma_b^2$
	População (pop)	35	61,60*	$\sigma_t^2 + 4 \sigma_{pop}^2$
	Erro total (t) <sup>1</sup>	107	29,97	$\sigma_t^2$
	Total	143		
Erro entre	Fontes de Variação	GL	QM	E(QM)
	Bloco (b)	1	38,86 <sup>ns</sup>	$2 \sigma_e^2 + \sigma_d^2 + 72 \sigma_b^2$
	População (pop)	35	61,60 <sup>ns</sup>	$2 \sigma_e^2 + \sigma_d^2 + 4 \sigma_{pop}^2$
	Erro entre (e) <sup>2</sup>	35	45,14	$2 \sigma_e^2 + \sigma_d^2$
	Erro dentro (d)	72	22,59	$\sigma_d^2$
Total	143			
Erro dentro	Fontes de Variação	GL	QM	E(QM)
	Bloco (b)	1	38,86 <sup>ns</sup>	$2 \sigma_e^2 + \sigma_d^2 + 72 \sigma_b^2$
	População (pop)	35	61,60*	$2 \sigma_e^2 + \sigma_d^2 + 4 \sigma_{pop}^2$
	Erro entre (e)	35	45,14	$2 \sigma_e^2 + \sigma_d^2$
	Erro dentro (d) <sup>3</sup>	72	22,59	$\sigma_d^2$
Total	143			

<sup>1,2,3</sup> Resíduo utilizado no teste F; <sup>ns</sup> Efeito não significativo, \* Efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro; GL: Graus de liberdade; QM: Quadrado médio; E(QM): Esperanças matemáticas dos quadrados médios.

■ Componentes da variância que se anulam conforme o resíduo utilizado no teste F.

Desta forma, o erro experimental interfere diretamente nos testes de hipóteses e nos procedimentos para as comparações múltiplas de médias, em que, quanto maior for o erro, menor a probabilidade de se obter diferenças significativas entre os tratamentos (CARGNELUTTI FILHO et al., 2004), pois, somente as grandes diferenças podem ser detectadas e mesmo estas estarão sujeitas a considerável incerteza (COCHRAN; COX, 1992). Da mesma forma, análises com especificações de modelos não apropriados fornecem resultados com menor confiabilidade e implicações nas inferências derivadas do ensaio. Portanto, como mais de uma observação foi obtida dentro de uma unidade experimental neste ensaio, o procedimento mais apropriado para analisar esse tipo de experimento é considerar as unidades de observações.

Em contrapartida, na análise considerando as informações advindas das observações na mesma unidade experimental (equação *b*), observa-se que não houve diferença significativa para o fator população quando o erro entre foi empregado no teste F (Tabela 1). Assim, as populações de feijão não diferem entre si quanto a característica tempo de cocção. Este resultado é discrepante aos obtidos com o erro total e o erro dentro, pois, quando se obtém dados de observação, o correto é desmembrar o resíduo total nas frações correspondentes ao erro de amostragem e erro experimental, evitando assim, que o resíduo experimental seja estimado erroneamente e as inferências sobre o objeto de estudo sejam válidas. Contudo, existe um reflexo direto na perda de graus de liberdade do erro entre, o que condiciona ao maior valor para o quadrado médio do mesmo e a não ocorrência de diferença significativa do fator população.

Considerando a mesma análise (com as informações das amostras nas parcelas), porém utilizando o erro dentro para o teste F, pode-se verificar o efeito significativo do fator população (Tabela 1). Desta forma, fica evidente que resultados e inferências discrepantes podem derivar de um mesmo conjunto de dados, caso esses sejam analisados com modelos inadequados e, portanto, com diferentes resíduos. Isso remete ao pesquisador à prudência na análise de seus experimentos, assim como, a identificação de forma eficiente quanto ao resíduo correto para ser usado no teste de suas hipóteses.

Ao testar as médias dos tratamentos de uma população, o erro experimental é o apropriado denominador do teste F, uma vez que o mesmo é constituído de todas as fontes de variação adicionais

que compõem as médias dos tratamentos, exceto aquelas devido aos próprios tratamentos (STEEL et al., 1997). Portanto, ao igualar as esperanças matemáticas dos quadrados médios é possível verificar qual o resíduo adequado para a análise das fontes de variação (Tabela 1). Este fato também foi abordado por COIMBRA et al. (2006), os quais apontam a essencialidade do uso das esperanças matemáticas dos quadrados médios, ou componentes da variância, na confirmação do denominador apropriado para testar os efeitos dos fatores. Desta forma, observa-se que o erro entre é o resíduo apropriado para analisar este conjunto de dados, uma vez que, permite isolar as variações dos erros entre e dentro que estão compondo o quadrado médio do tratamento, restando somente os efeitos de tratamento, ou seja, o componente da variância referente apenas aos tratamentos. Em contrapartida, o erro dentro não é o mais adequado, pois a variância referente ao erro entre ainda estará compondo o quadrado médio do tratamento. Do mesmo modo, o erro total não é recomendado pelo fato de ter sido estimado com a variação do erro de amostragem. Contudo, além da identificação do resíduo adequado, os componentes de variância permitem ao pesquisador ter conhecimento da variação que é atribuída aos caracteres genéticos de uma população, sendo de suma importância para a continuidade dos programas de melhoramento (RAMALHO et al., 2008).

Mesmo sendo de conhecimento que as análises de variância com o erro total e erro dentro apresentadas na Tabela 1 não são apropriadas para a avaliação desse experimento, procedeu-se a análise da estimativa da diferença entre as populações e suas respectivas testemunhas quanto ao tempo de cocção, com a utilização dos três resíduos (Tabela 2).

Houve diferença significativa para seis comparações quando o erro total foi utilizado; para três comparações com o uso do erro entre; e para oito comparações por meio do erro dentro. Deste modo, fica evidente que a utilização de resíduos impróprios pode gerar resultados não confiáveis e que dificilmente serão novamente obtidos em ensaios futuros. Assim, com o uso do erro entre, as únicas populações que diferiram quanto às testemunhas foram: *i*) Pérola na geração  $M_2$  na dose de 200  $G_y$  (34 min); *ii*) Pérola  $M_5$  a 100  $G_y$  (35 min); *iii*) IPR Chopim  $M_2$  a 200  $G_y$  (30 min), as quais apresentaram cerca de 8 a 9 minutos a menos no tempo de cocção em relação as testemunhas.

**Tabela 2.** Estimativa da diferença entre as médias referentes ao tempo de cocção das 24 populações de feijão *versus* suas respectivas testemunhas, com uso de três tipos resíduos.

Comparações	Diferença	Nível de significância da estimativa		
		Resíduos <sup>1</sup>		
		Total 29,97	Entre 45,14	Dentro 22,59
Pérola M <sub>2</sub> 100 G <sub>y</sub> vs Testemunha	-2,07	ns	ns	ns
Pérola M <sub>2</sub> 200 G <sub>y</sub> vs Testemunha	-8,45	*	*	*
Pérola M <sub>4</sub> 100 G <sub>y</sub> vs Testemunha	2,02	ns	ns	ns
Pérola M <sub>4</sub> 200 G <sub>y</sub> vs Testemunha	-0,18	ns	ns	ns
Pérola M <sub>5</sub> 100 G <sub>y</sub> vs Testemunha	-8,20	*	*	*
Pérola M <sub>5</sub> 200 G <sub>y</sub> vs Testemunha	-4,38	ns	ns	ns
IAPAR 81 M <sub>2</sub> 100 G <sub>y</sub> vs Testemunha	0,51	ns	ns	ns
IAPAR 81 M <sub>2</sub> 200 G <sub>y</sub> vs Testemunha	5,20	ns	ns	ns
IAPAR 81 M <sub>4</sub> 100 G <sub>y</sub> vs Testemunha	-1,53	ns	ns	ns
IAPAR 81 M <sub>4</sub> 200 G <sub>y</sub> vs Testemunha	1,93	ns	ns	ns
IAPAR 81 M <sub>5</sub> 100 G <sub>y</sub> vs Testemunha	2,37	ns	ns	ns
IAPAR 81 M <sub>5</sub> 200 G <sub>y</sub> vs Testemunha	-0,11	ns	ns	ns
IPR Chopim M <sub>2</sub> 100 G <sub>y</sub> vs Testemunha	-7,25	*	ns	*
IPR Chopim M <sub>2</sub> 200 G <sub>y</sub> vs Testemunha	-9,26	*	*	*
IPR Chopim M <sub>4</sub> 100 G <sub>y</sub> vs Testemunha	-6,27	*	ns	*
IPR Chopim M <sub>4</sub> 200 G <sub>y</sub> vs Testemunha	-5,77	ns	ns	*
IPR Chopim M <sub>5</sub> 100 G <sub>y</sub> vs Testemunha	-5,51	ns	ns	*
IPR Chopim M <sub>5</sub> 200 G <sub>y</sub> vs Testemunha	-7,35	*	ns	*
IPR Uirapuru M <sub>2</sub> 100 G <sub>y</sub> vs Testemunha	-2,86	ns	ns	ns
IPR Uirapuru M <sub>2</sub> 200 G <sub>y</sub> vs Testemunha	-2,11	ns	ns	ns
IPR Uirapuru M <sub>4</sub> 100 G <sub>y</sub> vs Testemunha	0,83	ns	ns	ns
IPR Uirapuru M <sub>4</sub> 200 G <sub>y</sub> vs Testemunha	-1,09	ns	ns	ns
IPR Uirapuru M <sub>5</sub> 100 G <sub>y</sub> vs Testemunha	-0,89	ns	ns	ns
IPR Uirapuru M <sub>5</sub> 200 G <sub>y</sub> vs Testemunha	1,46	ns	ns	ns

<sup>1</sup> Resíduos utilizados para o teste t; <sup>ns</sup> Efeito não significativo, \* Efeito significativo pelo teste t a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados apresentados pelas três populações mutantes citadas anteriormente, proporcionariam um impacto positivo para a escolha de genótipos com reduzido tempo de cocção, haja visto que, no processo de aceitação de uma cultivar certas exigências comerciais devem ser atendidas. Dentre essas exigências, destaca-se o reduzido tempo de cocção (CARBONELL et al., 2003), principalmente pela demanda de tempo e gasto de energia requeridos na preparação do feijão (DALLA CORTE et al., 2003), bem como pelo limitado tempo para o cozimento de feijão por parte da população, devido aos hábitos da vida moderna (BERTOLDO et al., 2008).

As duas repetições utilizadas em cada unidade experimental para mensurar a característica tempo de cocção de feijão permitiram estimar a variação referente a própria técnica utilizada. Este fato é de suma importância, pois o erro experimental é constituído tanto pela variação de ambiente entre parcelas quanto pela variação de ambiente e

genética entre plantas dentro da parcela (VENCOVSKY, 1987). Deste modo, em ensaios de campo a variação entre as amostras proporciona uma medida da homogeneidade da unidade experimental, assim como, é associada com a repetibilidade da técnica (STEEL et al., 1997). No entanto, normalmente não é efetuada a mensuração em todas as plantas da área útil, sendo comum a medição de parte das plantas da unidade experimental (amostra), com o intuito de minimizar o excesso de mão-de-obra, tempo e recursos financeiros (CARGNELUTTI FILHO et al., 2009).

Considerando as repetições de amostragem como um fator na análise estatística, observou-se que não houve diferença entre as repetições tanto na média de todas as populações - efeito principal (Tabela 3) quanto nas comparações dentro de cada uma das populações (Tabela 4). Deste modo não há diferença em utilizar uma ou outra repetição para analisar os dados, pois os resultados obtidos serão os mesmos.

**Tabela 3.** Análise de variância para o caráter tempo de cocção oriundo de 36 populações mutantes de feijão, considerando as repetições como um fator de variação.

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio
Bloco	1	38,86 <sup>ns</sup>
População (pop)	35	61,60 <sup>*</sup>
Repetição (rep)	1	10,82 <sup>ns</sup>
Pop*Rep	35	20,71 <sup>ns</sup>
Erro	71	34,80
Total	143	

<sup>ns</sup> Efeito não significativo, <sup>\*</sup> Efeito significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

**Tabela 4.** Comparação das repetições nas 36 populações mutantes de feijão.

Populações	Quadrado Médio
Pérola M <sub>2</sub> 100 G <sub>y</sub>	0,01 <sup>ns</sup>
Pérola M <sub>2</sub> 200 G <sub>y</sub>	23,38 <sup>ns</sup>
Pérola M <sub>2</sub> Testemunha	5,45 <sup>ns</sup>
Pérola M <sub>4</sub> 100 G <sub>y</sub>	35,11 <sup>ns</sup>
Pérola M <sub>4</sub> 200 G <sub>y</sub>	71,91 <sup>ns</sup>
Pérola M <sub>4</sub> Testemunha	9,21 <sup>ns</sup>
Pérola M <sub>5</sub> 100 G <sub>y</sub>	0,37 <sup>ns</sup>
Pérola M <sub>5</sub> 200 G <sub>y</sub>	0,47 <sup>ns</sup>
Pérola M <sub>5</sub> Testemunha	21,53 <sup>ns</sup>
IAPAR 81 M <sub>2</sub> 100 G <sub>y</sub>	20,75 <sup>ns</sup>
IAPAR 81 M <sub>2</sub> 200 G <sub>y</sub>	0,62 <sup>ns</sup>
IAPAR 81 M <sub>2</sub> Testemunha	4,86 <sup>ns</sup>
IAPAR 81 M <sub>4</sub> 100 G <sub>y</sub>	0,03 <sup>ns</sup>
IAPAR 81 M <sub>4</sub> 200 G <sub>y</sub>	2,71 <sup>ns</sup>
IAPAR 81 M <sub>4</sub> Testemunha	13,58 <sup>ns</sup>
IAPAR 81 M <sub>5</sub> 100 G <sub>y</sub>	7,34 <sup>ns</sup>
IAPAR 81 M <sub>5</sub> 200 G <sub>y</sub>	41,99 <sup>ns</sup>
IAPAR 81 M <sub>5</sub> Testemunha	5,95 <sup>ns</sup>
IPR Chopim M <sub>2</sub> 100 G <sub>y</sub>	69,72 <sup>ns</sup>
IPR Chopim M <sub>2</sub> 200 G <sub>y</sub>	12,71 <sup>ns</sup>
IPR Chopim M <sub>2</sub> Testemunha	16,32 <sup>ns</sup>
IPR Chopim M <sub>4</sub> 100 G <sub>y</sub>	0,63 <sup>ns</sup>
IPR Chopim M <sub>4</sub> 200 G <sub>y</sub>	0,00 <sup>ns</sup>
IPR Chopim M <sub>4</sub> Testemunha	11,49 <sup>ns</sup>
IPR Chopim M <sub>5</sub> 100 G <sub>y</sub>	3,26 <sup>ns</sup>
IPR Chopim M <sub>5</sub> 200 G <sub>y</sub>	17,10 <sup>ns</sup>
IPR Chopim M <sub>5</sub> Testemunha	11,39 <sup>ns</sup>
IPR Uirapuru M <sub>2</sub> 100 G <sub>y</sub>	61,78 <sup>ns</sup>
IPR Uirapuru M <sub>2</sub> 200 G <sub>y</sub>	41,86 <sup>ns</sup>
IPR Uirapuru M <sub>2</sub> Testemunha	84,00 <sup>ns</sup>
IPR Uirapuru M <sub>4</sub> 100 G <sub>y</sub>	12,32 <sup>ns</sup>
IPR Uirapuru M <sub>4</sub> 200 G <sub>y</sub>	19,80 <sup>ns</sup>
IPR Uirapuru M <sub>4</sub> Testemunha	5,38 <sup>ns</sup>
IPR Uirapuru M <sub>5</sub> 100 G <sub>y</sub>	21,48 <sup>ns</sup>
IPR Uirapuru M <sub>5</sub> 200 G <sub>y</sub>	74,74 <sup>ns</sup>
IPR Uirapuru M <sub>5</sub> Testemunha	6,35 <sup>ns</sup>

<sup>ns</sup> Efeito não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Assim, não convém realizar várias repetições de unidades experimentais se as mesmas não permitem estimar o erro de amostragem

referente à técnica utilizada para a mensuração da característica em questão. Isto ocorre porque a essencialidade das repetições na experimentação

Existe variabilidade...

está associada à obtenção da estimativa do erro experimental (RAMALHO et al., 2005), assim como, a redução do resíduo é atribuída principalmente ao princípio do controle local. Logo, o uso de repetições dentro de uma mesma unidade experimental é requerido para que o erro dentro seja desagregado do erro experimental e os efeitos dos tratamentos sobre o caráter tempo de cocção sejam detectados corretamente.

A proposta de um programa de melhoramento de plantas está relacionada à identificação de genótipos com desempenho superior. Para isso, a situação ideal para a avaliação dos genótipos seria em que as diferenças apresentadas pelos mesmos fossem apenas devido ao potencial genético, de forma que, o melhor genótipo poderia ser escolhido com maior segurança (FEHR, 1987). Como esta condição é muito difícil de ser alcançada, cabe ao melhorista decidir qual técnica é mais eficaz para a discriminação dos genótipos. O método empregado para a avaliação do tempo de cozimento em feijão é composto por variações referentes à capacidade de embebição de água de cada grão, ao tamanho dos grãos devido a aleatoriedade das amostras, a utilização de populações com *locus* heterozigotos, assim como, a especificação quanto ao tempo de cozimento. Deste modo, Ribeiro et al. (2007) sugerem uma padronização referente a determinação do tempo de cocção para possibilitar a comparação dos resultados obtidos.

De posse do conhecimento das variações existentes no método de avaliação, o melhorista deve lançar mão de alternativas que permitem o isolamento deste erro. Deste modo, deve-se utilizar

mais de uma repetição por parcela para estimar a variação referente ao erro de amostragem, a qual engloba as variações inerentes tanto ao material experimental quanto a técnica empregada para a mensuração da variável. Portanto, é interessante ressaltar que neste experimento não houve a possibilidade de selecionar populações promissoras quanto ao menor tempo de cozimento de feijão. Entretanto, o mesmo foi de grande valia para exemplificar a variação apresentada pelo método de cocção por meio do cozedor de Mattson. Contudo, ressalta-se que a utilização deste método para o registro de novas cultivares é necessário, e por isso deve ser um critério avaliado no programa de melhoramento, sendo interessante o uso de mais de uma observação por parcela com o intuito de estimar o erro referente ao método e assim obter resultados confiáveis.

## CONCLUSÃO

A técnica empregada para determinação do tempo de cocção de feijão apresenta variação intrínseca ao método, sendo necessária a utilização de repetições dentro da unidade experimental para estimar o erro de amostragem (dentro) e purificar o erro experimental (entre), discriminando, assim, a comparação entre diferentes genótipos não pela técnica empregada, mas pelo potencial genético.

## AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Altair Delfino da Rocha Faes pela irradiação das sementes no Centro de Oncologia da Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

---

**ABSTRACT:** The lower cooking time for common bean is a characteristic desired by breeding programs. Thus, the technique used to measure the cooking time must be precise and efficient for the differentiation of genotypes for their genetic potential. The objective of this study was to verify the existence of variation in the method used to determination the bean cooking time. The experiment was developed in Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC (Santa Catarina State University - Brazil), in the premises of Instituto de Melhoramento e Genética Molecular (IMEGEM) - Molecular Genetics and Breeding Institute, in 2009/10. The grains from thirty six mutant common bean populations were subjected to the cooking test using the Mattson cooker apparatus, with two replications each experimental unit. The data were analyzed using three statistics models: *i)* specifying information related to experimental error; *ii)* to the sampling error and; *iii)* considering the replications as a variation factor. Three types of error were used in the statistics analysis (total error, experimental error and sampling error). Different results were obtained with use of three types of error for the same data set, shown the need of criterion about specification of statistics models and choice of appropriate error for testing the hypotheses. The technique used to evaluation of the bean cooking time showed intrinsic variation, being necessary to use the replications within the experimental unit to estimate the sampling error and purify the experimental error.

**KEYWORDS:** *Phaseolus vulgaris* L. Cooking time. Experimental error.

## REFERÊNCIAS

- ARMELIN, J. M.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; PIEDADE, S. M. S.; MACHADO, F. M. V. F.; SPOTO, M. H. F. Avaliação física de feijão carioca irradiado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 498-502, jul./set. 2007.
- BERTOLDO, J. G.; COIMBRA, J. L. M.; SILVEIRA, C. B.; TOALDO, D. Efeito de diferentes concentrações salinas na redução do tempo de cocção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Biotemas**, Florianópolis, v. 21, n. 3, p. 39-44, set. 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 25, de 23 de maio de 2006. Anexo I: Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) para a inscrição no registro nacional de cultivares - RNC. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 jun. 2006. Seção 1, p. 16. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/visualiza/index.jsp?data=19/06/2006&jornal=1&pagina=17&totalArquivos=80>>. Acesso em: 12 mar. 2011.
- CARBONELL, S. A. M.; CARVALHO, C. R. L.; PEREIRA, V. R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 369-379, set./dez. 2003.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; LÚCIO, A. D. Identificação de variáveis causadoras de erro experimental na variável rendimento de grãos de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 707-713, mai./jun. 2004.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; EVANGELISTA, D. H. R.; GONÇALVES, E. C. P.; STORCK, L. Tamanho de amostra de caracteres de genótipos de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 983-991, jul. 2009.
- COCHRAN, W. G.; COX, G. M. **Experimental designs**. 2. ed. New York: John Wiley, 1992. 611 p.
- COIMBRA, J. L. M.; SOUZA, V. Q.; KOPP, M. M.; SILVA, J. G. C.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, F. I. F. Esperanças matemáticas dos quadrados médios: uma análise essencial. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1730-1738, nov./dez. 2006.
- COSTA, G. R.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Variabilidade para a absorção de água nos grãos de feijão do germoplasma da UFLA. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 1017-1021, jul./ago. 2001.
- DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M. B. S.; DESTRO, D. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 3, n. 3, p. 193-202, jul./set. 2003.
- FEHR, W. R. **Principles of cultivar development: theory and technique**. v. 1. New York: Macmillan, 1987. 536 p.
- LEMOES, L. B.; OLIVEIRA, R. S.; PALOMINO, E. C.; SILVA, T. R. B. Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 319-326, abr. 2004.
- PROCTOR, J. R.; WATTS, B. M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, Ottawa, v. 20, n. 1, p. 9-14, fev. 1987.
- RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 322 p.



Existe variabilidade...

ALMEIDA, C. B. et al.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. 4. ed. Lavras: UFLA, 2008. 463 p.

RIBEIRO, N. D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; POERSCH, N. L.; ROSA, S. S. Padronização de metodologia para avaliação do tempo de cozimento dos grãos de feijão. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 335-346, abr./jun. 2007.

RODRIGUES, J. A.; RIBEIRO, N. D.; POERSCH, N. L.; LONDERO, P. M. G.; CARGNELUTTI FILHO, A. Standardization of imbibition time of common bean grains to evaluate cooking quality. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 4, n. 4, p. 465-471, out./dez.2004.

SAS Institute Inc. **SAS® 9.1.3 (TS1M3) for Windows Microsoft**. Cary: SAS Institute Inc, 2007. 212 p.

STEEL, R. G. D; TORRIE, J. H; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics a biometrical approach**. 3. ed. Boston: McGraw-Hill, 1997. 666 p.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATTERNIANI, E.; VIEGAS, E. G. **Melhoramento e produção de milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 137-214.

YOKOYAMA, L. P.; STONE, L. F. (Ed.). **Cultura do feijoeiro no Brasil: características da produção**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 75 p.