

TECNOLOGIA DE PÓS-COLHEITA

PADRONIZAÇÃO DE METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DO TEMPO DE COZIMENTO DOS GRÃOS DE FEIJÃO ⁽¹⁾

NERINÉIA DALFOLLO RIBEIRO ^(2*); ALBERTO CARGNELUTTI FILHO ⁽³⁾; NERISON LUIZ POERSCH ⁽⁴⁾; SIMONE SAYDELLES DA ROSA ⁽⁵⁾

RESUMO

Diferentes tempos de queda de pinos do cozedor de Mattson têm sido utilizados para caracterizar o cozimento dos grãos de feijão. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi gerar subsídios para a padronização dessa metodologia. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, e 23 cultivares de feijão foram avaliadas para o cozimento durante o ano de 2005. Considerou-se o tempo de queda de cada um dos 25 pinos do cozedor de Mattson (Pino1, Pino2,..., Pino25) - ou tempo de cozimento de cada grão - e o tempo médio de queda dos *i*-ésimos primeiros pinos, *i* = 1, 2,...,25 pino, (Pmed1, Pmed2,..., Pmed25). A interpretação dos resultados permite inferir que a precisão experimental é alterada em função do critério utilizado para caracterizar o cozimento dos grãos. De maneira geral, o uso do tempo médio de queda dos pinos do cozedor de Mattson possibilita melhor discriminação entre as cultivares, em relação ao tempo de queda individual dos pinos. A utilização do tempo médio de queda dos treze primeiros pinos do cozedor de Mattson de 25 pinos confere maior precisão experimental na avaliação do cozimento dos grãos de feijão, por isso é proposto como critério a ser adotado.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, cozedor de Mattson, número de pinos, precisão experimental.

ABSTRACT

STANDARDIZATION OF METHODOLOGY TO EVALUATE COOKING TIME FOR COMMON BEAN GRAINS

Different times of dropping the plunger of the Mattson cooker were used to characterize cooking of common bean grains. The objective of this study was to standardize bean grains cooking methodology. A completely randomized design was used with three replications and 23 dry bean cultivars, evaluated for cooking during the year 2005. The drop time of each peg was considered (Peg1, Peg2,..., Peg25) - or cooking time of each bean grain - and drop mean time of the first pegs, *i* = 1, 2,...,25 peg (Pmean1, Pmean2,..., Pmean25). The results obtained permit to say that experimental precision was modified with criteria change for characterization common bean of cooking time. The use of peg drop mean time of Mattson cooker made possible a better discrimination between cultivars. The utilization of drop mean time of the thirteen first pegs of the 25 pegs conferred greater experimental precision, and is proposed as a criterion to characterize cooking of common bean grains.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, Mattson cooker, number of pegs, experimental precision.

1. INTRODUÇÃO

⁽¹⁾ Recebido para a publicação em 23 de fevereiro de 2006 e aceito em 15 de janeiro de 2007.

⁽²⁾ Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97105-900 Santa Maria (RS). E-mail: neiadr@smail.ufsm.br (*) Autora para correspondência.

⁽³⁾ Departamento de Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 91509-900 Porto Alegre (RS). E-mail: cargnelutti@ufrgs.br

⁽⁴⁾ Aluno de Graduação em Agronomia da UFSM. Bolsista BIC/FAPERGS.

⁽⁵⁾ Aluno de Graduação em Agronomia da UFSM. Bolsista PIBIC/CNPq.

O cozimento é indispensável para o consumo dos grãos de feijão devido à inativação de fatores antinutricionais e por conferir maciez e textura adequada à preferência dos consumidores (YOKOYAMA e STONE, 2000). No entanto, períodos prolongados de cozimento devem ser evitados, pois ocasionam mudanças estruturais em nível celular, provocando perda de nutrientes (WASSIMI et al., 1988).

O tempo de cozimento é fator determinante para a aceitação de uma cultivar de feijão, por isso deverá ser avaliado pelo programa de melhoramento. O método de PROCTOR e WATTS (1987) é utilizado para a avaliação do tempo de cozimento, sendo recomendado pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares - SNPC, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, para a inscrição das novas cultivares (BRASIL, 2001). O cozedor de Mattson de 25 pinos tem sido utilizado, pois corresponde à pressão exercida pela dona de casa entre os dedos para verificar se os grãos estão cozidos (COSTA et al., 2001).

Segundo o trabalho de PROCTOR e WATTS (1987), o tempo de queda de 23 dos 25 pinos, que representa 92% dos grãos cozidos, deve ser usado como valor do tempo de cozimento, pois permite uma aceitável textura para a cocção e o grau de maciez preferido nas análises sensoriais, além de fornecer melhor discriminação entre as amostras. No entanto, esse critério é válido para a cultivar Navy (feijão branco e de grãos pequenos), muito diferente dos tipos comerciais pretos e de cores, amplamente consumidos no Brasil.

Na literatura, percebe-se que diferentes critérios têm sido utilizados para caracterizar o tempo de cozimento. Há trabalhos que consideram o tempo de início do cozimento até a queda do 13.º pino do aparelho, caracterizando 52% dos grãos cozidos (ELIA et al., 1997; CARBONELL et al., 2003; DALLA CORTE et al., 2003). Também é utilizado o tempo médio de queda dos 13 primeiros pinos, contados a partir do início do cozimento dos grãos (RODRIGUES et al., 2004; RODRIGUES et al., 2005 a, b). O tempo de cozimento por grão avaliado, também é considerado (PAULA, 2004). A percentagem de 80% de grãos cozidos, ou seja, o tempo de queda de 20 dos 25 pinos do cozedor é o critério adotado por JACINTO et al. (1999). VINDIOLA et al. (1986) consideram a multiplicação do número de grãos cozidos em um determinado período pelo tempo de cozimento total, dividido pelo número inicial de grãos. Há trabalhos que não mencionam como foi determinado o tempo de cozimento dos grãos de feijão (ELIA et al., 1996; RAMOS JÚNIOR et al., 2005).

Além disso, diferentes massas de pinos e de diâmetro da ponta do pino têm sido empregados, e há trabalhos que não fazem referência a esses parâmetros físicos que são de fundamental importância para o cozimento, pois quanto maior for a massa dos pinos, maior será a pressão exercida sobre os grãos, o que teoricamente levará a tempos menores de cozimento. PROCTOR e WATTS (1987) concluíram que o uso do cozedor de Mattson com pinos de 48 g e 5,0 mm de diâmetro foi o mais adequado no cozimento de feijões Navy. No trabalho de CARBONELL et al. (2003) foi utilizado um cozedor com pinos de 90 g e 1,48 mm de diâmetro da ponta do pino.

Como consequência dessa falta de padronização do critério utilizado para caracterizar o tempo de cozimento dos grãos de feijão, os resultados obtidos não podem ser comparados, até mesmo porque se empregam diferentes tempos de embebição antes da avaliação da cocção dos grãos. Nesse sentido, o coeficiente de variação (CV%) constituiu-se numa estimativa do desvio do erro experimental em relação à média, sendo uma medida de avaliação da precisão experimental. Assim, considera-se que quanto menor for a sua estimativa, maior será a precisão do experimento e vice-versa. Conforme GOMES (1990), nos experimentos a campo, se o CV% for inferior a 10%, diz-se que o CV% é baixo, ou seja, o experimento tem alta precisão; de 10% a 20% são considerados médios e de boa precisão; valores superiores caracterizam baixa precisão experimental. Essa classificação proposta por GOMES (1990) tem sido extensivamente utilizada, porém não leva em consideração a cultura estudada e, principalmente, o caráter considerado (RAMALHO et al., 2000).

LÚCIO (1997), a partir da análise de 84 experimentos de feijão, estabeleceu novos limites de classe ao aplicar o coeficiente de variação (CV%) em relação ao rendimento de grãos. Assim, experimentos com $CV\% \leq 7,0\%$, de 15,5 a 27,0% ou $> 35,5\%$, foram classificados como de muito alta, média e muito baixa precisão experimental, respectivamente. Além do coeficiente de variação, LÚCIO (1997) propôs limites de classes de acordo com os cálculos estatísticos da diferença mínima significativa em percentagem da média (DMS), estabelecendo que experimentos com $DMS \leq 15,0$, de 42,5 a 80,0 ou $> 107,5$, classificam-se quanto à precisão experimental, nas classes muito alta, média e muito baixa, respectivamente. No entanto, a classificação dos CV% em relação à qualidade para o cozimento não foi avaliada.

Assim, quantos pinos devem cair - atravessar os grãos - para caracterizar o cozimento dos grãos de feijão, quando se utiliza o cozedor de Mattson de 25

pinos? Essa informação poderá ser utilizada como critério a ser adotado nas avaliações de tempo de cozimento se contemplar maior precisão experimental na discriminação entre as cultivares e se melhor simular o que a dona de casa considera como maciez aceitável. O objetivo do trabalho foi identificar o tempo de queda de quantos pinos do cozedor de Mattson caracterizam melhor o cozimento dos grãos de feijão, no intuito de gerar subsídios para a padronização desse método.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os grãos de feijão utilizados para compor os tratamentos foram obtidos de experimentos desenvolvidos no campo, no ano agrícola de 2004/2005, em área experimental do Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria (RS). O clima da região é do tipo Cfa - temperado chuvoso, com chuvas bem distribuídas ao longo dos anos e subtropical do ponto de vista térmico.

O solo é classificado como Alissolo Hipocrômico argilúvico típico, pertencente à unidade de mapeamento Santa Maria, e foi preparado de forma convencional. A adubação foi realizada de acordo com a interpretação da análise química do solo. Os tratamentos culturais, como controle de insetos e de plantas infestantes, foram realizados, sempre que necessário, de maneira que não houvesse competição com a cultura.

A colheita manual das plantas foi realizada em janeiro de 2005, na maturação fisiológica. Os grãos de feijão, após a separação das impurezas, em máquinas de ar e peneira, foram secos ao sol e, havendo necessidade, em estufa, até umidade média de 12%. Após o beneficiamento, os grãos foram acondicionados em sacos de papel e armazenados por sete meses em câmara fria, com temperatura média de 0,5° C e umidade relativa de 80%, condição essa disponível na UFSM para o armazenamento de grãos. Esse período simula o tempo máximo em que, normalmente, os grãos podem ser armazenados antes da comercialização.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições laboratoriais, sendo os tratamentos constituídos por 23 cultivares de feijão (BRS Campeiro, BRS Expedito, Carioca, Diamante Negro, Fepagro 26, FTS Magnífico, FTS Soberano, Guabijú, Guapo Brillhante, Guateian 6662, Iapar 31, Iapar 44, Iraí, Macanudo, Macotaço, Minuano, Pérola, Rio Tibagi, SCS Guará, TPS Bionobre, TPS Bonito, TPS Nobre e BRS Valente). As

análises da qualidade de cozimento (absorção de água e tempo de cozimento) foram realizadas no Laboratório de Análise de Qualidade - UFSM.

O teste de absorção de água foi realizado com 25 grãos de feijão, por repetição, e a cada 60 minutos, uma amostra de grãos foi colocada em embebição em água destilada (proporção de 1:4, feijão para água) para a composição dos tratamentos. Os grãos permaneceram em imersão por oito horas, como sugerido por RODRIGUES et al. (2004), à temperatura ambiente (25 °C ± 1 °C). Após o tempo predeterminado, os grãos foram retirados e parcialmente secos em papel toalha. A capacidade de retenção de água pelos grãos foi determinada pela diferença de peso antes e após a embebição, conforme métodos de GARCIA-VELA e STANLEY (1989) e de PLHAK et al. (1989). As percentagens de grãos normais - com absorção normal de água, e a de grãos duros - sem a capacidade de hidratação, em relação ao número total de grãos avaliados, também foram quantificadas, por meio da contagem manual.

A avaliação do tempo de cozimento dos grãos foi efetuada com o emprego do aparelho cozedor de Mattson, com 25 pinos, com pinos de 90 g e 1,0 mm de diâmetro da ponta do pino, seguindo a metodologia adaptada de PROCTOR e WATTS (1987). À semelhança do teste de capacidade de retenção de água pelos grãos, utilizaram-se oito horas de embebição dos grãos em água destilada. A seguir, a água foi eliminada e os grãos colocados na placa suporte do aparelho ficando, cada pino, sobre um grão. O aparelho foi colocado em uma panela com água destilada fervente, mantendo-se o aquecimento. À medida que ocorria o cozimento, os pinos caíam e atravessavam os grãos, anotando-se o tempo decorrido do início da fervura até a queda do pino, e obtendo-se o tempo de queda de cada um dos 25 pinos (Pino1, Pino 2,..., Pino 25) ou o tempo de cozimento de cada grão. Em seguida, calculou-se o tempo médio de queda, dos *i*-ésimos primeiros pinos (Pmed_{*i*}) (*i* = 1, 2,..., 25 pinos).

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o teste de F a 5% de probabilidade. Para a comparação de médias, do efeito de cultivar, foram aplicados os testes de Tukey e Scott Knott (SCOTT e KNOTT, 1974), a 5% de probabilidade. Os quadrados médios residuais, dos tempos de queda de cada um dos 25 pinos (Pino1, Pino 2,..., Pino 25) e dos tempos médios de queda, dos *i*-ésimos primeiros pinos (Pmed_{*i*}) (*i* = 1, 2,..., 25 pinos), foram comparados com a variável que obteve menor valor da estimativa do quadrado médio residual, a fim de verificar a homogeneidade das variâncias residuais.

Para avaliar a magnitude da precisão, foi estimada a diferença mínima significativa entre as cultivares pelo teste de Tukey (Δ); $\Delta = q_{\alpha(n; GL_E)} \sqrt{QM_E/J}$, sendo: o valor da tabela para o teste de Tukey, n cultivares e GL_E graus de liberdade do erro; QM_E a estimativa do erro experimental; e J as repetições. Estimou-se também a diferença mínima significativa (DMS) entre as cultivares, pelo método de Tukey, expresso em percentagem da média, cuja estimativa foi obtida por $DMS = 100 * \Delta / \hat{m}$, sendo: a estimativa da média do experimento.

Definiu-se o índice de diferenciação de Fasoulas (IF) (FASOULAS, 1983), o qual é estimado pela expressão $IF = 200 \sum m/[n(n-1)]$. Nessa expressão, n representa o número total de cultivares e m , o número de médias que uma determinada cultivar supera estatisticamente, após a aplicação do teste de Tukey, fornecendo o percentual de diferenças estatísticas entre as médias que o método de comparação múltiplas de médias (Tukey) pode detectar.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados observados com a aplicação do teste F foram significativos em relação ao teste de capacidade de retenção de água pelos grãos (absorção), percentagem de grãos normais (normais), percentagem de grãos duros (duros), tempo de queda de cada um dos 25 pinos do cozedor de Mattson (Pino1, Pino 2,..., Pino 25) e tempo médio de queda dos i -ésimos primeiros pinos ($i = 1, 2, \dots, 25$ pinos) (Pmed1, Pmed2,..., Pmed25) do cozedor de Mattson, sendo possível a discriminação entre as cultivares de feijão (Tabela 1).

O coeficiente de variação experimental (CV%) oscilou entre 1,37% - percentagem de grãos normais, e 213,59% - percentagem de grãos duros (Tabela 1). Essa última percentagem pode ser explicada pela presença de grãos duros, somente em duas cultivares (TPS Bionobre = 9,3% e BRS Valente = 5,3%).

Em relação ao tempo de cozimento, o coeficiente de variação experimental variou de 4,75% (Pmed9 e Pmed13; tempo de queda médio) a 15,26% (Pino25; tempo de queda individual). Com exceção dos tempos de queda individuais (Pino23, Pino24 e Pino25), nos quais houve precisão média ($10\% < CV \leq 20\%$), os demais tempos de queda individuais e os tempos médios caracterizaram alta precisão experimental ($CV \leq 10\%$), de acordo com a classificação proposta por GOMES (1990).

Valores de coeficientes de variação semelhantes foram obtidos com a utilização do tempo de queda do 13.º pino do cozedor de Mattson - CV%

de 1,1% a 11,2% (ELIA et al., 1997; CARBONELL et al., 2003; DALLA CORTE et al., 2003) e do tempo médio de queda dos 13 primeiros pinos - CV% de 5,48% a 12,18% (RODRIGUES et al., 2004; RODRIGUES et al., 2005 a, b). Entretanto, quando se adota o tempo de cozimento por grão avaliado, maiores valores de CV% foram constatados - 24,9% a 34,6% (PAULA, 2004), evidenciando que a precisão experimental é alterada quando se utiliza diferentes tempos de queda de pinos para caracterizar o cozimento dos grãos de feijão.

Pela interpretação dos valores obtidos com os tratamentos estatísticos do teste F, da diferença mínima significativa a 5% pelo teste de Tukey (Δ) e em percentagem da média (DMS), do número de grupos formados pelo teste de Scott Knott a 5% de significância (SK) e do índice de Fasoulas (Fasoulas), observa-se que o tempo de queda de qualquer pino poderia ser utilizado para caracterizar o cozimento dos grãos, pois possibilitou a diferenciação entre as cultivares de feijão (Tabelas 2 e 3). No entanto, deve-se adotar um critério coerente que não subestime ou superestime o tempo de cozimento e que seja representativo do padrão de cocção ideal para o consumo.

De maneira geral, houve maior variabilidade para tempo de queda dos primeiros e dos últimos pinos, ocasionando menor precisão experimental, o que sugere que valores extremos podem ser desconsiderados, devido a maior heterogeneidade entre as repetições por causa da presença de grãos com cocção muito rápida ou extremamente lenta, respectivamente. Além disso, a utilização do tempo de queda de poucos pinos, não constitui uma amostra representativa e o uso do tempo de todos os pinos, poderia descaracterizar o tempo de cozimento, pelo excesso de cocção de alguns grãos. Provavelmente, esse fato foi levado em consideração na fórmula proposta por VINDIOLA et al. (1986) para cálculo do tempo de cozimento, pois não se consideram os grãos com cozimento muito rápido ou muito demorado (mais de uma hora).

Do ponto de vista da precisão experimental, é desejável a obtenção do máximo de contrastes significativos entre as cultivares e que o tempo de queda ou o tempo médio de queda forneçam os maiores valores do teste F; menor quadrado médio do resíduo (QM_E); menor coeficiente de variação experimental (CV%); menor diferença mínima significativa a 5% pelo teste de Tukey (Δ) e em percentagem da média (DMS), maior número de grupos formados pelo teste de Scott Knot (SK) e maior índice de Fasoulas. Todos esses parâmetros estatísticos devem ser considerados na definição do critério a ser adotado para caracterizar o cozimento dos grãos de feijão.

Tabela 1. Quadrado médio de cultivar (QMc) e do resíduo (QM_E) e teste F, média, coeficiente de variação experimental (CV), diferença mínima significativa a 5% pelo teste de Tukey (Δ) e em porcentagem da média (DMS), número de grupos formados pelo teste de Scott Knott a 5% de significância (SK) e índice de Fasoulas (Fasoulas) de 23 cultivares de feijão avaliadas em relação aos caracteres: capacidade de retenção de água pelos grãos (absorção), porcentagem de grãos normais (normais), porcentagem de grãos duros (duros), tempo de cozimento ou tempo de queda, em minutos, de cada um dos 25 pinos do cozedor de Mattson (Pino1, Pino 2,..., Pino 25) e tempo médio de queda, em minutos, dos i-ésimos primeiros pinos (i = 1, 2,...,25 pinos) (Pmed1, Pmed2,..., Pmed25) do cozedor de Mattson

Caráter	QMc	QM _E	F	Média	CV(%)	Δ	DMS	SK	Fasoulas
Absorção (%)	183,74	48,50	3,79**	104,30	6,68	21,83	20,93	2	4,35
Normais (%)	14,48	1,86	7,81**	99,36	1,37	4,27	4,30	3	16,60
Duros (%)	14,48	1,86	7,81**	0,64	213,59	4,27	669,54	3	16,60
Tempo de cozimento									
Tempo de queda individual									
Pino1	16,12	1,90*	8,47**	16,63	8,30	4,33	26,02	4	20,16
Pino2	15,29	1,56*	9,83**	17,76	7,02	3,91	22,02	4	21,74
Pino3	16,08	0,99ns	16,29**	18,49	5,37	3,11	16,84	4	36,36
Pino4	16,37	1,00ns	16,36**	19,09	5,24	3,14	16,42	4	35,18
Pino5	16,68	0,95ns	17,59**	19,66	4,95	3,05	15,53	4	36,36
Pino6	17,76	1,29ns	13,72**	20,16	5,64	3,57	17,69	4	30,43
Pino7	19,98	1,43*	13,93**	20,59	5,82	3,75	18,24	5	30,83
Pino8	20,69	1,31ns	15,85**	21,02	5,44	3,58	17,04	5	34,39
Pino9	20,56	1,51*	13,57**	21,42	5,75	3,86	18,01	5	30,83
Pino10	20,85	1,59*	13,10**	21,76	5,80	3,95	18,17	5	29,64
Pino11	21,12	1,49*	14,17**	22,14	5,51	3,83	17,29	5	32,81
Pino12	21,17	1,48*	14,28**	22,52	5,41	3,82	16,95	5	32,02
Pino13	22,97	1,75*	13,11**	22,98	5,76	4,15	18,06	5	30,83
Pino14	24,02	2,16*	11,14**	23,52	6,24	4,60	19,57	4	26,88
Pino15	26,44	2,07*	12,75**	24,08	5,98	4,51	18,75	4	30,04
Pino16	27,54	2,73*	10,10**	24,68	6,69	5,17	20,97	4	25,69
Pino17	30,10	3,67*	8,19**	25,25	7,59	6,01	23,80	4	19,37
Pino18	31,92	4,37*	7,31**	25,81	8,10	6,55	25,38	3	15,81
Pino19	34,03	5,20*	6,55**	26,44	8,62	7,14	27,02	2	13,44
Pino20	37,72	5,83*	6,47**	27,34	8,83	7,57	27,68	3	12,65
Pino21	42,44	5,64*	7,53**	28,34	8,38	7,44	26,26	3	17,79
Pino22	51,55	7,80*	6,61**	29,43	9,49	8,76	29,75	2	14,23
Pino23	56,82	10,54*	5,39**	30,76	10,55	10,18	33,08	2	10,67
Pino24	133,37	21,06*	6,33**	33,89	13,54	14,39	42,44	4	11,46
Pino25	201,92	33,76*	5,98**	38,07	15,26	18,21	47,83	3	11,86
Tempo de queda médio									
Pmed1	16,12	1,90*	8,47**	16,63	8,30	4,33	26,02	4	20,16
Pmed2	15,38	1,55*	9,92**	17,19	7,24	3,90	22,71	4	22,92
Pmed3	15,43	1,22ns	12,65**	17,62	6,27	3,46	19,64	5	28,06
Pmed4	15,43	1,02ns	15,18**	17,99	5,60	3,16	17,56	5	33,99
Pmed5	15,53	0,90ns	17,24**	18,32	5,18	2,98	16,24	5	35,57

Continua

Tabela 1 . Conclusão

Caráter	QM _c	QM _E	F	Média	CV(%)	Δ	DMS	SK	Fasoulas
Absorção (%)	183,74	48,50	3,79**	104,30	6,68	21,83	20,93	2	4,35
Normais (%)	14,48	1,86	7,81**	99,36	1,37	4,27	4,30	3	16,60
Duros (%)	14,48	1,86	7,81**	0,64	213,59	4,27	669,54	3	16,60
Pmed6	15,78	0,86ns	18,42**	18,63	4,97	2,90	15,57	5	38,34
Pmed7	16,23	0,84ns	19,27**	18,91	4,85	2,88	15,21	5	39,13
Pmed8	16,63	0,84ns	19,90**	19,17	4,77	2,87	14,94	5	39,92
Pmed9	16,91	0,85ns	19,85**	19,42	4,75	2,89	14,90	5	41,11
Pmed10	17,19	0,88ns	19,46**	19,66	4,78	2,95	14,99	5	40,32
Pmed11	17,42	0,91ns	19,23**	19,88	4,79	2,98	15,01	5	39,53
Pmed12	17,63	0,92ns	19,21**	20,10	4,77	3,00	14,94	5	39,13
Pmed13	17,92	0,93ns	19,25**	20,32	4,75	3,02	14,88	5	38,74
Pmed14	18,23	0,96ns	18,95**	20,55	4,77	3,07	14,96	5	39,13
Pmed15	18,62	0,99ns	18,88**	20,79	4,78	3,11	14,98	5	39,53
Pmed16	19,03	1,03ns	18,46**	21,03	4,83	3,18	15,13	5	39,13
Pmed17	19,50	1,10ns	17,78**	21,28	4,92	3,28	15,43	5	37,55
Pmed18	19,91	1,17ns	17,03**	21,53	5,02	3,39	15,74	5	36,76
Pmed19	20,41	1,26ns	16,21**	21,79	5,15	3,52	16,14	5	34,78
Pmed20	20,94	1,34ns	15,68**	22,07	5,24	3,62	16,42	5	34,78
Pmed21	21,50	1,41*	15,24**	22,36	5,31	3,72	16,65	5	33,60
Pmed22	22,24	1,52*	14,65**	22,69	5,43	3,86	17,03	4	32,41
Pmed23	23,11	1,64*	14,09**	23,04	5,56	4,02	17,43	4	32,02
Pmed24	25,23	1,74*	14,53**	23,49	5,61	4,13	17,59	4	33,60
Pmed25	27,99	1,89*	14,78**	24,07	5,72	4,31	17,92	4	34,39

* QM_c da variável difere do QM_E das variáveis Pmed7 e Pmed8 (menor valor de QM_E) pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade de erro. ns = Não-significativo. ** Significativo a 1% de probabilidade de erro. Graus de liberdade do resíduo = 46.

Em relação aos tempos individuais de queda, somente tempos menores ou iguais ao tempo de queda do oitavo pino apresentaram variâncias residuais homogêneas em relação ao menor QM_E (Tabela 1). Esse fato possibilita a utilização de qualquer um desses tempos como estimativa para caracterizar o tempo de cozimento dos grãos. No entanto, pelo fato de serem pouco representativos do número total de pinos, não se recomenda a sua adoção.

De maneira geral, observa-se que maior precisão experimental foi verificada quando se considera o tempo médio acumulado de queda, em relação ao tempo individual de queda (Tabela 1). Essa constatação permite a sugestão de que os tempos médios acumulados de queda dos pinos sejam considerados para o cálculo do tempo de cozimento, devido à maior precisão obtida.

Então, em relação, ao tempo médio de queda dos *i*-ésimos primeiros pinos (*i* = 1, 2, ..., 25 pinos) (Pmed1, Pmed2, ..., Pmed25), verifica-se que as variâncias

residuais entre as variáveis Pmed3, Pmed4, ..., Pmed20, são homogêneas e, portanto conferem precisão experimental semelhante. Sendo assim, qualquer tempo médio acumulado nesse intervalo, poderia ser utilizado para caracterizar o tempo de cozimento dos grãos de feijão. No entanto, considerando que deve-se utilizar uma amostra representativa dos 25 pinos, o critério de escolha deve recair entre Pmed13 e Pmed20.

Assim, em relação ao tempo médio de queda entre Pmed13 e Pmed20, os menores valores observados para o quadrado médio do erro, coeficiente de variação, diferença mínima significativa a 5% pelo teste de Tukey (Δ) e em percentagem da média (DMS) e os maiores valores do teste F, indicam maior precisão experimental quando se utiliza o tempo médio acumulado até o décimo terceiro pino (Pmed13). Esse critério tem sido utilizado recentemente nos trabalhos de RODRIGUES et al. (2004) e RODRIGUES et al. (2005 a, b) e com eficiência na identificação de diferenças na cocção entre as cultivares de feijão avaliadas.

Tabela 2. Médias (¹) dos tempos de queda, em minutos, de cada um dos Pi pinos do cozedor de Mattson (i = 1, 2, ..., 25). Santa Maria (RS), UFSM, 2005

Cultivar (²)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
BRS Campeiro	18,38 b	19,24 b	19,78 b	20,48 b	21,13 b	21,19 b	21,73 c	22,37 c	22,52 c	22,82 c	23,07 c	23,24 c	23,59 c
BRS Expedito	15,87 c	16,84 c	17,56 c	18,03 c	19,06 c	19,91 c	20,14 d	20,39 d	20,57 d	21,01 d	21,18 d	21,57 d	22,07 d
Carioca	17,69 b	18,41 c	18,87 c	19,17 c	20,73 b	21,22 b	21,37 c	21,45 c	22,38 c	22,85 c	23,23 c	23,71 c	24,16 c
Diamante Negro	17,36 b	18,89 b	19,59 b	20,14 b	20,32 b	21,34 b	21,63 c	21,98 c	22,13 c	22,21 c	22,63 c	22,67 c	22,85 d
Fepagro 26	12,91 d	14,46 d	15,20 d	15,66 d	16,05 d	17,27 d	17,62 e	18,00 e	18,58 e	19,14 d	19,68 d	20,05 d	20,34 d
FTS Magnífico	16,02 c	17,05 c	17,99 c	18,31 c	18,99 c	19,08 c	19,51 d	20,38 d	20,63 d	20,67 d	21,10 d	22,57 c	22,75 d
FTS Soberano	14,01 d	16,89 c	17,35 c	17,57 c	18,44 c	18,77 c	19,12 d	19,42 d	19,53 d	19,90 d	20,20 d	20,72 d	20,97 d
Guabijú	21,88 a	22,67 a	23,49 a	23,66 a	24,32 a	25,42 a	26,43 a	26,97 a	27,14 a	27,68 a	27,99 a	28,47 a	28,83 a
Guapo Brilhante	15,41 c	16,03 d	16,25 d	16,41 d	16,52 d	16,81 d	17,06 e	17,17 e	17,40 e	17,70 e	18,06 e	18,26 e	18,48 e
Guateian 6662	18,72 b	19,80 b	21,17 b	21,48 b	21,94 b	22,65 b	23,74 b	24,44 b	24,81 b	25,12 b	25,56 b	25,70 b	26,21 b
IAPAR 31	16,36 c	16,98 c	18,74 c	19,32 c	19,67 b	20,24 b	20,39 d	21,10 c	21,64 c	22,33 c	22,63 c	22,88 c	24,10 c
IAPAR 44	16,85 c	18,22 c	18,92 c	19,92 b	20,87 b	20,93 b	21,23 c	21,63 c	21,94 c	22,12 c	22,79 c	23,01 c	23,78 c
Iraí	18,91 b	20,32 b	21,24 b	21,37 b	21,59 b	21,97 b	22,41 c	22,44 c	22,69 c	22,81 c	22,90 c	23,37 c	23,89 c
Macanudo	14,34 d	14,84 d	15,10 d	15,44 d	15,89 d	15,98 d	16,30 e	16,82 e	16,96 e	17,28 e	17,85 e	18,07 e	18,38 e
Macotaço	14,01 d	14,12 d	14,56 d	15,48 d	16,09 d	16,51 d	16,77 e	17,15 e	18,14 e	18,42 e	18,58 e	18,96 e	19,43 e
Minuano	14,44 d	16,86 c	17,17 c	18,12 c	18,55 c	19,45 c	19,76 d	20,18 d	20,47 d	20,88 d	21,01 d	21,54 d	21,87 d
Pérola	16,52 c	17,93 c	18,05 c	18,58 c	19,14 c	19,52 c	19,61 d	19,99 d	20,10 d	20,45 d	20,54 d	20,73 d	20,99 d
Rio Tibagi	20,00 a	20,56 b	20,94 b	21,24 b	21,68 b	22,31 b	22,44 c	22,78 c	23,56 c	24,31 b	24,99 b	25,43 b	26,52 b
SCS202 Guará	20,82 a	22,12 a	22,46 a	23,70 a	24,07 a	24,59 a	24,89 b	25,28 b	25,35 b	25,59 b	25,91 b	26,23 b	26,83 b
TPS Bionobre	16,41 c	16,59 c	18,64 c	20,84 b	21,38 b	21,81 b	22,94 c	23,83 b	24,78 b	24,94 b	25,32 b	25,60 b	26,01 b
TPS Bonito	14,59 d	16,52 c	17,34 c	17,62 c	18,41 c	18,53 c	18,97 d	19,34 d	19,85 d	20,03 d	20,50 d	20,96 d	21,26 d
TPS Nobre	15,07 d	15,73 d	16,34 d	17,39 c	17,48 c	17,98 c	18,17 e	18,72 d	19,18 d	19,51 d	19,91 d	20,21 d	20,57 d
BRS Valente	15,85 c	17,31 c	18,49 c	19,23 c	19,86 b	20,28 b	21,24 c	21,69 c	22,25 c	22,69 c	23,51 c	23,98 c	24,67 c

Continua

Tabela 2 . Conclusão

Cultivar (¹)	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25
BRS Campeiro	24,78 b	24,99 b	25,52 b	26,42 b	26,78 b	27,36 a	28,88 b	29,19 b	29,78 b	30,52 b	32,38 c	35,37 c
BRS Expedito	22,22 c	22,99 c	23,54 c	23,88 c	23,97 c	24,68 b	25,25 c	26,57 c	26,86 b	27,09 b	29,21 d	33,76 c
Carioca	24,32 b	24,58 b	25,32 b	26,16 b	26,55 b	28,32 a	28,80 b	29,76 b	30,20 b	32,07 a	32,70 c	34,36 c
Diamante Negro	23,08 c	23,32 c	24,05 c	24,20 c	24,26 c	24,69 b	25,16 c	25,44 c	25,94 b	27,43 b	28,31 d	30,43 c
Fepagro 26	21,32 c	21,64 c	22,27 c	23,23 c	25,16 c	26,08 b	27,41 c	27,92 c	29,57 b	30,22 b	34,03 c	35,43 c
FTS Magnífico	22,88 c	23,42 c	23,52 c	23,76 c	23,90 c	24,81 b	25,46 c	25,94 c	27,36 b	29,57 b	34,14 c	36,77 c
FTS Soberano	21,78 c	22,07 c	22,22 c	22,56 c	22,77 c	23,52 b	24,32 c	26,47 c	27,34 b	27,94 b	29,17 d	36,20 c
Guabijú	29,26 a	29,91 a	30,10 a	30,69 a	31,08 a	31,91 a	32,59 a	32,92 a	33,74 a	34,31 a	37,36 b	42,37 b
Guapo Brilhante	18,85 d	19,06 d	19,34 d	19,54 d	19,89 c	20,24 b	20,82 c	21,93 c	22,28 b	22,61 b	23,13 d	25,81 c
Guateian 6662	26,58 a	27,26 a	28,23 a	29,35 a	30,44 a	31,18 a	31,39 a	32,58 a	34,99 a	35,89 a	41,74 b	50,42 b
IAPAR 31	24,36 b	25,49 b	26,08 b	26,38 b	26,41 b	26,68 b	27,14 c	27,39 c	28,19 b	30,03 b	32,56 c	36,66 c
IAPAR 44	24,89 b	25,32 b	26,37 b	26,53 b	27,01 b	27,47 a	28,29 b	30,55 b	31,93 a	33,68 a	36,24 c	46,81 b
Irará	24,24 b	24,95 b	25,67 b	25,92 b	26,11 b	26,70 b	27,06 c	27,49 c	28,50 b	30,99 b	32,97 c	35,16 c
Macanudo	18,81 d	19,42 d	19,85 d	19,97 d	20,61 c	20,94 b	21,65 c	21,98 c	22,73 b	24,09 b	24,28 d	27,69 c
Macotaço	20,11 d	20,42 d	21,04 d	21,21 d	22,07 c	22,73 b	24,31 c	25,31 c	25,99 b	27,03 b	27,94 d	30,24 c
Minuano	22,31 c	22,64 c	23,45 c	24,72 c	25,59 c	26,01 b	26,75 c	29,01 b	32,18 a	33,96 a	35,11 c	46,92 b
Pérola	21,44 c	22,07 c	23,02 c	23,54 c	23,98 c	24,36 b	24,91 c	25,28 c	26,50 b	27,72 b	32,67 c	33,19 c
Rio Tibagi	27,21 a	27,68 a	28,41 a	29,48 a	30,38 a	31,33 a	31,93 a	33,49 a	34,67 a	37,83 a	41,87 b	44,09 b
SCS202 Guarú	27,33 a	28,47 a	29,43 a	29,76 a	30,67 a	31,53 a	33,94 a	34,77 a	36,63 a	38,43 a	46,29 a	48,74 b
TPS Bionobre	27,46 a	28,64 a	28,74 a	29,31 a	29,78 a	29,94 a	31,67 a	33,95 a	36,15 a	37,24 a	49,08 a	58,72 a
TPS Bonito	21,67 c	22,52 c	23,03 c	23,63 c	24,08 c	24,30 b	25,83 c	26,24 c	26,48 b	28,03 b	28,93 d	34,76 c
TPS Nobre	20,82 c	21,30 c	21,66 d	22,48 c	23,03 c	23,46 b	23,76 c	24,49 c	25,32 b	26,57 b	27,80 d	29,03 c
BRS Valente	25,16 b	25,68 b	26,71 b	27,96 b	29,23 a	29,85 a	31,41 a	33,13 a	33,62 a	34,29 a	41,68 b	42,76 b

(¹) = Médias de três repetições analíticas para cada cultivar avaliada.

(²) = Cultivares com médias não seguidas por mesma letra na vertical diferem pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Médias ⁽¹⁾ dos tempos médios de queda, em minutos, dos i-ésimos primeiros pinos (i = 1, 2, ..., 25 pino) (Pmed1, Pmed2, ..., Pmed25) do cozedor de Mattson

Cultivar ⁽²⁾	Pmed 1	Pmed 2	Pmed 3	Pmed 4	Pmed 5	Pmed 6	Pmed 7	Pmed 8	Pmed 9	Pmed 10	Pmed 11	Pmed 12	Pmed 13
BRS Campeiro	18,38 b	18,81 b	19,13 b	19,47 b	19,81 c	20,03 c	20,28 c	20,54 c	20,76 c	20,96 c	21,15 c	21,33 c	21,51 c
BRS Expedito	15,87 c	16,36 c	16,76 c	17,07 c	17,47 d	17,88 d	18,20 d	18,47 d	18,71 d	18,94 d	19,14 d	19,34 d	19,56 d
Carioca	17,69 b	18,05 b	18,32 b	18,54 c	18,97 c	19,35 c	19,64 c	19,86 c	20,15 c	20,41 c	20,67 c	20,92 c	21,17 c
Diamante Negro	17,36 b	18,12 b	18,62 b	18,99 b	19,27 c	19,61 c	19,90 c	20,16 c	20,38 c	20,56 c	20,75 c	20,91 c	21,06 c
Fepagro 26	12,91 d	13,68 d	14,18 e	14,56 e	14,86 e	15,26 e	15,59 e	15,90 e	16,19 e	16,49 e	16,78 e	17,05 e	17,31 e
FTS Magnífico	16,02 c	16,54 c	17,02 c	17,34 c	17,67 d	17,91 d	18,14 d	18,41 d	18,66 d	18,86 d	19,07 d	19,36 d	19,62 d
FTS Soberano	14,01 d	15,44 d	16,08 d	16,46 d	16,85 d	17,17 d	17,44 d	17,69 d	17,91 d	18,10 d	18,29 d	18,49 d	18,68 d
Guabijú	21,88 a	22,28 a	22,68 a	22,92 a	23,20 a	23,57 a	23,98 a	24,36 a	24,66 a	24,96 a	25,24 a	25,51 a	25,77 a
Guapo Brilhante	15,41 c	15,72 d	15,90 d	16,02 d	16,12 e	16,24 e	16,36 e	16,46 e	16,57 e	16,68 e	16,80 e	16,92 e	17,04 e
Guateian 6662	18,72 b	19,26 b	19,89 b	20,29 b	20,62 b	20,96 b	21,36 b	21,74 b	22,09 b	22,39 b	22,68 b	22,92 b	23,18 b
IAPAR31	16,36 c	16,67 c	17,36 c	17,85 c	18,22 d	18,56 d	18,81 d	19,10 d	19,38 d	19,68 c	19,94 c	20,19 c	20,49 c
IAPAR44	16,85 c	17,53 c	17,99 c	18,48 c	18,96 c	19,28 c	19,56 c	19,82 c	20,05 c	20,26 c	20,49 c	20,70 c	20,94 c
Iraí	18,91 b	19,62 b	20,16 b	20,46 b	20,68 b	20,90 b	21,12 b	21,28 b	21,44 b	21,58 b	21,69 c	21,83 c	21,99 c
Macanudo	14,34 d	14,59 d	14,76 e	14,93 e	15,12 e	15,27 e	15,42 e	15,59 e	15,74 e	15,89 e	16,08 e	16,24 e	16,41 e
Macotaco	14,01 d	14,06 d	14,23 e	14,54 e	14,85 e	15,12 e	15,36 e	15,58 e	15,87 e	16,12 e	16,35 e	16,57 e	16,78 e
Minuano	14,44 d	15,65 d	16,16 d	16,64 d	17,03 d	17,43 d	17,77 d	18,07 d	18,33 d	18,59 d	18,81 d	19,04 d	19,26 d
Pérola	16,52 c	17,22 c	17,49 c	17,77 c	18,04 d	18,29 d	18,48 d	18,66 d	18,82 d	18,99 d	19,13 d	19,26 d	19,40 d
Rio Tibagi	20,00 a	20,28 a	20,50 b	20,68 b	20,88 b	21,12 b	21,31 b	21,49 b	21,72 b	21,98 b	22,25 c	22,52 c	22,83 b
SCS202 Guará	20,82 a	21,47 a	21,80 a	22,27 a	22,63 a	22,96 a	23,23 a	23,49 a	23,69 a	23,89 a	24,07 a	24,26 a	24,45 a
TPS Bionobre	16,41 c	16,50 c	17,21 c	18,12 c	18,77 c	19,28 c	19,80 c	20,30 c	20,80 c	21,22 b	21,59 c	21,92 c	22,23 c
TPS Bonito	14,59 d	15,56 d	16,15 d	16,51 d	16,89 d	17,17 d	17,43 d	17,67 d	17,91 d	18,12 d	18,33 d	18,56 d	18,76 d
TPS Nobre	15,07 d	15,40 d	15,72 d	16,13 d	16,40 e	16,67 e	16,88 e	17,12 e	17,34 e	17,56 d	17,77 d	17,97 d	18,18 d
BRS Valente	15,85 c	16,58 c	17,22 c	17,72 c	18,14 d	18,51 d	18,89 d	19,25 d	19,58 d	19,89 c	20,22 c	20,53 c	20,86 c

Continua

Tabela 3. Conclusão

Cultivar (¹)	Pmed 14	Pmed 15	Pmed 16	Pmed 17	Pmed 18	Pmed 19	Pmed 20	Pmed 21	Pmed 22	Pmed 23	Pmed 24	Pmed 25
BRS Campeiro	21,74 c	21,95 c	22,18 c	22,42 c	22,67 c	22,92 c	23,22 c	23,49 c	23,78 b	24,07 b	24,42 b	24,87 b
BRS Expedito	19,75 d	19,96 d	20,18 d	20,40 d	20,59 d	20,81 d	21,04 d	21,31 d	21,56 c	21,79 c	22,10 c	22,57 c
Carioca	21,39 c	21,61 c	21,84 c	22,10 c	22,34 c	22,66 c	22,96 c	23,29 c	23,60 b	23,97 b	24,34 b	24,73 b
Diamante Negro	21,21 c	21,34 c	21,51 c	21,67 c	21,81 c	21,97 c	22,13 c	22,29 d	22,45 c	22,67 c	22,90 c	23,21 c
Fepagro 26	17,59 e	17,86 e	18,14 e	18,43 e	18,81 e	19,19 d	19,61 d	20,00 d	20,43 c	20,86 c	21,41 c	21,97 c
FTS Magnífico	19,85 d	20,09 d	20,30 d	20,51 d	20,69 d	20,91 d	21,14 d	21,37 d	21,64 c	21,98 c	22,49 c	23,06 c
FTS Soberano	18,90 d	19,12 d	19,31 d	19,50 d	19,68 d	19,88 d	20,11 d	20,41 d	20,72 c	21,04 c	21,37 c	21,97 c
Guabijú	26,01 a	26,27 a	26,51 a	26,76 a	27,00 a	27,26 a	27,52 a	27,78 a	28,06 a	28,32 a	28,70 a	29,24 a
Guapo Brilhante	17,17 e	17,29 e	17,42 e	17,55 e	17,68 e	17,82 e	17,96 e	18,16 e	18,34 d	18,53 d	18,72 d	19,01 d
Guateian 6662	23,43 b	23,68 b	23,97 b	24,28 b	24,62 b	24,97 b	25,29 b	25,63 b	26,06 a	26,49 a	27,12 a	28,06 a
IAPAR 31	20,77 c	21,08 c	21,39 c	21,69 c	21,94 c	22,20 c	22,44 c	22,68 c	22,93 b	23,24 b	23,63 c	24,14 c
IAPAR 44	21,22 c	21,50 c	21,79 c	22,08 c	22,35 c	22,62 c	22,91 c	23,27 c	23,66 b	24,10 b	24,60 b	25,49 b
Iraí	22,15 c	22,34 c	22,55 c	22,74 c	22,93 c	23,13 c	23,32 c	23,52 c	23,75 b	24,07 b	24,44 b	24,87 b
Macanudo	16,57 e	16,77 e	16,96 e	17,14 e	17,33 e	17,52 e	17,73 e	17,93 e	18,15 d	18,41 d	18,65 d	19,01 d
Macotaco	17,02 e	17,25 e	17,49 e	17,71 e	17,95 e	18,20 e	18,50 e	18,83 e	19,16 d	19,49 d	19,85 d	20,26 d
Minuano	19,47 d	19,68 d	19,92 d	20,20 d	20,50 d	20,79 d	21,09 d	21,47 d	21,95 c	22,48 c	23,00 c	23,96 c
Pérola	19,54 d	19,71 d	19,92 d	20,13 d	20,35 d	20,56 d	20,77 d	20,99 d	21,24 c	21,52 c	21,98 c	22,43 c
Rio Tibagi	23,14 b	23,44 b	23,75 b	24,09 b	24,44 b	24,80 b	25,16 b	25,56 b	25,97 a	26,48 a	27,13 a	27,80 a
SCS202 Guará	24,66 a	24,91 a	25,19 a	25,46 a	25,75 a	26,06 a	26,45 a	26,84 a	27,29 a	27,78 a	28,54 a	29,36 a
TPS Bionobre	22,61 c	23,02 c	23,37 b	23,72 b	24,05 b	24,37 b	24,73 b	25,17 b	25,67 a	26,18 a	27,12 a	28,39 a
TPS Bonito	18,97 d	19,21 d	19,45 d	19,69 d	19,93 d	20,16 d	20,44 d	20,73 d	20,98 c	21,29 c	21,61 c	22,13 c
TPS Nobre	18,36 d	18,56 d	18,76 d	18,97 d	19,19 d	19,42 d	19,64 d	19,87 d	20,12 c	20,40 c	20,71 d	21,04 d
BRS Valente	21,16 c	21,46 c	21,79 c	22,15 c	22,54 c	22,93 c	23,36 c	23,82 c	24,26 b	24,71 b	25,41 b	26,10 b

(¹) Médias de três repetições analíticas para cada cultivar avaliada.

(²) Cultivares com médias não seguidas por mesma letra na vertical diferem pelo teste Scott Knott a 5% de probabilidade.

Se o critério de escolha fosse embasado somente no índice de diferenciação Fasoulas (Fasoulas), maior número de contrastes significativos seriam obtidos em Pmed15, comparando Pmed13 a Pmed20. No entanto, o índice de diferenciação de Fasoulas é obtido em função do resultado do teste de Tukey, que revela ambigüidade para experimentos com muitos tratamentos. Assim, nesses casos, o teste de Scott Knott é o mais indicado e possibilitou a formação de cinco grupos, a 5% de significância, no intervalo entre Pmed13 a Pmed20. Considerando que não houve diferença significativa entre as variâncias residuais nesse intervalo, não há diferença quanto ao CV%, DMS e Fasoulas, e qualquer um desses tempos poderia ser utilizado para caracterizar o cozimento dos grãos.

Entretanto, é preciso levar em conta que o tempo de cozimento obtido deve ser o mais próximo possível do tempo em que a dona de casa precisa para cozinhar o feijão. PROCTOR e WATTS (1987) sugerem a utilização do tempo de queda de 23 dos 25 pinos, que representa 92% dos grãos cozidos, e JACINTO et al. (1999) utilizam o tempo de 20 dos 25 pinos, caracterizando 80% de cozimento dos grãos. A utilização de 92% ou de 80% dos grãos cozidos se aproxima mais do grau de maciez de textura preferidos para o consumo (PROCTOR e WATTS, 1987), no entanto, quando se considera o tempo de queda individual de 23 ou de 20 pinos, perde-se em precisão experimental, como pode ser verificado no presente trabalho (Tabela 1).

Desse modo, quando o programa de melhoramento de feijão avalia facilidade para o cozimento, é preciso que se adote um método que seja eficiente para discriminar as diferenças no germoplasma, confira alta precisão experimental e seja representativa do padrão de cocção a ser obtido pela dona de casa. O feijão não precisa estar totalmente cozido, pois quando se utiliza o tempo individual ou acumulado de maior número de pinos, a precisão experimental é comprometida (Tabela 1). Propõe-se a utilização do tempo médio acumulado até o décimo terceiro pino (Pmed13) como critério a ser adotado para caracterizar o cozimento dos grãos de feijão, quando se utiliza o cozedor de Mattson de 25 pinos. A padronização do método de avaliação de cozimento de grãos de feijão se faz necessário para que seja possível a comparação dos resultados e a rápida identificação de germoplasma com tempo de cocção reduzido.

4. CONCLUSÕES

1. Maior discriminação entre as cultivares de feijão na avaliação de cozimento é obtida com o uso do tempo médio de queda dos pinos do cozedor de Mattson.

2. A utilização do tempo médio de queda dos treze primeiros pinos do cozedor de Mattson de 25 pinos proporciona maior precisão experimental e deve ser adotado como critério para o cálculo do tempo de cozimento de grãos de feijão.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas concedidas à pesquisadora Nerinéia Dalfollo Ribeiro e à aluna Simone Saydelles da Rosa. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pela bolsa ao aluno Nerison Luiz Poersch.

REFERÊNCIAS

- BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anexo IV**. Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão (*Phaseolus vulgaris*), para a inscrição no registro nacional de cultivares - RNC. 2001. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 7 fev. 2005.
- 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, 2003.
- COSTA, G.R.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Variabilidade para absorção de água nos grãos de feijão do germoplasma da UFLA. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.4, p.1017-1021, 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**, Londrina, v.3, n.3, p.193-202, 2003.
- ELIA, F.M.; HOSFIELD, G.L.; UEBERSAX, M.A. Inheritance of cooking time, water absorption, protein and tannin content in dry bean and their expected gain from selection. **Bean Improvement Cooperative**, Cali, v.39, n.2, p.266-267, 1996.
- ELIA, F.M.; HOSFIELD, G.L.; KELLY, J.D.; UEBERSAX, M.A. Genetic analysis and interrelationships between traits for cooking time, water absorption, and protein and tannin content of Andean dry beans. **Journal American Society Horticulture Science**, Alexandria, v.122, n.4, p.512-518, 1997.
- FASOULAS, A.C. Rating cultivars and trials in applied plant breeding. **Euphytica**, Wageningen, v.32, n.3, p.939-943, 1983.
- GARCIA-VELA, L.A.; STANLEY, D.W. Water-holding capacity in hard-to-cook bean (*P. vulgaris* L.): effect of pH and ionic strength. **Journal of Food Science**, Chicago, v.54, n.4, p.1080-1081, 1989.

- GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**.13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.
- JACINTO, C.H.; AZPÍROZ, S.R.; ACOSTA, J.A.G.; HERNÁNDEZ, H.S.; BALTAZAR, B.M.; BERNAL-LUGO, I. Seed physical traits and inheritance of cooking time in recombinant bean inbred lines. **Bean Improvement Cooperative**, Cali, v.42, n.2, p.125-126, 1999.
- LÚCIO, A.D. **Parâmetros da precisão experimental das principais culturas anuais do Estado do Rio Grande do Sul**. 1997. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1997.
- PAULA, S.R.R. **Efeito materno associado à capacidade de cozimento do feijoeiro**. 2004. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- PLHAK, L.C.; CALDWELL, K.B.; STANLEY, D.W. Comparison of methods used to characterize water imbibition in hard-to-cook beans. **Journal of Food Science**, Chicago, v.54, n.3, p.326-336, 1989.
- 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**, Apple Hill, v.20, n.1, p.9-14, 1987.
- RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. de. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: Ufla, 2000. 326 p.
- RAMOS JÚNIOR, E.U.; LEMOS, L.B.; SILVA, T.R.B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.1, p.75-82, 2005.
- 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, 2004.
- RODRIGUES, J.A.; RIBEIRO, N.D.; LONDERO, P.M.G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; GARCIA, D.C. Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, n.1, v.35, p.209-214, 2005a.
- RODRIGUES, J.A.; RIBEIRO, N.D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; TRENTIN, M.; LONDERO, P.M.G. Qualidade para o cozimento de grãos de feijão obtidos em diferentes épocas de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.3, p.369-376, 2005b.
- SCOTT, A. J., KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v.30, n.3, p.507-512. 1974.
- VINDIOLA, O.L.; SEIB, P.A.; HOSENEY, R.C. Accelerated development of the hard-to-cook state in beans. **Cereal Foods World**, St. Paul, v.31, n.8, p.538-552, 1986.
- WASSIMI, N.N.; HOSFIELD, G.L.; UEBERSAX, M.A. Combining ability of tannin content and protein characteristics of raw and cooked dry beans. **Crop Science**, Madison, v.28, n.3, p.452-458, 1988.
- YOKOYAMA, L.P.; STONE, L.F. **Cultura do feijoeiro no Brasil: características da produção**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 75p.