

## ● AGRONOMIA

# QUALIDADE TECNOLÓGICA DE GRÃOS DE CULTIVARES DE FEIJÃO-COMUM EM RESPOSTA A REPOSIÇÕES HÍDRICAS NO SOLO

Stefany Silva de Souza\*<sup>1</sup>, Márcio José de Santana<sup>2</sup>, Leandro Borges Lemos<sup>3</sup>,  
Taynara Tuany Borges Valeriano, Tatiana Pagan Loeiro da Cunha<sup>4</sup>.

**ABSTRACT:** A cultivar empregada e a quantidade de água fornecida à cultura são fatores capazes de influenciar na qualidade tecnológica de grãos, sobretudo para o feijoeiro de inverno, cujo suprimento hídrico é por meio de irrigação. O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Triângulo mineiro (IFTM), Campus Uberaba, sob irrigação por aspersão convencional. O objetivo com este trabalho foi avaliar a qualidade tecnológica dos grãos de cultivares de feijoeiro, submetidas a reposições de água no solo, na safra de inverno. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições, disposto em um esquema fatorial 4x4. Os tratamentos consistiram de quatro cultivares (BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso, IAC Alvorada e Pérola) e quatro reposições de água no solo (70%, 100%, 130% e 160% da evapotranspiração da cultura). Foram determinadas as características de qualidade tecnológica dos grãos: hidratação, tempo de cocção e proteína bruta. A cultivar BRSMG Majestoso foi a que menos hidratou e a IAC Alvorada apresentou máxima capacidade de hidratação em um menor tempo. A cultivar Pérola foi a que necessitou de maior tempo para cocção e, juntamente com a IAC Alvorada, apresentou maior quantidade de proteína bruta. Verificou-se que não houve efeito das lâminas de irrigação nas características avaliadas.

**Keywords:** Lâmina de irrigação. *Phaseolus vulgaris*. Tempo de cocção. Proteína bruta. Pós-colheita.

## GRAIN TECHNOLOGICAL QUALITY OF COMMON BEANS CULTIVARS IN RESPONSE HYDRIC REPLACEMENTS IN THE SOIL

**RESUMO:** The cultivar employed and the amount of water supplied to the crop is factored capable of influencing the technological quality of grains, especially for the winter bean, whose water supply is through irrigation. The experiment was conducted at the Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM), campus Uberaba, under conventional aspersion irrigation. The objective with this work was to evaluate the technological quality of bean cultivars, submitted to soil water replenishment, in the winter season. The experimental design was a randomized block design with three replicates, arranged in a 4x4 factorial scheme. The treatments consisted of four cultivars (BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso, IAC Alvorada and Pérola) and four replenishments of soil water (70%, 100%, 130% and 160% of crop evapotranspiration). The technological quality characteristics of the grains were determined: hydration, cooking time and crude protein. The cultivar BRSMG Majestoso was the one that less hydrated and the IAC Alvorada presented maximum hydration capacity in a shorter time. Perola cultivar record the longest cooking time and, together with IAC Alvorada, presented the highest amount of crude protein. It was verified that there was no effect of the irrigation slides on the characteristics evaluated.

**Palavras-chave:** Irrigation water depth. *Phaseolus vulgaris*. Cooking time. Crude protein. Post-harvest.

\*Autor correspondente: [stefany\\_souzakz@hotmail.com](mailto:stefany_souzakz@hotmail.com)

1 Doutoranda em Agronomia (Produção Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), campus Jaboticabal - SP. Jaboticabal, SP, Brasil. [stefany\\_souzakz@hotmail.com](mailto:stefany_souzakz@hotmail.com) ; [taynarabvaleriano@gmail.com](mailto:taynarabvaleriano@gmail.com)

2 Doutor em Engenharia Agrícola. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM). Uberaba, MG. Brasil. [marciosantana@iftm.edu.br](mailto:marciosantana@iftm.edu.br)

3 Doutor em Agronomia. Professor Assistente na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), campus Jaboticabal. Jaboticabal, SP. Brasil. [leandrobl@fcav.unesp.br](mailto:leandrobl@fcav.unesp.br)

4 Doutora em Agronomia. Professora na Faculdade Campo Real. Guarapuava, PR. Brasil. [tatiana.pagan@hotmail.com](mailto:tatiana.pagan@hotmail.com)

## INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos mais importantes componentes da dieta alimentar do brasileiro, por ser reconhecidamente uma excelente fonte proteica, além de possuir bom conteúdo de carboidratos, vitaminas, minerais e fibras (BRIGIDE; CANNIATTI-BRAZACA, 2011). Essa é uma cultura de destaque nos cenários agrícola e econômico do país (CONAB, 2018), podendo ainda ser produzida em diversas localidades com até três safras por ano.

A safra de terceira época do feijão ou feijoeiro de inverno é, geralmente, conduzida com maior nível tecnológico e por meio de irrigação. Assim, considerando-se a grande sensibilidade da cultura ao excesso ou déficit hídrico (SANTANA et al., 2008; SILVA et al., 2017), torna-se essencial o fornecimento da lâmina de água correta para o feijoeiro, além de que esta lâmina pode ser variável quanto à cultivar utilizada. Dessa forma, o suprimento hídrico ideal reflete em adequado desenvolvimento da cultura e produtividade de grãos de elevada qualidade tecnológica.

O termo qualidade tecnológica refere-se às características de aspectos culinários e nutricionais dos grãos de feijão. Assim, por constituírem aspectos que condicionam a agradabilidade do consumidor e, conseqüentemente, acarretam no comércio ou não dos grãos, devem ser consideradas nas pesquisas com a cultura do feijoeiro. Algumas das principais características físicas e químicas relacionadas à avaliação da qualidade tecnológica dos grãos são capacidade de hidratação, tempo de cocção e teor de proteína (SILVA et al., 2011).

Visando, então, agradar ao paladar e adaptar à realidade da população, aumentando a comercialização

do produto, buscam-se cultivares e práticas de manejo que proporcionem alto teor de proteína, redução do tempo de cocção, rápida capacidade de hidratação e alta expansão volumétrica de grãos. Embora existam trabalhos sobre a influência de cultivares (BLAIR et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2012) e de práticas de manejo (AMARAL et al., 2016; FLÔRES et al., 2017) na qualidade tecnológica de grãos de feijão, o estudo destas características em virtude de lâminas de irrigação aplicadas em cultivares são escassos, mas de extrema necessidade, principalmente quando se trata de feijoeiro de inverno, cuja irrigação é fundamental.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a qualidade tecnológica de cultivares de feijoeiro de inverno, submetidas a reposições de água no solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, *Campus* Uberaba - MG, entre as coordenadas geográficas 19° 39' 19" S de latitude e 47° 57' 27" W de longitude, e 800 m de altitude. O clima do local, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical quente e úmido, com inverno frio e seco (Aw), com precipitação e temperatura média anual de 1500 mm e 21°C, respectivamente.

Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras, à profundidade de 0,0 - 0,2 m, para a realização da análise química do solo (Tabela 1) e da textura. O solo da área experimental é de topografia plana e foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico, de textura Franco-Arenosa com 77% de areia, 11% de silte e 12% de argila.

**Tabela 1.** Caracterização química do solo.

pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	t	T	V	M.O.
(H <sub>2</sub> O)	mg dm <sup>-3</sup>	-----				cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----			%	dag kg <sup>-1</sup>
6,5	10,5	56	2,8	0,9	0,0	1,5	3,8	3,8	5,3	71,9	1,4

As equações de ajuste das curvas características de retenção de água no solo para as camadas de 0-20 cm e 20-40 cm de profundidade, segundo modelo de Genuchten (1980), foram obtidas de acordo com Dourado Neto et al. (1995) e encontram-se na (Tabela 1). Com o auxílio do software SWRC versão 3.0 (Soil Water Retention Curve), foram obtidos os parâmetros de ajuste das equações. A obtenção da curva de água no solo foi realizada no mês de janeiro de 2014 em amostras indeformadas no Laboratório de Relação Solo-Planta, do IFTM *Campus* Uberaba, MG. Para as tensões de 2 kPa, 4 kPa, 6 kPa, 8 kPa e 10 kPa, foi utilizado o método do funil de placa porosa (Funil de Haines) e, para as tensões de 33 kPa, 100 kPa, 500 kPa e 1500 kPa, a câmara de pressão de Richards.

As equações de ajuste das curvas características de retenção de água no solo para as camadas de 0-20

e 20-40 cm de profundidade encontram-se na Tabela 2. A obtenção da curva de água no solo foi realizada com amostras indeformadas no Laboratório de Relação Solo-Planta do IFTM *Campus* Uberaba, MG. A densidade média do solo para as camadas de 0 - 20 e 20 - 40 cm, obtida pelo método do cilindro de Uhland, forneceu valores de 1,18 e 1,22 g cm<sup>-3</sup>, respectivamente. A umidade correspondente a capacidade de campo é de 0,23 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>. A tensão média de água na camada de 0-20 cm do solo é 11 kPa, cujo valor foi obtido na umidade da capacidade de campo através de hastas tensiométricas, conforme proposto em Bernardo et al. (2006).

Por meio de uma estação meteorológica, próximo à área experimental (600 m), foram coletados os seguintes dados climáticos: velocidade do vento, precipitação pluvial, umidade relativa do ar, temperatura e

radiação solar. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições, sendo empregado um esquema fatorial 4 x 4, constituído por quatro níveis de reposição de água no solo (70%, 100%, 130% e 160% da evapotranspiração da cultura) e quatro cultivares de feijoeiro (BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso, IAC Alvorada e Pérola). Cada parcela experimental foi constituída de cinco linhas de plantio com cinco metros de comprimento. As plantas localizadas ao centro da parcela, em uma área equivalente a 2 m<sup>2</sup>, foram utilizadas para coleta de dados.

**Tabela 2.** Equações de ajuste das curvas características de retenção de água no solo.

Camada (cm)	Equação	R <sup>2</sup>
0 - 20	$\theta = \frac{0,42}{\left[1 + (1,32 * \psi_m)^{4,6}\right]^{0,11}} + 0,115$	0,911
20 - 40	$\theta = \frac{0,38}{\left[1 + (0,899 * \psi_m)^{6,83}\right]^{0,13}} + 0,225$	0,936

$\theta$ =umidade volumétrica (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>);  $\psi_m$ =potencial matricial (kPa)

Foi realizada uma subsolagem, uma aração e uma gradagem no solo da área experimental. A semeadura foi realizada em 20 de maio de 2011 na profundidade de 3 cm acima do fertilizante de semeadura, com 15 sementes por metro, permitindo-se 12 plantas por metro após emergência.

As doses totais de nutrientes NPK seguiram recomendação de Chagas et al. (1999) para o nível tecnológico NT4, sendo as coberturas com nitrogênio (30 kg ha<sup>-1</sup>) e potássio (10 kg ha<sup>-1</sup>) realizadas aos 25 e 40 dias após semeadura (DAS). O zinco (2 kg ha<sup>-1</sup>) e o boro (1 kg ha<sup>-1</sup>) foram aplicados no plantio juntamente com fósforo, nitrogênio e potássio.

Foi realizado, antes da semeadura, o tratamento das sementes com fungicida à base de fludioxonil (2 mL kg<sup>-1</sup>) e inseticida à base de tiametoxam (2,5 mL kg<sup>-1</sup>). O controle fitossanitário ocorreu preventivamente, aos 25 e 45 DAS, buscando o controle das principais doenças e pragas: antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*), mancha-angular (*Pseudocercospora griseola*), mosca branca (*Bemisia tabaci*) e vaquinha (*Diabrotica speciosa*). Os produtos utilizados foram o fungicida azoxystrobin (80 g ha<sup>-1</sup>) e o inseticida imidacloprido (15 g ha<sup>-1</sup>).

A irrigação foi por meio de quatro microaspersores autocompensantes, elevando-os para simular aspersão convencional (Figura 1), com sobreposição de 40% e vazão de 26 L h<sup>-1</sup>, por unidade experimental. Baterias de tensiômetros foram instaladas a profundidades de 0,1 e 0,3 m, em todos os tratamentos para controle do armazenamento de água no solo. Foram utilizados turnos de rega de dois dias para reposição de água no solo. No momento da implantação do experimento, foram realizados testes para a determinação do coeficiente de uniformidade de distribuição de água do sistema de irrigação. A uniformidade média obtida no sistema foi de 89%.

**Figura 1.** Irrigação na parcela experimental do feijoeiro por meio de microaspersores autocompensantes, simulando aspersão convencional. Uberaba, MG, 2011.



Fonte: Souza et al. (2018)

As lâminas de irrigação foram determinadas por meio das equações 1, 2 e 3, sendo considerado como 100% de reposição. As demais lâminas de reposição foram em relação à aplicada em 100%.

$$LB = \frac{ETc}{Ea} \quad (1)$$

em que,

$Ea$  - eficiência de aplicação do sistema de irrigação (0,9);

$ETc$  - evapotranspiração da cultura (acumulado de dois dias, mm).

$$ETc = ET_o \cdot Kc \cdot Ks \quad (2)$$

em que,

$ET_o$  - evapotranspiração de referência (acumulado de dois dias, mm);

$Kc$  - coeficientes da cultura (SANTANA et al., 2008), encontra-se na Tabela 2.

$Ks$  - coeficiente de umidade do solo.

$$ET_o = Kt \cdot EV \quad (3)$$

em que,

$Kt$  - coeficiente do tanque classe A;

$EV$  - evaporação do tanque classe A (mm).

**Tabela 3.** Coeficiente de cultura (Kc) para diferentes estágios de desenvolvimento do feijoeiro.

Estágios	Kc
Inicial	0,50
I	0,53
II	0,81
III	1,07
IV	0,78

Inicial – semeadura a germinação; I – germinação até 10% da cobertura do solo; II – 10% da cobertura do solo até 80% da cobertura do solo; III – 80% da cobertura do solo até o início do amadurecimento; IV – início do amadurecimento até colheita.

Após a colheita (19 de agosto de 2011), os grãos foram pesados e tiveram seu grau de umidade medido para correção do peso de 13% em base úmida. A determinação da umidade foi realizada em medidor padrão no Laboratório de Relação Solo-Planta do IFTM *Campus* Uberaba, MG. Os grãos foram armazenados por cinco meses em câmara seca à temperatura de 25°C e com umidade relativa variando entre 35% a 40%. As análises referentes à qualidade tecnológica, como capacidade de hidratação, tempo de cocção e teor de proteína bruta, foram realizadas no Laboratório de Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), *Campus* Jaboticabal. As amostras de grãos foram previamente homogeneizadas e classificadas em peneira de furos oblongos 12/64 x 3/4” (4,76 x 19,05 mm).

A capacidade de hidratação foi determinada conforme Farinelli e Lemos (2010), em amostras de 50 g de grãos de feijão, colocadas em 200 mL de água destilada durante 12 horas. Nas primeiras quatro horas, o volume de água não absorvido foi determinado com auxílio de proveta graduada a cada 30 minutos e, nas 8 horas restantes, a cada hora. Ao final do tempo previsto para a hidratação, a água foi totalmente drenada e os grãos pesados. Durante o teste, a temperatura média da água foi de 25°C. Obteve-se a quantidade de água absorvida pela diferença entre a massa final e a inicial. A relação de hidratação foi obtida pela razão entre a massa final e a inicial da amostra. Foi realizado também, o estudo de regressão polinomial entre o tempo (horas) e a capacidade de hidratação (mL) para determinar o tempo necessário para a máxima hidratação dos grãos de feijão.

O tempo de cocção foi obtido com o auxílio do Cozedor de Mattson, quando 50% + 1 (13) dos 25 estiletes se deslocavam, penetrando os grãos de feijão. O conjunto cozedor mais grãos de feijão ficaram dentro de água fervente (96°C), mantida em temperatura e nível de água constantes. Previamente, os grãos permaneceram em hidratação em água destilada durante um período de 12 horas. A proteína bruta (PB) foi determinada pela equação 4

$$PB = N \text{ total} \times 6,25 \quad (4)$$

em que,

N total - teor de N nos grãos, obtido pelo método de Kjeldahl (GALVANI; GAERTNER, 2006).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de normalidade e de variância por meio da aplicação dos testes Shapiro-wilk e F, respectivamente. Com ocorrência de diferenças de ordem significativa, os dados foram submetidos ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Os efeitos significativos de lâminas de irrigação e da interação cultivares x lâminas de irrigação foram avaliados por meio de análise de regressão polinomial. Utilizou-se o software estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As lâminas aplicadas durante a condução do experimento em cada reposição de água, foram: 316,95 mm (70%); 433,50 mm (100%); 550,05 mm (130%) e 666,60 mm (160%). Houve uma precipitação pluvial de 36,80 mm durante a fase experimental. As tensões médias de retenção da água no solo verificadas para as cultivares IAC Alvorada, Pérola, BRSMG Majestoso e BRSMG Madrepérola foram, respectivamente de 25,9; 25,15; 18,69 e 23,70 kPa.

Inicialmente, verificou-se que o conjunto de dados analisados seguiu distribuição normal (Shapiro-Wilk = 0,98; P = 0,47). Quanto às variáveis analisadas, houve efeito significativo apenas dentre as cultivares, visto que as lâminas de água e a interação destas lâminas com as cultivares, não provocaram diferença nas características de capacidade de hidratação, tempo de cocção e teor de proteína bruta.

Sobre a capacidade de hidratação, verificou-se que a cultivar BRSMG Majestoso foi a que menos respondeu à absorção de água, pois apresentou menor valor de relação de hidratação (Tabela 3). Para o feijoeiro, busca-se que a massa de água absorvida seja semelhante à massa inicial dos grãos colocados em embebição. Sendo assim, a maior resposta para a capacidade de hidratação corresponde à proximidade de relação de hidratação ao valor 2,0, já que este valor reflete 100% de absorção de massa de água igual ao da massa inicial dos grãos (CARMEIS FILHO et al., 2014).

**Tabela 3.** Relação de hidratação (RH) média de grãos de feijão em função das cultivares.

Cultivares	RH
BRSMG Madrepérola	1,99 a
BRSMG Majestoso	1,96 b <sup>1</sup>
IAC Alvorada	1,98 a
Pérola	1,98 a

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo o Teste Scott- Knott.

Além disso, ainda em relação à capacidade de hidratação, apenas a cultivar IAC Alvorada atingiu a máxima hidratação em embebição na água, dentro do período de 12 h (Tabela 4). Este processo pelo qual os grãos de feijão ficam imersos em água por determinado período tem como principal benefício a redução de substâncias antinutricionais (YASMIN et al., 2008), como o tanino (OLIVEIRA et al., 2001). Para isto, o hábito

dos consumidores é colocar os grãos de feijão imersos em água na noite anterior ao preparo das refeições, o que faz com que o tempo preconizado como ideal para máxima hidratação de uma cultivar seja em torno de 12 h (FARINELLI ; LEMOS, 2010).

**Tabela 4.** Tempo para máxima hidratação (TMH em hora:minuto) e relação de hidratação dos grãos de feijão, em função de cultivares e reposição hídrica.

Cultivares	Reposição de Água (%)	Equação de Regressão	R <sup>2</sup>	TMH (h:m)
BRSMG Madrepérola	70	$y = -0,000043x^2 + 0,107x - 2,445$	0,98	20:48
	100	$y = -0,000041x^2 + 0,105x - 1,796$	0,98	21:15
	130	$y = -0,000029x^2 + 0,095x - 1,764$	0,98	27:19
	160	$y = -0,000056x^2 + 0,114x - 2,041$	0,98	16:54
BRSMG Majestoso	70	$y = -0,000065x^2 + 0,114x + 0,262$	0,99	14:38
	100	$y = -0,000051x^2 + 0,107x - 1,270$	0,99	17:49
	130	$y = -0,000067x^2 + 0,118x - 1,114$	0,99	14:41
	160	$y = -0,000074x^2 + 0,121x - 0,506$	0,99	13:39
IAC Alvorada	70	$y = -0,000121x^2 + 0,137x + 8,873$	0,91	11:25
	100	$y = -0,000131x^2 + 0,141x + 10,705$	0,88	11:46
	130	$y = -0,000134x^2 + 0,147x + 8,570$	0,92	09:09
	160	$y = -0,000125x^2 + 0,140x + 8,383$	0,92	09:21
Pérola	70	$y = -0,000045x^2 + 0,103x - 0,552$	0,99	19:07
	100	$y = -0,000057x^2 + 0,107x + 1,573$	0,99	15:36
	130	$y = -0,000051x^2 + 0,104x - 0,483$	0,99	16:57
	160	$y = -0,000058x^2 + 0,107x + 1,361$	0,99	15:19

x = tempo para hidratação (minutos) e y = quantidade de água absorvida (mL). R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação.

A existência de diferenças na composição centesimal de grãos entre as cultivares pode ser fator influenciador na capacidade de hidratação. Isto porque, devido a ação de polifenóis, ao ocorrer polimerização do tegumento e lignificação de cotilédones, possibilita, respectivamente, interferência na penetração de água e limitação do potencial do grão se hidratar (MOURA, 1998). Amaral et al. (2016) verificaram tempo para máxima hidratação dos grãos de feijão da cultivar pérola entre 13 e 15 h. Enquanto Mingotte et al. (2013) constataram que aproximadamente 9 h em embebição foi suficiente para máxima hidratação de grãos de 17 cultivares de feijoeiro, incluindo neste estudo a cultivar pérola. Este fato demonstra que o tempo para máxima hidratação pode variar tanto quanto à cultivar de feijoeiro utilizada como também em relação às práticas de manejo e ambiente que a cultivar for submetida.

Quanto ao tempo de cocção, a cultivar Pérola foi a que apresentou maior valor (Tabela 5). Esta cultivar também se mostrou com maior tempo de cocção ao ser comparada com IAC Alvorada e IAC Diplomata (CARBONELL et al., 2008) e com BRSMG Majestoso (ABREU et al., 2006). Entretanto, de acordo com a classificação de Proctor e Watts (1987) que caracteriza a resistência dos grãos de feijão à cocção, em uma escala que varia entre menor que 16 minutos (muito suscetível) a maior que 36 (muito resistente), o tempo médio das cultivares em estudo enquadrou-se no intervalo de 16 a 20 minutos, o que corresponde a uma sus-

tabilidade média. Assim, os tratamentos pertencem a uma categoria abaixo do nível de resistência normal à cocção (21 a 28 minutos), indicando que estas cultivares são consideradas de rápida cocção, atributo que favorece à aceitabilidade comercial (DELFINO et al., 2010).

**Tabela 5.** Tempo de Cocção (TC) médio de grãos de feijão em função das cultivares.

Cultivares	TC médio (minutos)
BRSMG Madrepérola	16,75 a <sup>1</sup>
BRSMG Majestoso	17,80 a
IAC Alvorada	17,63 a
Pérola	19,56 b

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo o Teste Scott-Knott.

Um aspecto importante é que a facilidade de cocção é atribuída, normalmente, aos grãos que absorvem mais água (DELFINO et al., 2010). Esta afirmação se opõe ao verificado neste estudo com a cultivar pérola, mas concorda para as cultivares BRSMG Madrepérola e IAC Alvorada, que se destacaram em relação à relação de hidratação dos grãos (Tabela 3) e necessitaram de menores tempos para a cocção (Tabela 4). Alguns fatores que influenciam o tempo de cocção são: capacidade de absorção de água e características do tegumento do grão (SCHOLZ ; FONSECA JÚNIOR, 1991).

Para a proteína bruta, as cultivares que apresentaram maior teor foram Pérola e IAC Alvorada (Tabela 6). Mingotte et al. (2013) constataram maior valor de teor de proteína bruta para a cultivar Pérola, ao estudarem 17 cultivares na safra de inverno na cidade de Jaboticabal, do estado de São Paulo. Carneiro et al. (2012), entretanto, verificaram que a cultivar Pérola apresentou teor de proteína (21,8%) inferior à BRSMG Madrepérola (24,2%) e BRSMG Talismã (23,7%) em estudos conduzidos em várias regiões de Minas Gerais. Assim, constata-se que o teor de proteína bruta dos grãos de feijão é um fator que varia com práticas de manejo, como a adubação nitrogenada (FLÔRES et al., 2017), local de cultivo, condições climáticas e cultivares utilizadas (FARINELLI ; LEMOS, 2010), cuja influência se dá pelo genótipo (BLAIR et al., 2010).

**Tabela 6.** Proteína Bruta (PB) média de grãos de feijão em função das cultivares.

Cultivares	PB média (g kg <sup>-1</sup> )
BRSMG Madrepérola	174,27 b <sup>1</sup>
BRSMG Majestoso	180,47 b
Pérola	199,79 a
IAC Alvorada	208,91 a

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo o Teste Scott-Knott.

Visto que não houve diferença estatística entre as lâminas de água e interação das lâminas com as cultivares utilizadas, observa-se que o intervalo para relação de hidratação, tempo de cozimento e proteína bruta foi, respectivamente, 1,957 a 2,00, 16,06 a 20,68 minutos e 164,79 a 230,42 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 8).

Atribui-se a suficiência hídrica alcançada nos quatro níveis de reposição de água no solo como justificativa para a não diferença entre estes tratamentos, o que permitiu que a cultura sobrevivesse e produzisse grãos de alta qualidade tecnológica. Silva et al. (2017) demonstraram que níveis de irrigação abaixo de 100 % da ETc afeta processos fisiológicos de sobrevivência do feijoeiro. Assim, visto que, como as lâminas irrigadas foram a partir de 316,95 mm e com a adição da precipitação pluvial, os valores se enquadram dentro do intervalo, 250 a 350 mm, considerado ideal para a cultura do feijoeiro por Stone e Moreira (2001).

**Tabela 8.** Relação de Hidratação (RH), Tempo de Cocção (TC) em minutos e Proteína Bruta (PB) em g kg<sup>-1</sup> do feijoeiro para cada reposição de água em função das cultivares.

Variável	Cultivares	Reposição de água (%)			
		70	100	130	160
RH	Pérola	1,993	1,987	1,973	1,980
	IAC Alvorada	1,983	1,977	1,977	1,977
	BRSMG Majestoso	1,963	1,957	1,963	1,963
	BRSMG Madrepérola	2,000	1,990	1,990	1,990
TC	Pérola	18,49	19,50	19,55	20,68
	IAC Alvorada	18,25	17,20	17,94	17,11
	BRSMG Majestoso	19,02	18,73	17,64	15,79
	BRSMG Madrepérola	17,45	16,24	17,25	16,06
PB	Pérola	230,42	180,83	179,38	208,54
	IAC Alvorada	195,42	212,92	208,54	218,75
	BRSMG Majestoso	158,96	227,50	170,63	164,79
	BRSMG Madrepérola	166,25	177,92	175,00	177,92

## CONCLUSÕES

1 - Para as características de qualidade tecnológica constatou-se que não houve interferência das reposições de água no solo.

2 - As cultivares Pérola, IAC Alvorada e BRSMG Madrepérola foram as que mais hidrataram, com destaque da IAC Alvorada que teve a máxima capacidade de hidratação em um período menor que 12 horas.

3 - Quanto ao tempo de cocção, a cultivar Pérola foi a que manifestou um maior valor.

4 - As cultivares Pérola e IAC Alvorada foram as que apresentaram maior quantidade de proteína bruta.

## REFERÊNCIAS

ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P; SANTOS, J.B. dos et al. **BRSMG Majestoso**: mais uma opção de cultivar de grão carioca para o Estado de Minas Gerais. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006, 2p. (Comunicado Técnico, nº 134)

AMARAL, C.B.; PINTO, C.C.; FLÔRES, J. de A.; MINGOTTE, F.L.C.; LEMOS, L.B.; FORNASIERI FILHO, D. Produtividade e qualidade do feijoeiro cultivado sobre palhadas de gramíneas e adubado com nitrogênio em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.51, n.9, p. 1602-1609, 2016.

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

BLAIR, M.W.; GONZÁLEZ, L.F.; KIMANI, P.M.; BUTARE, L. Genetic diversity, inter-gene pool introgression and nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from Central Africa. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 121, n.02, p.237-248, 2010.

BRIGIDE, P.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Avaliação dos efeitos da cocção e irradiação na composição do feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n.1, p. 97-102, 2011.

CARBONELL, S.A.M.; CHIORATO, A.F.; ITO, A.F. et al. IAC-Alvorada and IAC-Diplomata: new common bean cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.8, p. 163-166, 2008.

CARMEIS FILHO, A.C. de A; CUNHA, T.P.L. da; MINGOTTE, F.L.C.; AMARAL, C.B. do A.; LEMOS, L.B.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada no feijoeiro após palhada de milho e braquiária no plantio direto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.27, n.2, p. 66-75, 2014.

CARNEIRO, J.E. de S. BRSMG Madrepérola: common bean cultivar with late-darkening Carioca grain. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.12, n.4, p. 163-166, 2008.

CHAGAS, J. M.; BRAGA, J.M.; VIEIRA, C.; SALGADO, L.T.; JUNQUEIRA NETO, A.; ARAÚJO, G.A.A.; ANDRADE, M.J.B.; LANA, R.M.Q.; RIBEIRO, A.C. Recomendação adubação para o feijão. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T.; ALVAREZ, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999. p. 306-308.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, v. 5, n. 9, junho. 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>> Acesso em 15 jun. 2018.

DELFINO, R.A. de; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Interação de polifenóis e proteínas e o efeito na digestibilidade proteica de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Pérola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 308-312, 2010.

DOURADO NETO, D.; NIELSEN, D. R.; HOPANS, J. W.; PARLANGE, M. B. **Programa SWRC** (Version 1.00): Soil-Water Retention Curve (Software). Piracicaba: ESALQ; Davis: University of Califórnia, 1995. 2 disquetes.

- FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Qualidade nutricional e tecnológica de genótipos de feijão cultivados em diferentes safras agrícolas. **Bragantia**, Campinas, v. 69, p. 759-764, 2010.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p.1039-1042, 2011.
- FLORES, J. de A.; AMARAL, C.B. do; PINTO, C.C.; MINGOTTE, F.L.C.; LEMOS, L.B. Agronomic and qualitative traits of common bean as a function of the straw and nitrogen fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.47, n.2, p. 195-201, 2017.
- GALVANI, F.; GAERTNER, E. **Adequação da metodologia Kjeldahl para determinação de nitrogênio total e proteína bruta**. Embrapa Pantanal, Corumbá, n. 63, 2006. (Circular Técnica).
- MINGOTTE, F.L.C.; GUARNIERI, C.C. de O.; FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Desempenho produtivo e qualidade pós-colheita de genótipos de feijão do grupo comercial carioca cultivados na época de inverno-primavera. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.5, p. 1101-1110, 2013.
- Moura, A.C.C. **Análises físico-químicas e enzimáticas antes e após armazenamento em grãos de feijão (Phaseolus vulgaris L.) submetidos a diferentes tempos e tipos de secagem**. 1998. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- OLIVEIRA, A.C. de; QUEIROZ, K. da S.; HELBIG, E.; REIS, S.M.P.M.; CARRARO, F. O processamento doméstico do feijão-comum ocasionou uma redução nos fatores antinutricionais fitatos e taninos, no teor de amido e em fatores de flatulência, rafinose, estaquiase e verbascose. **Archivos Latinoamericanos de Nutrition**, Caracas, v. 51, n. 3, p. 276-283, 2001.
- OLIVEIRA, P. O.; VIEIRA, N.M.B.; SOUZA, H.C.; MORAIS, A.R.; ANDRADE, M.J.B. Qualidade tecnológica de grãos de cultivares de feijão-comum na safra das águas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1831-1838, 2012.
- PROCTOR, J.R.; WATTS, B.M. Development of a modified Mattson Bean Cooker procedure base don sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, Toronto, v.20, n.1, p.9-14, 1987.
- SANTANA, M.J. de; CARVALHO, J. de A.; MESSIAS JOSÉ BASTOS DE ANDRADE, M.J.B. de; BRAGA, J.C.; GERVÁSIO, G.G. Coeficiente de cultura e análise do rendimento do feijoeiro sob regime de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v.13, n.1, p.92-112, 2008.
- SCHOLZ, M. B. S.; FONSECA JUNIOR, N. S. Influência ambiental, genotípica e sua interação na qualidade tecnológica do feijão do grupo preto no Paraná.. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, 1999, Salvador. **Resumos expandidos...** Goiânia: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1999b. p. 389-392. (v. 1)
- SILVA, D.M.R.; SANTOS, J.C.C. dos; COSTA, R.N.; ROCHA, A.O.; LIMA, A.N. da S.; SANTOS, S.A.; SANTOS SILVA, L.K. dos S. Resposta do feijoeiro a lâminas de água aplicada em relação à evapotranspiração da cultura. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia, v.38, n.2, p.71-77, 2017.
- SILVA, T. R. B.; LEMOS, L. B.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade e características tecnológicas de cultivares de feijão em resposta à calagem superficial em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 196 – 205, 2011.
- STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Resposta do feijoeiro ao nitrogênio em cobertura, sob diferentes lâminas de irrigação e preparos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p. 473-481, 2001.
- YASMIN, A.; KHALIL, A.W.; PARACHA, G.M.; KHATTAK, A.B. Effect of Processing on Anti-nutritional Factors of Red Kidney Bean (Phaseolus vulgaris) Grains. **Food and Bioprocess Technology**, v.1, n.4, p.415-419, 2008.