

PROPRIEDADES FÍSICAS DE GRÃOS DE FEIJÃO-COMUM E HÍBRIDOS DE MAMONA ORIUNDOS DOS SISTEMAS CONSORCIADO E MONOCULTIVO

Cristiane Fernandes Lisboa¹, Marcos Eduardo Viana de Araujo², Yuri Jorge Dutra de Araújo³, Rodrigo Starneck Lopes de Araújo⁴, Itamar Rosa Teixeira⁵

¹Mestra em Engenharia Agrícola – CCET/UEG, Anápolis, GO. E-mail: cflisboa.engenharia@hotmail.com

²Graduando do curso de Engenharia agrícola-CCET/UEG, Anápolis, GO.

³Graduando do curso de Engenharia agrícola-CCET/UEG, Anápolis, GO.

⁴Graduando do curso de Engenharia agrícola-CCET/UEG, Anápolis, GO.

⁵Professor Adjunto do curso de Engenharia Agrícola -CCET/UEG, Anápolis, GO.

Apresentado no
XLVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2017
30 de julho a 03 de agosto de 2017 - Maceió - AL, Brasil

RESUMO: O feijão-comum apresenta grande importância na economia brasileira e a cultura da mamona ainda é emergente no Centro-Oeste. Nesse contexto, objetivou-se avaliar as propriedades físicas de grãos de cultivares de feijão-comum e híbridos de mamona oriundos de consórcio e monocultivo. Empregou-se o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2+6, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro cultivares de feijão-comum (Pérola, Esteio, Realce e Pitanga) consorciadas com duas cultivares híbridas de mamona (Tamar e Ag Ima), mais os tratamentos adicionais constituídos pelos materiais genéticos citados em monocultivo. Avaliou-se a massa específica aparente, esfericidade, circularidade e eixos ortogonais “a”, “b” e “c” para ambas as cultivares. As propriedades físicas do feijão-comum foram influenciadas significativamente pelo consórcio com híbridos de mamona. Assim, reforçando a importância da segregação e da rastreabilidade dos produtos agrícolas na pós-colheita.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L. *Ricinus communis* L. Associação de culturas.

PHYSICAL PROPERTIES OF COMMON BEAN AND HYBRID CASTOR BEAN GRAINS ARISING FROM INTERCROPPING AND MONOCULTURE SYSTEMS

ABSTRACT: Bean presents great importance in the Brazilian economy and the castor crop is still emerging in the Midwest. In this context, the objective was to evaluate the physical properties of bean and hybrid castor grains arising from intercropping and monoculture systems. The randomized block design was used in a factorial scheme 4x2+6, with three replications. Treatments were composed by four cultivars of bean (Pérola, Esteio, Realce and Pitanga) intercropped with two hybrid cultivars of castor (Tamar and Ag Ima), plus additional treatments consist of genetic material cited in monoculture. The specific apparent mass, sphericity, circularity and orthogonal axes "a", "b" and "c" were evaluated for both cultivars. The physical properties of common bean were significantly influenced by the intercropping with hybrid castor. Thus, reinforcing the importance of segregation and traceability of agricultural products in post harvest.

KEYWORDS: *Phaseolus vulgaris* L. *Ricinus communis* L. Association of cultures.

INTRODUÇÃO

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é de grande importância na economia brasileira. Também tem papel importante em questões sociais relacionadas com seu papel na alimentação humana, já que juntamente com o arroz configuram a base da alimentação do brasileiro sobretudo dos mais carentes, e também configura alternativa de exploração econômica para propriedades rurais, além de demandar mão-de-obra menos qualificada (VIEIRA et al., 2006). A sua base produtiva encontra-se na pequena propriedade rural, onde é cultivado predominantemente em sistema de monocultivo.

O consórcio de culturas é comum no Brasil, especialmente na pequena propriedade rural. No entanto, a vantagem efetiva dessa técnica em relação ao monocultivo se torna mais evidente quando as culturas envolvidas apresentam diferenças entre as suas exigências quanto aos recursos disponíveis, seja em qualidade, quantidade e época de demanda. Desta forma, a eficiência dos cultivos consorciados é dependente da complementaridade entre as culturas envolvidas (JESSEN et al., 2010).

A cultura da mamona (*Ricinus communis* L.), apresenta potencial de uso em sistema consorciado, sobretudo com culturas anuais de ciclo curto (OLIVEIRA et al., 2010) como o feijoeiro. Ademais pela facilidade da mamoneira ser conduzida, pelo retorno do capital que tem proporcionado ao produtor com a venda de seus grãos e pela elevada produção de biomassa em lugares de baixa precipitação pluvial, como o nordeste, esta tem se tornado uma excelente alternativa para cultivo (COSCIONE e BERTON, 2009). Na região Centro-Oeste o seu potencial de cultivo também é grande, especialmente para safrinha (MORO et al., 2011), onde veem sendo usado nas áreas após a retirada do algodoeiro, visando a eliminação de nematóides do solo que atacam esta cultura (SÁ, 2015).

Informações sobre às características físicas dos produtos agrícolas são consideradas de grande importância para estudos envolvendo a movimentação de ar, transferência de calor e massa em produtos granulares. São parâmetros básicos para o estudo das condições de secagem e armazenagem de produtos agrícolas e, conseqüentemente, possibilitam a predição de perdas de qualidade do material até o momento de sua comercialização (SILVA et al., 2003).

A caracterização do tamanho, forma, massa específica e porosidade, são dados de entrada, utilizados em projetos de engenharia, envolvendo dimensionamento de máquinas e equipamentos para colheita, armazenamento, secagem e aeração de grãos (SANTOS, 2014).

Nos últimos anos, os pesquisadores de programas de melhoramento genético do feijoeiro no Brasil têm reconhecido a importância das características físicas e sensoriais dos grãos de cultivares de feijão na sua aceitação pelos consumidores (CARNEIRO et al., 2005). Atualmente, para o feijão, as características de grãos que mais merecem atenção são o tamanho, o formato e, sobretudo a coloração do tegumento (TEIXEIRA et al. 2001), e grãos de feijão graúdos com peneiras acima de 12 (12/64" pol.) promovem melhor aceitação no mercado (MELO et al. 2007).

Para a mamona, a determinação e o conhecimento do comportamento das propriedades físicas dos grãos são os principais fatores que contribuem para o adequado desenvolvimento de processos e simulações para o aperfeiçoamento do sistema produtivo da cultura (GONELI, 2008). Com o lançamento de novas cultivares de mamona com alto potencial produtivo no mercado, a exemplo dos híbridos, os estudos sobre propriedades físicas são de suma importância, uma vez que estes são incipientes. Outro fator a ser considerado é que as sementes de mamona têm tamanhos muito variados entre diferentes cultivares e as máquinas geralmente são reguladas para um único tamanho e, ainda assim, adaptadas de máquinas destinadas ao beneficiamento de cereais (SILVA et al., 2001). Por fim, a mamona não possui padrões de qualidade para comercialização estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária (MAPA, 1993). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades físicas de grãos de cultivares de feijão-comum e híbridos de mamona

oriundos dos sistemas consorciado e monocultivo em condições do cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na época das “águas”, visto esta ser a principal época de cultivo de feijão-comum pelos pequenos agricultores, na safra agrícola 2015/16, a campo no município de Anápolis-GO (16°19'48" S e 48°18'23"W, em altitude média de 1.500 m). O clima desta região é do tipo AW tropical úmido, segundo a classificação de Köppen (1918), caracterizado pelo inverno seco e verão chuvoso, com precipitação e a temperatura média anual de 1601 mm e 23,1°C, respectivamente (SIMEHGO, 2015).

Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 2 + 6, com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro cultivares de feijão-comum de largo uso pelos agricultores (Pérola [Carioca] - Tipo II/III, Esteio [Preto] - Tipo III, BRSMG Realce [Rajado] - Tipo I e BRS Pitanga [Roxo] - Tipo II) consorciado com duas cultivares híbridas de mamona de pequeno porte (Tamar e AG IMA 110204), acrescido dos tratamentos adicionais constituídos pelos materiais genéticos de feijão-comum e mamona em monocultivo.

Foram determinadas as propriedades físicas dos grãos colhidos por meio da avaliação do tamanho, esfericidade, circularidade e massa específica aparente. Os grãos foram descascados manualmente para evitar dano mecânico.

Para determinação do tamanho dos grãos, foram medidas as dimensões dos eixos ortogonais (comprimento (a), largura (b) e espessura (c)), conforme demonstrado na Figura 3, usando quatro amostras de vinte e cinco grãos para cada parcela, com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01mm (RESENDE et al., 2008; NUNES, 2009).

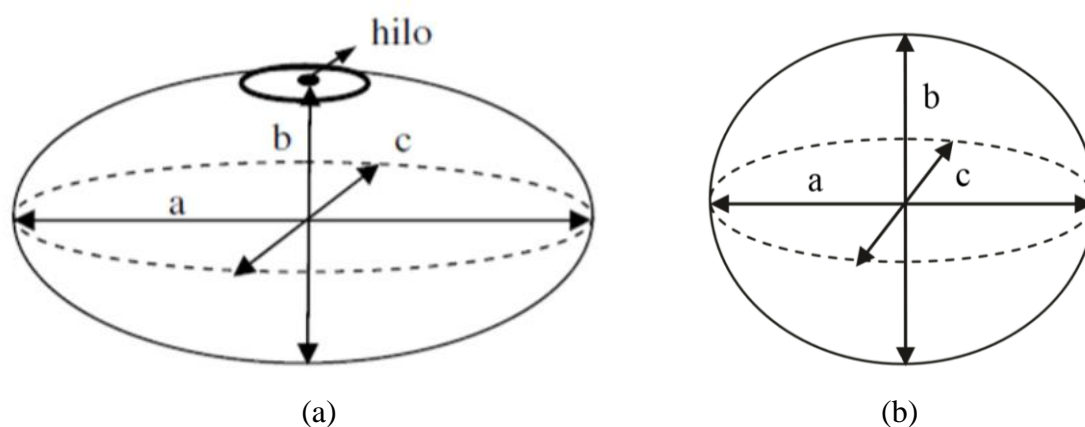


Figura 1. Desenho esquemático do grão de feijão, com suas dimensões características (MOHSENIN, 1980) (a) e desenho esquemático do grão de mamona, com suas dimensões características (GONELI et al., 2011) (b).

Após a determinação das medidas dos eixos ortogonais, a esfericidade foi calculada conforme a seguinte equação sugerida por Mohsenin (1980):

$$S = \frac{(a \times b \times c)^{1/3}}{a} \quad (3)$$

Em que:

S - esfericidade, %;

a - medida do maior eixo do grão, (mm);

b - medida do eixo normal ao eixo a (mm);

c - medida do eixo normal aos eixos a e b (mm).

A circularidade dos grãos de feijão e híbridos de mamona foi calculada pela Equação 4, considerando a posição de repouso natural dos grãos.

$$C = \frac{d_i}{d_c} * 100 \quad (4)$$

Em que:

C - circularidade, %;

d_i - diâmetro do maior círculo inscrito (eixo b), em mm; e

d_c - diâmetro do menor círculo circunscrito (eixo a), em mm.

A determinação da massa específica aparente foi realizada em seis repetições para cada parcela, utilizando uma balança de peso hectolitro. A balança que tem um cilindro com volume conhecido (250 cm³), permite determinar a massa específica aparente com a pesagem dos grãos contidos no recipiente e posteriormente multiplicando o valor do peso por 4.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste de F, a 5% de probabilidade e quando pertinente foram submetidos ao teste de Skott e Knott a 5% de probabilidade. Em todos os procedimentos estatísticos descritos foi utilizado o programa SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As propriedades físicas dos grãos de feijão-comum produzidos sob consórcio com híbridos de mamona, foi observado mediante a análise de variância que o fator cultivares de feijão influenciou significativamente todas as características estudadas, com exceção da massa específica aparente, enquanto o fator cultivares de mamona não influenciou nenhuma das propriedades físicas em estudo (Tabela 1). Quanto a interação cultivares de feijão x cultivares de mamona, observou-se diferença significativa apenas para massa específica aparente. Em relação aos tratamentos adicionais, que configuram o monocultivo do feijão-comum, observou-se diferença significativa para todas as características em estudo, com exceção da massa específica aparente. Já a interação consórcio x tratamentos adicionais apresentou diferença significativa, para eixo ortogonal a, esfericidade e circularidade.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância (quadrado médio) dos valores médios de massa específica aparente (ρ_a), eixo ortogonal a (a), eixo ortogonal b (b), eixo ortogonal c (c), esfericidade (E) e circularidade (C) de grãos de feijão-comum produzidos sob consórcio com híbrido de mamona e monocultivo. **Summary of variance analysis (mean square) of the mean values of apparent specific mass (ρ_a), orthogonal axis a (a), orthogonal axis b (b), orthogonal axis c (c), sphericity (E) and circularity (C) of common bean grains produced under intercropping with castor bean hybrid and monoculture.**

Fonte de variação	G.L.	Quadrado Médio					
		ρ_a	a	b	c	E	C
Bloco	2	529,19 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,72 ^{ns}
Cvs. Feijão (F)	3	183,46 ^{ns}	17,71 ^{**}	0,92 ^{**}	0,31 ^{**}	161,17 ^{**}	271,98 ^{**}
Cvs. Mamona (M)	1	1,91 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,75 ^{ns}
F x M	3	1016,22 [*]	0,07 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,03 ^{ns}	1,49 ^{ns}	1,00 ^{ns}
Resíduo	14	226,56	0,11	0,01	0,02	0,49	1,73
Tratamentos adicionais (TA)	-	593,39 ^{ns}	8,42 ^{**}	0,68 ^{**}	0,18 ^{**}	76,74 ^{**}	133,47 ^{**}
Consórcio x TA	-	6,47 ^{ns}	0,95 ^{**}	1,48 ^{ns}	1,16 ^{ns}	94,40 ^{**}	86,14 ^{**}
CV (%)	-	1,97	3,16	1,82	2,82	1,07	2,14

G.L. Graus de Liberdade; *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F; ** Significativo a 1% pelo teste de F; ns Não Significativo; CV(%) Coeficiente de variação de cultivares de feijão-comum consorciado com cultivares híbridas de mamona; F_{cal} para a interação Consórcio x TA.

Em relação a interação cultivares de feijão x cultivares de mamona no consórcio (Tabela 2), a cultivar de feijão-comum Esteio e Realce apresentaram maiores valores para massa específica aparente quando consorciada com o híbrido Ag Ima, enquanto a cultivar de feijão-comum Pitanga apresentou maior valor médio para esta característica quando consorciada com o híbrido Tamar.

Esse comportamento pode ser atribuído ao fato dessas cultivares de feijão-comum possuírem grãos menores e conseqüentemente, caber um maior número de grãos dentro do cilindro da balança e assim ocasionar maior peso por volume (kg m^{-3}).

Tabela 2 – Médias e desvio padrão para massa específica aparente (ρ_a) em kg m^{-3} , de grãos de feijão-comum produzidos sob consórcio com híbridos de mamona para a interação cultivares de feijão x cultivares de mamona. **Averages and standard deviation for apparent specific mass (ρ_a), in kg m^{-3} , of common bean grains produced under intercropping with castor bean hybrids for the interaction of bean cultivars x castor bean cultivars.**

Cultivares híbridas de mamona	Cultivares de feijão-comum			
	Esteio	Pitanga	Pérola	Realce
Tamar	747,16±7,93Ba	787,42±22,53Aa	770,11±14,99Aa	754,02±3,46Ba
Ag Ima	776,65±16,07Ab	755,19±23,22Ab	765,08±22,48Aa	764,03±2,30Aa
Médias	761,90	771,30	767,59	759,02

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Em relação as cultivares de feijão-comum observou-se que a Esteio e Realce não apresentaram diferença significativa entre si para massa específica aparente quando consorciados com o híbrido Tamar, assim como as cultivares Pitanga e Pérola que também não apresentaram diferença significativa entre si, porém com maiores valores. O fato dos grãos das cultivares de feijão-comum Esteio, Pitanga e Pérola terem eixos ortogonais menores (Tabela 3), possibilita colocar uma maior quantidade de grãos no cilindro da balança e mediante a essa constatação conclui-se que há a possibilidade de se colocar maior quantidade, tanto em peso quanto em número, de grãos dessas cultivares em cargas para transporte, por exemplo.

Jesus et al. (2013) avaliando as propriedades físicas de sementes de feijão em função dos teores de água, obtiveram valores de massa específica aparente para cultivar de feijão-comum BRS Valente e BRS Pontal de 748,44 e 747,86 kg.m^{-3} , respectivamente, sendo estes valores inferiores aos obtidos na presente pesquisa observados na Tabela 2.

Quando em monocultivo, as cultivares de feijão-comum apresentaram diferença significativa para eixo ortogonal a, eixo ortogonal b, eixo ortogonal c, esfericidade e circularidade. O eixo ortogonal a (que corresponde ao comprimento) apresentou diferença significativa entre as cultivares de feijão-comum Pérola e Realce, sendo a cultivar Realce a que apresentou maior valor médio para esta característica. No entanto, não houve diferença significativa entre as cultivares de feijão-comum Esteio e Pitanga para eixo ortogonal a, sendo os de menores valores. Isso se deve principalmente ao fato das cultivares de feijão-comum em estudo terem grãos com características morfológicas diferentes no qual o Realce destaca-se por pertencer ao grãos tipo manteigão com maiores eixos ortogonais, enquanto os demais (Pérola, Realce e Pitanga) são pertencentes a grupos com menores eixos ortogonais.

Em relação ao eixo ortogonal b (que corresponde a largura), observou-se diferença significativa entre todas as cultivares de feijão-comum para esta característica. Enquanto para o eixo ortogonal c (que corresponde a espessura) observou-se diferença significativa apenas para a cultivar de feijão-comum Pitanga sendo menor em relação as demais cultivares, onde esta apresentou menor valor médio para eixo ortogonal c, 4,53 mm.

Soares Junior, et al. (2015) avaliando propriedades físicas e químicas de grãos de feijões crioulos vermelhos, verificaram para cultivar de feijão Roxinho Tradicional valores de eixos ortogonais a, b, e c de 10,14, 6,98 e 5,48 mm, respectivamente. Valores estes, superiores aos encontrados nesta pesquisa.

Tabela 3 – Médias e desvios padrão para eixo ortogonal a (a), eixo ortogonal b (b), eixo ortogonal c (c), esfericidade (E) e circularidade (C) para cultivares de feijão-comum produzidos em monocultivo (tratamentos adicionais). **Averages and standard deviations for orthogonal axis a (a), orthogonal axis b (b), orthogonal axis c (c), sphericity (E) and circularity (C) for common bean cultivars produced in monoculture (additional treatments).**

Cultivar de feijão-comum	a (mm)	b (mm)	c (mm)	E (%)	C (%)
Esteio	9,74±0,33c	6,48±0,18d	4,98±0,16a	69,76±0,23a	66,48±0,60a
Pitanga	9,41±0,23c	5,91±0,19b	4,53±0,09b	67,11±0,99c	62,76±1,03b
Pérola	10,30±0,17b	6,92±0,17a	5,04±0,11a	69,00±0,46a	67,21±0,62a
Realce	13,09±0,21a	6,90±0,07c	5,04±0,08a	58,76±0,68b	52,72±1,36c
Média	10,64	6,55	4,9	66,16	62,29

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

No que tange a esfericidade, as cultivares de feijão-comum Esteio e Pérola não apresentaram diferença significativa entre si, sendo as de maiores valores, enquanto estas apresentaram diferença significativa em relação as cultivares Pitanga e Realce. A circularidade apresentou comportamento semelhante em relação a diferença significativa entre as cultivares de feijão-comum em comparação a esfericidade e novamente as cultivares de feijão-comum Esteio e Pérola apresentaram os maiores valores.

Jesus et al. (2013) avaliando as propriedades físicas de sementes de feijão das cultivares BRS Valente e BRS Pontal em função dos teores de água, observaram valores médios de 71,32% para esfericidade e 68,30% para circularidade no estudo da cultivar BRS Valente, enquanto a cultivar BRS Pontal apresentou valores médios de 66,96% para esfericidade e 65,99% para circularidade, valores próximos aos observados nessa pesquisa. Segundo Araujo et al. (2014), quando a esfericidade e a circularidade mantiverem seus valores abaixo de 80%, como é o caso dos observados nesta pesquisa, não se pode classificar os grãos como esféricos e circulares.

Quanto a comparação entre os sistemas de cultivo para o feijão-comum, observou-se diferença significativa para eixo ortogonal a, esfericidade e circularidade. O monocultivo apresentou maior valor médio para eixo ortogonal a, enquanto o consórcio apresentou maiores valores médios para esfericidade e circularidade (Tabela 4). O fato do consórcio ter apresentado maior competição entre plantas pode ter proporcionado a obtenção de grãos menos comprido (eixo ortogonal a) e isso ocasionou maiores valores de esfericidade e circularidade, uma vez que segundo Mohsenin (1980) essas características dependem do eixo ortogonal a e possuem uma relação inversamente proporcional entre si.

Tabela 4 - Valores médios para eixo ortogonal a (a), esfericidade (E) e circularidade (C) para grãos de feijão-comum produzidos em monocultivo e consórcio com híbridos de mamona. **Mean values for orthogonal axis a (a), sphericity (E) and circularity (C) for common bean grains produced in monoculture and intercropping with castor bean hybrids.**

Sistema de cultivo	a (mm)	E	C
Monocultivo	10,63a	66,16b	62,29b
Consórcio	10,62b	68,80a	66,04a
Média	10,63	67,48	64,17

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, a 5% de probabilidade.

Pelos resultados da análise de variância pode-se constatar que as propriedades físicas dos grãos pertencentes aos híbridos de mamona produzidos em consórcio com feijão-comum, foram influenciadas pelo fator cultivares de feijão para esfericidade e circularidade, enquanto o fator cultivares de mamona influenciou significativamente eixo ortogonal a, eixo ortogonal b e esfericidade (Tabela 5). Quanto a interação cultivares de feijão x cultivares de mamona, não foi observada diferença significativa para nenhuma das características estudadas. Em relação aos tratamentos adicionais, que configuram o monocultivo dos híbridos de mamona, observou-se diferença significativa para eixo ortogonal a, esfericidade e circularidade. Apesar do eixo ortogonal a ter apresentado diferença significativa, esta característica não apresentou diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott e devido a isso não foi desdobrada. Já a interação consórcio x tratamentos adicionais apresentou diferença significativa, para massa específica aparente e eixo ortogonal b dos grãos.

Tabela 5 - Resumo da análise de variância (quadrado médio) dos valores médios da massa específica aparente (ρ_a), eixo ortogonal a (a), eixo ortogonal b (b), eixo ortogonal c (c), esfericidade (ESF) e circularidade (CIR) de grãos de híbridos de mamona consorciado com feijoeiro e monocultivo. **Summary of variance analysis (mean square) of the mean values of apparent specific mass (ρ_a), orthogonal axis a (a), orthogonal axis b (b), orthogonal axis c (c), sphericity (E) and circularity (C) of grains of castor bean hybrid intercropping with common bean and monoculture.**

Fonte de variação	G.L.	QM					
		ρ_a	a	b	c	E	C
Bloco	2	160,237 ^{ns}	0,046 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,018 ^{ns}	0,259 ^{ns}	0,622 ^{ns}
Cvs. Feijão (F)	1	309,450 ^{ns}	0,029 ^{ns}	0,035 ^{ns}	0,021 ^{ns}	0,769*	1,901*
Cvs. Mamona (M)	3	133,686 ^{ns}	0,543**	0,179**	0,014 ^{ns}	19,386**	61,632**
F x M	3	205,896 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,013 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,198 ^{ns}	0,699 ^{ns}
Resíduo	14	341,501	0,033	0,013	0,009	0,177	0,425
Tratamentos adicionais	-	18,166 ^{ns}	0,476*	0,007 ^{ns}	0,004 ^{ns}	7,150**	23,207**
Consórcio x TA	-	0,543**	3,487 ^{ns}	0,136**	1,247 ^{ns}	1,471 ^{ns}	1,503 ^{ns}
CV (%)	-	3,917	1,48	1,24	1,52	0,59	0,89

G.L. Graus de Liberdade; *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F; ** Significativo a 1% pelo teste de F; ns Não Significativo; CV(%) Coeficiente de variação de cultivares híbridas de mamona consorciadas com cultivares de feijão-comum. F_{cal} para a interação Consórcio x TA.

Em relação a comparação entre os sistemas de cultivo (Tabela 6) para os híbridos de mamona, observou-se que o monocultivo apresentou maior valor médio para massa específica aparente, enquanto o consórcio apresentou maior valor médio para o eixo ortogonal b. Valores superiores para o eixo ortogonal b foram observados por Lucena et al. (2010) trabalhando com sementes de mamona da cultivar BRS Nordestina (11,93 mm). Enquanto Nobre et al., (2014) trabalhando com a cultivar de mamona BRS Energia encontraram valor médio para eixo ortogonal b de 8,5 mm. Em relação a massa específica aparente, Reis et al. (2010), trabalhando com mamona da cultivar Paraguaçu, encontraram valores superiores para esta característica (865,19 kg.m⁻³).

Tabela 6 – Valores médios para massa específica aparente (ρ_a) e eixo ortogonal b (b) para cultivares híbridas de mamona em monocultivo e consórcio com feijão-comum. **Mean values for apparent specific mass (ρ_a), orthogonal axis b (b) for hybrid cultivars of castor bean in monoculture and intercropping with common bean.**

Sistema de cultivo	ρ_a (kg m ⁻³)	b (mm)
Monocultivo	478,30 a	8,87 b
Consórcio	471,80 b	9,06 a
Média	475,05	8,96

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de F, a 5% de probabilidade.

Por fim, o consórcio entre as cultivares de feijão-comum Esteio, Pérola e Realce com híbridos de mamona se mostrou viável. Sendo que o consórcio da cultivar de feijão-comum Pérola se mostrou superior ao das demais. Em relação as propriedades físicas, a massa específica aparente dos grãos de feijão foi influenciada pelo consórcio com os híbridos. A diferença significativa entre os sistemas de cultivo para área foliar e índice de área foliar pode ter ocasionado a influência tanto nas características agrônômicas quanto nas propriedades físicas.

CONCLUSÕES

1. A massa específica aparente do feijoeiro foi influenciada pelo consórcio com híbridos de mamona, enquanto os híbridos de mamona não tiveram as propriedades físicas de seus grãos influenciados pelo consórcio com as cultivares de feijão-comum.
2. O feijoeiro em monocultivo apresentou maior valor médio para eixo ortogonal a, enquanto em consórcio apresentou maiores valores médios para circularidade e esfericidade.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Estadual de Goiás (UEG), a CAPES, ao CNPq e a FAPEMIG pelo auxílio a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, W. D.; GONELI, A. L. D.; SOUZA, C. M. A.; GONÇALVES, A. A.; VILHASANTI, H. C. B. Propriedades físicas dos grãos de amendoim durante a secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.3, p.279–286, 2014.
- CARNEIRO, J. C. S; MINIM, V. P. R.; SOUZA, M. M.; CARNEIRO, J. E. S.; ARAÚJO, G. A. A. 2005. Perfil sensorial e aceitabilidade de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p. 18-24, 2005.

COSCIONE, A. R.; BERTON, R. S. Barium extraction potential by mustard, sunflower and castor bean. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.66, p.59-63, 2009.

FERREIRA, R. B.; TEIXEIRA, I. R.; REIS, E. F.; SILVA, A. G.; SILVA, G. C. Management of top-dressed nitrogen fertilization in the common bean/castor intercropping system. **Australian Journal of Crop Science**, Austrália, v.8, n. 7 p. 1086-1092, 2014.

GONELI, A. L. D. G.; CORRÊA, P. C.; MAGALHÃES, F. E. A.; BAPTESTINI, F. M. Contração volumétrica e forma dos frutos de mamona durante a secagem. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 1-8, 2011.

JESEN, E. S.; PEOPLES, M. B. Hauggaard-Nielsen, H. Faba bean in cropping systems. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.115, p.203- 216, 2010.

JESUS, F. F.; SOUZA, R. T. G.; TEIXEIRA, G. C. S.; TEIXEIRA, I. R.; DEVILLA, I. A. Propriedades físicas de sementes de feijão em função de teores de água. **Engenharia na agricultura**, Viçosa, v. 21, n. 1, 2013.

KÖPPEN, W. Klassifikation der klimare nach temperatur, niederschlag und jahreslauf. **Petermanns Geographische Mitteilungen**, Gotha, v. 64, p. 193-203, 1918.

LUCENA, A. M. A.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; BORTOLUZI, C. R. D. Caracterização física e química de sementes da mamoneira cv. brs nordestina pela cor do tegumento. **Rev. bras. ol. Fibros**, Campina Grande, v.14, n.2, p.83-90, 2010.

MELO, L. C.; MELO, P. G. S.; FARIA, L. C.; DIAZ, J. L. C.; PELOSO, M. J. D.; RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C. Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v.42, p.715-723, 2007.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Portaria 65/1993**. Disponível em:<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAt oPortalMapa&chave=1144760946>>. Acesso em: 15 out. 2015.

MOHSENIN, N. N. **Thermal properties of foods and agricultural materials**. London, Gordon & Breach science Publishers, 1980, p.407.

MORO, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; CARVALHO, L. L. T. Épocas de aplicação de nitrogênio para híbridos de mamona no sistema plantio direto em safrinha. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, n.2, p. 391-410, 2011.

NOBRE, D. A. C.; SILVA NETA, I. C.; DAVID, A. M. S. S.; GONÇALVES, N. P.; AMARO, H. T. R. Desempenho físico e fisiológico de sementes de mamona produzidas no norte de Minas Gerais. **Revista Agrarian**, Dourados, v.7, n.24, p.218-225, 2014.

NUNES, D. M. C. **Propriedades físicas, térmicas e aerodinâmicas de grãos de quinoa (*chenopodium quinoa willd*)**: Universidade Estadual de Goiás, Engenharia Agrícola. Dissertação de Mestrado, 68p. Anápolis. 2009.

OLIVEIRA, J. P. M.; SCIVITTARO, W. B.; CASTILHOS, R. M. V. OLIVEIRA FILHO, L. C. I. Adubação fosfatada para cultivares de mamoneira no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 8, p. 1835-1839, 2010.

REIS, J. S.; BARBOSA, L. S.; REIS, R. C.; LIMA, M. L.; DEVILLA, I. A. Avaliação das propriedades físicas da mamona (*Ricinus communis* L.) cultivar paraguaçu. **Agrotecnologia**, v.1, n.1, p. 1-6, 2010.

RESENDE, O.; CORRÊA, P.C.; GONELI, A.L.D.; RIBEIRO, D.M. Propriedades físicas do feijão durante a secagem: determinação e modelagem. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.1, p.225-230, 2008.

SÁ, R.O. **Comunicação pessoal**, 2015.

SANTOS, M. M., Determinação das propriedades físicas, térmicas e aerodinâmicas do feijão carioca, cultivar estilo, em diferentes teores de água. **Trabalho de conclusão de curso: graduação**, Universidade Estadual de Goiás. 2014.

SILVA, F. S.; CORRÊA, P. C.; GONELI, A. L. D.; RIBEIRO, R. M.; AFONSO JÚNIOR, P. C. Efeito do beneficiamento nas propriedades físicas e mecânicas dos grãos de arroz de distintas variedades. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.1, p.33-41, 2003.

SILVA, O. R. R. F.; CARVALHO, O. S.; SILVA, L. C. Colheita e descascamento. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Serviço de Comunicação Tecnológica, 2001. p. 337-350.

SIMEHGO – **Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás**. Disponível em: <<http://www.simehgo.sectec.go.gov.br/simehgo/index.php>>. Acesso em: 09 nov. 2015.

SOARES JÚNIOR, M.S.; CALIARI, M.; BECKER, F.S.; SOUZA, E.R.B.; VERA, R. Propriedades físicas e químicas de grãos de feijões crioulos vermelhos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 263 – 269, 2015.

TEIXEIRA, F. F.; BALDONI, A. B.; SANTOS, J. B. Controle genético de características associadas à coloração do grão do feijão no cruzamento Rosinha x Esal 693. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1, 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2001. CD-ROM.

VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. 600p.