

Teor de óleo e proteína em grãos de soja em diferentes posições da planta¹

Oil and protein levels in soybean grain from different parts of the plant

Victor Hugo Gomes Sales^{2*}, Joenes Mucci Peluzio³, Flávio Sérgio Afférrri⁴, Waldesse Piragé Oliveira Junior³, Paulo Victor Gomes Sales⁵

Resumo: A posição da vagem na haste da planta constitui um dos vários fatores que influenciam a composição química dos grãos de soja. A interferência no conteúdo final de proteína e óleo pode resultar em erros de quantificação durante o processo de amostragem, importante em programas de melhoramento. Objetivou-se com este trabalho estudar o efeito da posição das vagens na planta no teor de óleo e proteína em cultivares de soja desenvolvidas para as condições de baixa latitude. Foram instalados dois experimentos na área experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), no município de Palmas - TO. O delineamento experimental utilizado em cada experimento (ano agrícola) foi de blocos casualizados, com três repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas, sendo alocados nas parcelas 15 cultivares de soja; e nas subparcelas o posicionamento das vagens na haste da planta. Houve diferenças significativas para os teores de proteína e óleo entre as cultivares, bem como nas diferentes partes da planta. Os mais altos teores de proteína foram observados no terço superior, e os mais altos teores de óleo no terço médio e inferior. Assim, recomenda-se que o processo de amostragem de grãos, visando a seleção de cultivares superiores, seja realizado na mesma posição das plantas, a fim de reduzir os erros de quantificação dos teores de proteína e óleo, pelo efeito da posição das vagens.

Palavras-chave: Melhoramento genético. Cultivares. Leguminosas. *Glycine max*.

Abstract: The position of the pod on the plant stem is one of several factors that influence the chemical composition of soybean grain. Interference in the final levels of protein and oil can result in errors of quantification during the sampling process, important in breeding programs. The aim of this work was to study the effect of pod position on oil and protein levels in soybean cultivars developed for low-latitude conditions. Two experiments were installed in the experimental area of the Federal University of Tocantins (UFT) in the city of Palmas, in the State of Tocantins, Brazil (TO). The experimental design used in each experiment (agricultural year) was of randomised blocks with three replications. The treatments were arranged into split lots, with 15 soybean cultivars allocated to the lots, and pod placement on the plant stem allocated to the sub-lots. There were significant differences in protein and oil content between cultivars, as well as from the different parts of the plant. The highest protein content was seen on the upper third of the stem, and the highest oil content on the middle and lower third. It is recommended therefore that, in order to select superior cultivars, the grain sampling procedure always be carried out on the same part of the plant, so as to reduce errors of quantification of the protein and oil content as a result of the position of the pods.

Key words: Genetic improvement. Cultivars. Legumes. *Glycine max*.

*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 12/01/2015 aprovado em 07/04/2016

¹Parte do trabalho de dissertação apresentado à UFT, pelo primeiro autor para obtenção do título de Mestre em Agroenergia.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá (Ifap), campus Macapá. Rod BR 210 km 03 s/n. 68909-398. Macapá, Amapá, Brasil. victor.sales@ifap.edu.br

³Universidade Federal do Tocantins (UFT), campus Palmas. Palmas, TO, Brasil. joenesp@mail.uft.edu.br; waldessejunior@mail.uft.edu.br

⁴Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus Lagoa do Sino. Buri, SP, Brasil. flavioafferri@gmail.com

⁵Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), campus Paraíso. paulosales@ifto.edu.br

INTRODUÇÃO

O interesse comercial pela cultura da soja (*Glycine max*) está relacionado com o seu alto teor de proteína (40%) e de óleo (20%) e, também, com sua produtividade (VELLO; SILVA, 2006). Além desses componentes que caracterizam a cultura como uma *commodity*, o grão apresenta também em média 34% de carboidratos e 5% de minerais (EMBRAPA, 2013). A soja, além de ser fonte de proteínas e de óleo, é rica em minerais como ferro, cálcio, fósforo, potássio e vitaminas do complexo B, essenciais para a saúde (GAVIOLI *et al.*, 2012).

A composição química da soja é consideravelmente influenciada pela genética das cultivares (SOUZA *et al.*, 2009), pelas condições climáticas onde as plantas crescem (ALBRECHT *et al.*, 2008; BARBOSA *et al.*, 2011) e pelas características químicas do solo (MORAES *et al.*, 2008; VEIGA *et al.*, 2010). Alguns autores indicam fatores que interferem nos teores de proteína e óleo do grão de soja, tais como: sombreamento (PROULX; NAEVE, 2009; BELLALOU; GILLEN, 2010), remoção de vagens e folhas (PROULX; NAEVE, 2009) e posição das vagens nos nós da haste da planta (HUSKEY *et al.*, 1990; BENETT *et al.*, 2003; BELLALOU; GILLEN, 2010; SALES *et al.*, 2013).

Em relação à posição das vagens nos nós da haste da planta, algumas pesquisas divergem quanto ao efeito na quantificação do teor de proteína e óleo. Nos Estados Unidos, Bennett *et al.* (2003), em cultivo de soja sob condições de campo, e Bellaloui e Gillen (2010), em cultivo sob casa de vegetação, encontraram diferenças nos conteúdos de proteína e óleo em grãos localizados nas diferentes partes da planta. No Brasil, Sales *et al.* (2013), em ensaios de campo, observaram uma tendência de maior concentração do teor de óleo nos grãos localizados no terço inferior das plantas, e maior concentração de proteínas no terço superior. Essa condição também foi observada pelos autores que realizaram os estudos nos Estados Unidos. Por outro lado, Huskey *et al.* (1990) não observaram diferença significativa no teor de proteína dos grãos da soja entre o terço superior e o terço inferior da planta, que, por sua vez, foram superiores ao terço médio.

Na cultura da soja, os programas de melhoramento genético são essenciais para atender à crescente demanda por cultivares agronomicamente superiores, que apresentem resistência às pragas, doenças e acamamento, alta produção de grãos, teor de óleo e proteína, dentre outros (SEDIYAMA *et al.*, 2005).

Em programas de melhoramento desenvolvidos para as condições tropicais sob baixa latitude, variações na composição química dos grãos, que ocorrem em função da posição das vagens, poderão resultar em erros na quantificação dos teores de óleo e proteína. O presente trabalho foi proposto em face das controvérsias e da escassez de estudos acerca do efeito da posição das vagens nessas variações e visando, ainda, reduzir esses erros de quantificação dessas características durante o processo de

amostragem para a seleção de genótipos superiores com maiores teores de óleo e proteína.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos no mês de dezembro, um no ano agrícola 2011/12 e outro, no ano agrícola 2012/13, ambos na área experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), no município de Palmas - TO, localizado na latitude 10°45' S, longitude 47°14' W a 220 m de altitude, o clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical com estação seca, em solo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

O delineamento experimental utilizado em cada experimento (ano agrícola) foi de blocos casualizados, com três repetições. Os tratamentos foram dispostos em um esquema de parcelas subdivididas, sendo alocados, nas parcelas, 15 cultivares de soja [transgênicos: BRS Valiosa, P98Y51, P98Y70, P99R03, M8527RR, M8925RR, M9144RR, M8867RR, TMG115RR e as convencionais: BR/MG 46 (Conquista), FMT Tucunará, BRSMT Pintado, M8866, M9350 e TMG803], e, nas subparcelas, a posição da vagem na haste da planta (terço inferior, terço médio e terço superior). A escolha dessas cultivares ocorreu em virtude de serem amplamente utilizadas nas condições edafoclimáticas da região central do Estado do Tocantins.

A parcela experimental foi composta por quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas por 0,45 m. Na colheita, foram utilizadas plantas apenas das duas fileiras centrais, descartando-se 0,50 m das extremidades de cada fileira.

Foram realizados os procedimentos de preparo do solo através da aração, gradagem e sulcamento, nos dois anos agrícolas. A recomendação de adubação de semeadura foi realizada na camada superficial (0-20 cm), tendo por base a análise do solo (Tabela 1). Conforme exigências da cultura, a recomendação de adubação foi de 400 kg ha⁻¹ do formulado NPK 05-25-15, seguida de adubação de cobertura no estádio R₂ com 100 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando como fonte cloreto de potássio.

A densidade de semeadura foi realizada com o intuito de se obter 14 plantas por metro, sendo efetuado o desbaste, quando necessário, aos 10 dias após a emergência. No momento da semeadura, foi realizado o tratamento das sementes com o fungicida Carboxin e Thiram 200 SC (2,5 mL + 2,5 mL de água kg⁻¹), seguido de inoculação das sementes com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*, sendo utilizado o produto Biomax® Premium Turfa - Soja (Estirpes SEMIA 5079 e 5080), na dosagem de 60 g 50 kg⁻¹ de sementes de soja.

O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi realizado à medida que se fez necessário. Para o controle de pragas, foi utilizado o produto Methamidophos (300 g ha⁻¹), nos estádios R₂, R₄ e R₆. Para o controle da ferrugem asiática, foram realizadas duas aplicações do fungicida

Tabela 1 - Resultado da análise de solo do campo experimental de Palmas nos anos safras 2011/12 e 2012/13
Table 1 - Results of the soil analysis of the Palmas experimental area for the crop years of 2011/12 and 2012/13

Anos safras	pH	K (mg dm ⁻³)	Al	P (mg dm ⁻³)	M.O.	CTC	V (%)	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Classificação
2011/12	4,9	42	0	25,5	1,8	3,08	79,80	20	8	72	Franco Argilo Arenosa
2012/13	5,8	95	0	18,3	1,4	5,54	71,12	23	6	71	Franco Argilo Arenosa

*P e K disponível - Método Mehlich I; M.O.: Matéria Orgânica (método); CTC: Capacidade de Troca Catiônica; V%: Saturação de Bases.

*Available P and K - Mehlich Method I, MO: Organic Matter, CTC: Cation Exchange Capacity; V%: Base Saturation.

Tebuconazole 200 EC (0,5 L ha⁻¹), nos estádios R₂ e R₄. As plantas daninhas foram controladas com uma aplicação de Roundup Ready, nos estádios V₆ e R₂, na dose de 1,44 L ha⁻¹. Para as cultivares convencionais, o controle de plantas daninhas foi realizado através de capina manual.

Em cada parcela experimental, nas duas fileiras centrais, descartando 0,50 m das extremidades, foram colhidas 30 plantas de cada cultivar avaliada, que foram divididas em terço inferior, médio e superior, conforme esquematizado na Figura 1.

Dentro da subparcela (cada posição na planta), uma amostra de 30 vagens foi colhida e trilhada, e os grãos acondicionados em saco de papel e transportados para o Laboratório de Pesquisa Agropecuária - LPA do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins - Campus de Palmas, onde foi realizada a moagem dos grãos.

O teor de proteína na base seca foi obtido segundo o método de Kjeldhal, sendo convertida a percentagem de N em percentagem de proteína através de um fator igual a 6,25 para cereais e oleaginosas. O teor de lipídeos na base seca foi determinado pelo método de Soxhlet (IAL, 2005).

Os dados de cada experimento (ano agrícola) foram submetidos à análise de variância individual e, em seguida, à análise de variância conjunta em que o menor quadrado médio residual não diferiu em mais de sete vezes do maior (CRUZ; REGAZZI, 2012). Em seguida, as médias das cultivares e posição das vagens foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância.

Os dados de teor de proteína e óleo, de cada experimento, foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, sendo as análises estatísticas realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2011).

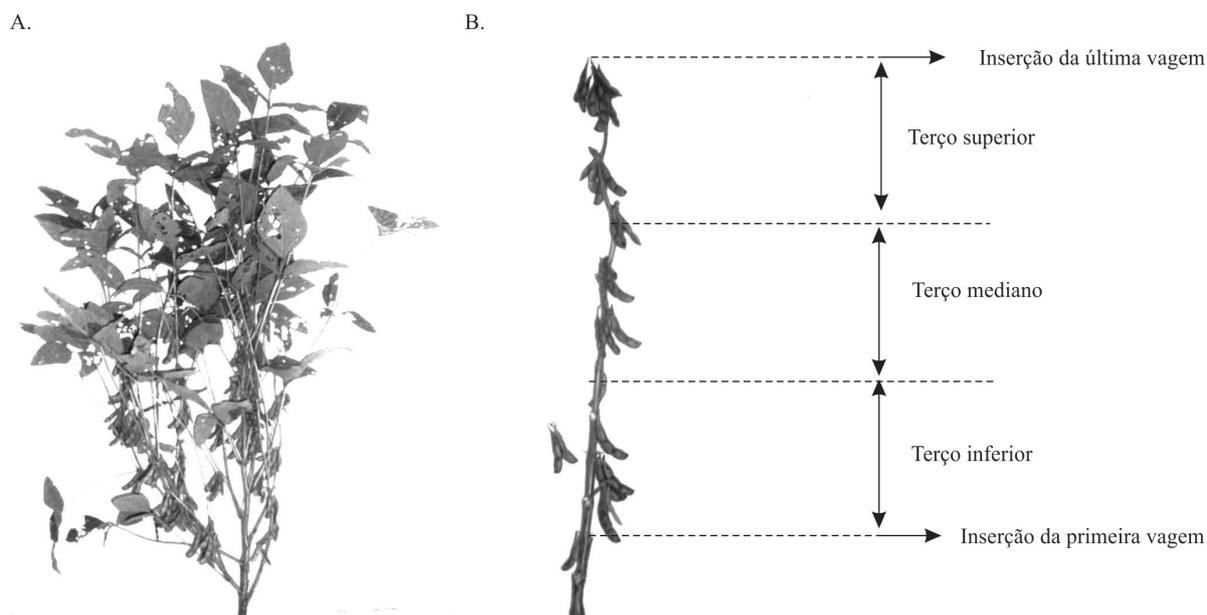


Figura 1 - Representação da planta de soja colhida no campo experimental (A) e da secção da planta em terços (inferior, médio e superior) a partir da inserção da primeira e última vagem da planta (B).

Figure 1 - Representation of the soybean plant harvested in the experimental area (A) and section of the plant into thirds (lower, medium and upper) from the insertion of the first and the final pods of the plant (B).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de teor de proteína apresentaram distribuição normal, dispensando a transformação dos dados. Entretanto, não houve distribuição normal para o teor de óleo, sendo realizada a transformação, utilizando $x=\sqrt{x}$.

Na análise de variância conjunta (Tabela 2), realizada após detectar homogeneidades entre as variâncias dos erros experimentais, para as características teor de óleo e proteína, foi observado efeito significativo ($p \leq 0,01$), para cultivares, posição das vagens, ano x cultivares, ano x posição das vagens, cultivares x ano e para a interação tripla anos x cultivares x posição das vagens. Por outro lado, não houve efeito significativo ($p > 0,01$) para o ano agrícola para ambas as características.

O efeito significativo das cultivares demonstrou a existência de diferença entre elas. A interação cultivar x posição das vagens sugere um comportamento diferencial das cultivares quanto à posição das vagens na haste da planta e, pelo fato de ser objeto principal do referido estudo, foi a única a sofrer os desdobramentos, cujas médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de Scott-Knott. Os

coeficientes de variação foram baixos, variando de 1,43 a 2,04%, indicando boa precisão do experimento.

As médias do teor de proteína das cultivares, nas diferentes posições das vagens na haste da planta e anos agrícolas, encontram-se na Tabela 3.

As cultivares, com exceção da P99R03, apresentaram diferença significativa para o teor de proteína nos grãos obtidos nas diferentes posições das vagens na haste da planta, sendo os maiores teores no terço superior, seguido pelo terço médio (Tabela 3). Os resultados encontrados estão em consonância com os obtidos por Sales (2012), que também verificaram maiores teores de proteína nos grãos localizados no terço superior e mediano. Egli e Bruening (2007) sugerem que o fornecimento de nitrogênio total para a planta é o principal fator limitante para o acúmulo e rendimento do teor de proteínas nos grãos de soja.

De acordo com os estudos de Kim *et al.*, (1999) e Hirai *et al.*, (2002), há evidências experimentais que sugerem o envolvimento de metabólitos específicos na acumulação de proteínas nas sementes. A concentração de O-acetilserina (OAS), que é um metabólito intermediário na síntese da cisteína, que desempenha papel importante na acumulação

Tabela 2 - Resumo da análise de variância das características teor de proteína (%) e óleo (%) em 15 cultivares de soja, em diferentes partes da planta, nos anos agrícolas 2011/12 e 2012/13

Table 2 - Summary of the analysis of variance for protein (%) and oil (%) content in 15 soybean cultivars from different parts of the plant, for the crop years of 2011/12 and 2012/13

FV	GL	Quadrado Médio	
		PROT	ÓLEO
Blocos/anos	4	0,167 ^{ns}	0,008 ^{ns}
Ano Agrícola (a)	1	0,123 ^{ns}	0,137 ^{ns}
Resíduo (a)	4	0,2328	0,0051
Cultivares (b)	14	31,46**	0,872**
Ano x Cultivares	14	19,36**	0,047**
Resíduo (b)	56	0,610	0,00464
Posição das Vagens (c)	2	206,17**	0,258**
Ano x Posição das Vagens	2	3,51**	0,021**
Cultivares x Posição das Vagens	28	5,77**	0,103**
Ano X Cultivares X Posição das Vagens	28	2,77**	0,011**
Resíduo (c)	116	0,5162	0,0044
MÉDIA		38,37	20,89
CV%(a)		1,80	2,23
CV%(b)		2,04	1,49
CV%(c)		1,84	1,43

** : significativo a 1% de probabilidade; ns: não significativo a 1% de probabilidade. (PROT): Teor de proteína, em %; (ÓLEO): Teor de óleo, em %.

** : Significant at 1% probability; ns: not significant at 1% probability. (PROT): Protein content, in %; (ÓLEO): Oil content, in %.

Tabela 3 - Teor médio de proteína de grãos de soja (15 cultivares) localizados em diferentes posições na haste da planta (terço inferior, médio e superior), nos anos agrícolas (2011/12 e 2012/13), em condições de baixa latitude, Palmas-TO

Table 3 – Mean protein content in grains of the soybean (15 cultivars) from different parts of the plant stem (bottom, middle and upper third), for the crop years of 2011/12 and 2012/13, under low-latitude conditions, Palmas, TO

Cultivares	Posição da vagem		
	Terço Inferior	Terço Mediano	Terço Superior
BRS Valiosa	38,25 aB	38,04 dB	40,08 dA
TMG803	34,93 cC	38,04 dB	40,76 cA
M8866	36,92 bB	37,55 dB	38,61 eA
P98Y51	35,67 cC	37,39 dB	39,60 dA
M8925RR	37,81 bB	40,54 aA	40,76 cA
M8867RR	38,74 aB	38,73 cB	39,69 dA
P98Y70	37,29 bC	39,41 bB	41,40 bA
TMG115RR	37,21 bB	37,85 dB	38,59 eA
P99R03	37,33 bA	37,46 dA	37,78 eA
M9144RR	34,85 cC	38,61 cB	41,07 cA
BRSMT Pintado	36,55 bC	39,57 bB	42,06 aA
M8527RR	37,34 bC	39,52 bB	40,42 cA
BR/MG 46 (Conquista)	37,25 bB	37,77 dB	38,35 eA
FMT Tucunaré	38,78 aC	40,62 aB	42,53 aA
M9350	33,38 dB	35,49 eA	35,99 fA
Média	36,82	38,44	39,85

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

¹Mean values followed by the same uppercase letter on a line, and lowercase letter in a column do not differ by Scott-Knott test at 5% probability.

de proteína 7S e 11S, está relacionada com a deficiência de enxofre (KIM *et al.*, 1999). Aparentemente a OAS coordena o sinal proveniente de disponibilidade de fotoassimilados e a proporção de N/S. Como a proporção de N/S é maior nos nós superiores da planta, há o acúmulo de β -subunidades de β -conglucina, promovendo maior rendimento de proteína nesses nós (BENNETT *et al.*, 2003).

Nesse sentido, a menor concentração de proteína nos grãos localizados no terço inferior pode ser explicada pela redução nas atividades das enzimas nitrato redutase, nitrogenase e da relação N/S, em virtude da menor atividade fotossintética das folhas baixas, por efeito do sombreamento (BELLALOU; GILLEN, 2010), bem como da senescência das folhas basais (NAOE *et al.*, 2006). Por outro lado, nos terços mediano e superior da planta, há maior atividade fotossintética, resultando em intensa translocação de fotoassimilados e fixação de nitrogênio (NELSON *et al.*, 1961), bem como maior acumulação de OAS (KIM *et al.*, 1999; HIRAI *et al.*, 2002; BENNETT

et al., 2003), que irá propiciar o aumento da proporção de N/S e, conseqüentemente, o aumento do teor de proteínas.

Quando avaliada a média do teor de proteína das 15 cultivares entre os terços superior (39,85%) e inferior (36,82%) foi detectada uma redução de 3,03%. Esse resultado foi similar aos encontrados por Bennett *et al.*, (2003), Naoe *et al.*, (2006), Bellalou e Gillen (2010) e Sales (2012), que observaram essa redução entre os terços superior e inferior, respectivamente, de 4,0; 5,7; 2,48 e 3,03%. Por outro lado, Huskey *et al.* (1990) não observaram diferenças significativas para concentração de proteína entre o terço superior e terço inferior, em virtude, provavelmente, de terem sido utilizados outros cultivares sob condições climáticas diferentes do atual estudo.

Foram detectadas diferenças significativas entre as cultivares, dentro de cada posição, para teor de proteína, representados por três diferentes grupos (Tabela 3). Para o terço superior, o grupo com médias maiores que 42% de proteínas (FMT Tucunaré e BRSMT Pintado); menor

que 36% (M9350) e entre 42 e 36%, as demais cultivares de soja. Para o terço médio, o grupo com médias maiores que 40% (M8925RR e FMT Tucunará); menor que 36% (M9350) e entre 40 e 34%, as demais cultivares de soja. No terço inferior, o grupo com médias maiores que 38% (BRS Valiosa e FMT Tucunará); menor que 33% (M9350). Para ambos os terços, o menor teor de proteína dos grãos foi observado na cultivar M9350. Ressalta-se que as cultivares FMT Tucunará e M9350 apresentaram, respectivamente, o maior e menor teor de proteína nos grãos, independentemente da posição das vagens.

As médias do teor de óleo das cultivares, nas diferentes posições das vagens na haste das plantas e anos agrícolas, encontram-se na Tabela 4.

A maioria das cultivares, com exceção da BRS Valiosa, apresentaram diferenças significativas quanto ao teor de óleo, para as diferentes posições das vagens na haste da planta, sendo os maiores valores observados nos terços inferior e médio. Diversos trabalhos relatam, menor concentração de óleo em grãos de soja nas vagens no terço

superior (BENNETT *et al.*, 2003; BELLALLOUI; GILLEN, 2010; SALES *et al.*, 2013). Entretanto, as cultivares P99R03 (24,01%), BRSMT Pintado (21,97%), M9144RR (21,49) e M8867RR (17,89) apresentaram os maiores teores de óleo em grãos no terço superior e médio (Tabela 4).

A diferença de resposta das cultivares, quanto ao teor médio de óleo nos grãos, para as diferentes posições da vagem na haste da planta, pode estar associada à arquitetura da planta, hábito de crescimento (indeterminado e determinado), maturação (BELLALLOUI; GILLEN, 2010) e sombreamento. Os mecanismos de enchimento dos grãos quanto ao teor de óleo, ainda, são incipientes, mas é sabido que há correlação negativa entre o teor de proteína e o teor de óleo, assim, as vagens localizadas na parte superior por apresentarem maior teor de proteína, devido à intensa fotoassimilação, apresentam menor teor de óleo. Por fim, Bellaloui e Gillen (2010) concluíram que o acúmulo de triacilglicerol nos grãos é resultado da alteração no metabolismo de carbono da planta e não a uma resposta a senescência das folhas.

Tabela 4 - Teor médio de óleo de grãos de soja (15 cultivares) localizados em diferentes posições na haste da planta (terço inferior, médio e superior), nos anos agrícolas (2011/12 e 2012/13), em condições de baixa latitude, Palmas-TO

Table 4 – Mean oil content in grains of the soybean (15 cultivars) from different parts of the plant stem (bottom, middle and upper third), for the crop years of 2011/12 and 2012/13, under low-latitude conditions, Palmas, TO

Cultivares	Terço Inferior	Terço Mediano	Terço Superior
BRS Valiosa	22,21 cA	21,74 cA	21,80 bA
TMG803	23,74 bA	21,61 cB	20,79 cC
M8866	20,10 eA	20,68 dA	18,99 dB
P98Y51	24,16 bA	22,14 bB	21,94 bB
M8925RR	22,77 cA	20,74 dB	21,18 cB
M8867RR	16,92 gB	15,27 gC	17,89 eA
P98Y70	21,00 dA	19,19 eB	19,47 dB
TMG115RR	22,63 cA	22,66 bA	20,99 cB
P99R03	22,35 cB	23,65 aA	24,01 aA
M9144RR	18,15 fC	21,49 cA	20,41 cB
BRSMT Pintado	21,09 dB	22,62 bA	21,97 bA
M8527RR	17,39 gA	17,46 fA	16,40 fB
BR/MG 46 (Conquista)	22,66 cA	20,13 dC	21,43 bB
FMT Tucunará	21,36 dA	19,29 eB	19,38 dB
M9350	24,80 aA	23,48 aB	19,77 dC
Média	21,42	20,81	20,43

¹Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, e minúscula, na coluna, não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

¹Mean values followed by the same uppercase letter on a line, and lowercase letter in a column do not differ by Scott-Knott test at 5% probability.

Quando avaliada a média do teor de óleo das 15 cultivares entre os terços superior (20,43%) e inferior (21,42%) foi detectada uma redução de 0,99%. Esses resultados estão abaixo dos valores reportados por Bellaloui e Gillen (2010) e Sales *et al.* (2013), que encontraram reduções de 4,9 e 4,4%.

O teor de óleo das cultivares avaliadas variou de 15,27 (M8867RR) a 24,80% (M9350), independentemente da posição da vagem (Tabela 4). Esses resultados estão próximos aos obtidos por Bellaloui e Gillen (2010), Barbosa *et al.* (2011) e Sales *et al.* (2013), que encontraram variações de 17,31 a 24,69% entre as cultivares, sendo esses dois últimos trabalhos conduzidos no Estado do Tocantins.

Foram detectadas diferenças significativas entre as cultivares, dentro de cada posição, para teor de óleo, representados por três diferentes grupos (Tabela 4). Para o terço superior, o grupo com média maior que 24% de óleo (P99R03); menor que 17% (M8527RR) e entre 24 e 17%, as demais cultivares de soja. Para o terço médio, o grupo com médias maiores que 23% (P99R03 e M9350); menor que 20% (P98Y70 e FMT Tucunará) e entre 23 e 20%, as demais cultivares de soja. No terço inferior, o grupo com

médias maiores que 24% (P98Y51 e M9350); menor que 18% (M8527RR e M8867RR).

CONCLUSÕES

Os grãos localizados no terço superior da haste da planta apresentaram maior teor de proteína, enquanto que os grãos localizados nos terços médio e inferior apresentaram maior teor de óleo;

Em programas de melhoramento de plantas, visando à seleção de genótipos superiores para a produção de energia, a amostragem de grãos deve ser realizada em grãos oriundos de vagens localizadas na mesma posição das plantas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado e à Universidade Federal do Tocantins (UFT) campus Palmas e Gurupi pela infraestrutura para o desenvolvimento do trabalho.

LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; ÁVILA, M.R.; SUZUKI, L.S.; SCAPIM, C.A.; BARBOSA, M. C. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. **Bragantia**, v.67, n.04, p.865-867, 2008.

BARBOSA, V.S.; PELUZIO, J.M.; AFFÉRI, F.S.; SIQUEIRAS, G.B. Comportamento de cultivares de soja, em diferentes épocas de semeaduras, visando à produção de bicomustível. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.03, p.742-7499, 2011.

BELLALOU, N.; GILLEN, A.M. Soybean seed protein, oil, fatty acids, N, and S partitioning as affected by node position and cultivar differences. **Journal Agricultural Science**, v.01, n.03, p.110-118, 2010.

BENNETT, J.O.; KRISHNAN, A.H.; WIEBOLD, W.J.; KRISHNAN, H.B. Positional Effect on Protein and Oil Content and Composition of Soybeans. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v.51, n.23, p.6882-6886. 2003.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. V.1. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2012. 514 p.

EGLI, D.B.; BRUENING, W.P. Nitrogen accumulation and redistribution in soybean genotypes with variation in seed protein concentration. **Plant Soil**, v.301, n.1-2, p.165-172, 2007.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Soja. Soja na alimentação [internet]. Londrina; Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/soja_alimentacao/index.php?pagina=23>. Acesso em: 05 jan 2015.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

GAVIOLI, I.L.C.; LEMOS, L.B.; FARINELLI, R.; CAVARIANI, C. Desempenho agrônomo e tecnológico de cultivares de soja convencional e com características especiais para a alimentação humana. **Journal of Agronomic Science**. v.01, n.01, p.84-99, 2012.

- HIRAI, M.Y.; KIM, H.; HAYASHI, H.; CHINO, M.; SATOSHI, N.; FUJIWARA T. Independent roles of methionine and O-acetyl-L-serine in the regulation of the β -subunit gene of β -conglycinin. **Soil Science Plant Nutrition**, v.48, p.87-94, 2002.
- HUSKEY, L.L.; SNYDER, H.E.; GBUR, E.E.; Analysis of single soybean seeds for oil and protein. **Journal American Oil Chemistry Society**. v.67, n.10, p.165-167, 1990.
- IAL - Instituto Adolfo Lutz. **Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. Ed. São Paulo:IAL, 2005, 1018 p.
- KIM, H.; HIRAI, M.Y.; HAYASHI, H.; CHINO M.; NAITO, S.; FUJIWARA, T. Role of O-acetyl-L-serine in the coordinated regulation of the expression of a soybean seed storage-proteingene by sulfur and nitrogen nutrition. **Planta**, v.209, n.03, p. 282-289, 1999.
- MORAES, L.M.F.; LANA, R.M.Q.; MENDES, C.; MENDES, E.; MONTEIRO, A.; ALVES, J. F. Redistribuição de molibdênio aplicado via foliar em diferentes épocas na cultura da soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.05, p.1496-1502, 2008.
- NAOE, L.K.; SEDIYAMA, C.S.; PIOVESAN, N.D.; COIMBRA, R.R.; MOREIRA, M.A. Avaliação do teor de proteína nas sementes de diferentes partes da planta de soja. **Revista Ciência Agroambiental**, v.1, n.10, p. 69-73, 2006.
- NELSON, C. D.; CLAUSS, H.; NORTIMER, D.C.; GORHAN, P.R. Select translocation of products of photosynthesis on the soybean. **Plant Physiology**, v.36, n.35, p.581-588, 1961.
- PROULX, R.A.; NAEVE, S.L. Pod removal, shade, and defoliation effects on soybean yield, protein, and oil. **Agronomy Journal**, v.101, n.04, p.971-978, 2009.
- SALES, P.V.G. PELÚZIO, J.M.; AFFÉRI, F.S.; SILVA, M.C.C.; SALES, V.H.G. Variabilidade da posição das vagens quanto ao teor de óleo em grãos de soja. **Revista Ciências Agrárias**, v. 56, n. 03, p. 274-277, 2013.
- SALES, P.V.G. Variabilidade genética e efeito da posição das vagens sobre o teor de óleo e proteína dos grãos em plantas de soja para fins de melhoramento. 2012. 48 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas.
- SEDIYAMA, T; TEIXEIRA, R.C; REIS, M.S. **Melhoramento da soja**. In: BORÉMA. (Ed) Melhoramento de espécies cultivadas. 2. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2005. p. 553-603.
- SOUZA, L.C.F.; ZANON, G.D.; PEDROSO, F.; ANDRADE, L.H.L. Teor de proteína e de óleo nos grãos de soja em função do tratamento de sementes e aplicação de micronutrientes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n.06, p.1586-1593, 2009.
- VEIGA, A.D.; PINHO, E.V.R.V.; VEIGA, A.D.; PEREIRA, P.H.A.R.; OLIVEIRA, K.C.; PINHO, R.G.V. Influência do potássio e da calagem na composição química, qualidade fisiológica e na atividade enzimática de sementes de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.04, p.953-960, 2010.
- VELLO, N.A.; SILVA, L.A.S. Genética busca atender ao consumo humano crescente. **Visão Agrícola**, v.3, n.05, p.60-62, 2006.