

<https://doi.org/10.5016/1984-5529.2023.v51.1455>

## Composição físico-química dos grãos de soja em função da altura na planta

### Physicochemical composition of two soybeans depending on plant height

Luana Profiro de Oliveira<sup>1</sup>; Osvaldo Resende<sup>2</sup>; Adrielle Borges de Almeida<sup>3</sup>; Isabela Santos Martins de Paula<sup>4</sup>; Jennifer Cristhine Oliveira Cabral<sup>5</sup>

<sup>1</sup> “Autor para correspondência”, Mestre em Ciências Agrárias, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, Rodovia Sul Goiana, km 01, Zona Rural, Rio Verde – GO, CEP: 75.901-970 – Brasil, [luanapro@hotmail.com](mailto:luanapro@hotmail.com);

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, [osvresende@gmail.com](mailto:osvresende@gmail.com);

<sup>3</sup> Mestre em Agroquímica, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, [drica.engal@gmail.com](mailto:drica.engal@gmail.com);

<sup>4</sup> Agrônoma, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, [isabela.st.santos@gmail.com](mailto:isabela.st.santos@gmail.com);

<sup>5</sup> Agrônoma, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, [jennifercristhine@hotmail.com](mailto:jennifercristhine@hotmail.com)

Recebido em: 08-03-2023; Aceito em: 03-08-2023

#### Resumo

As características arquitetônicas das plantas de soja podem influenciar diretamente na capacidade de reprodução, absorção de radiação solar, fixação biológica e, conseqüentemente, na composição química dos grãos. Diante disso, objetivou-se avaliar a influência da altura de vagens na planta de soja na composição físico-química dos grãos em oito cultivares. Os grãos a serem analisados foram colhidos manualmente no município de Rio Verde-GO, sendo das cultivares Aporé, BRS 517, BRS 511, IGS 7019 RR, NS 6906, NS 7667 e Var Foco, Voraz I PRO que posteriormente, foram encaminhados ao laboratório para serem avaliados em relação a sua posição nas três alturas de planta: terço superior, terço médio e terço inferior, quanto ao teor de água, lipídeos, proteínas, cinzas e carboidratos. O teor de água foi determinado em estufa até massa constante. O conteúdo proteico foi determinado pelo método de micro Kjeldahl e os lipídeos foram extraídos pelo método de Soxhlet. O resíduo mineral fixo foi determinado por incineração em mufla a 550 °C e os carboidratos foram determinados por meio de diferença entre os constituintes. Os experimentos foram conduzidos em Delineamento Inteiramente Casualizados em triplicata em esquema fatorial 8 x 3. Houve efeito entre a altura de planta e as cultivares, com o teor de água, lipídeos, proteínas, carboidratos e cinzas. Para as alturas de planta na cultura da soja, o terço superior apresentou resultados superiores sendo a posição com melhor composição físico-química. As cultivares que se destacaram foram a NS 7667 e Aporé, obtendo maior potencial produtivo. Isto posto, a posição que os grãos ocupam na planta de soja, influencia seu desenvolvimento bem como sua composição.

**Palavras-chave adicionais:** composição centesimal, *Glycine max*; pós-colheita.

#### Abstract

The architectural characteristics of soybean plants can directly influence the reproduction capacity, absorption of solar radiation, biological fixation and, consequently, the chemical composition of the grains. Therefore, the objective was to evaluate the influence of pod height in the soybean plant on the physicochemical composition of grains in eight cultivars. The grains to be analyzed were harvested manually in the municipality of Rio Verde-GO, being the cultivars Aporé, BRS 517, BRS 511, IGS 7019 RR, NS 6906, NS 7667 and Var Foco, Voraz I PRO, which were subsequently sent to the laboratory to be evaluated in relation to their position in the three plant heights: upper third, middle third and lower third, regarding water, lipid, protein, ash and carbohydrate content. The water content was determined in an oven until constant mass. Protein content was determined

by the micro Kjeldahl method and lipids were extracted by the Soxhlet method. The fixed mineral residue was determined by muffle incineration at 550 °C and the carbohydrates were determined by means of the difference between the constituents. The experiments were conducted in a completely randomized design in triplicate in a factorial 8 x 3. There was an effect between plant height and cultivars, with water, lipid, protein, carbohydrate and ash content. For plant heights in the soybean crop, the upper third showed superior results, being the position with the best physical-chemical composition. The cultivars that stood out were NS 7667 and Aporé, obtaining greater productive potential. That said, the position occupied by the grains in the soybean plant influences its development as well as its composition.

**Additional keywords:** centesimal composition, *Glycine max*; post-harvest.

## Introdução

A soja (*Glycine max* L. Merrill) é uma planta pertencente à família das leguminosas, provinda do cruzamento de plantas ancestrais com características rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia. Esses cruzamentos ocorreram de forma natural entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas Chineses (EMBRAPA, 2018). Dentre os sais minerais presentes na soja, destacam-se: cálcio, magnésio, potássio, cobre, fósforo e zinco. Possui vitaminas como niacina, riboflavina e ácido ascórbico (Azevedo, 2014). É uma das culturas com maior importância econômica, sendo utilizada tanto para alimentação humana como animal e produção de biocombustível (Van Ittersum et al., 2013; Wang et al., 2016), essa leguminosa ainda apresenta alto teor proteico, sendo muito utilizada na extração de óleo (ABAG, 2015). O Brasil se destaca no cenário agrícola mundial como maior produtor de soja, de acordo com dados da Conab (2023), a cultura apresenta uma previsão na safra 2022/23 de 312,5 milhões de toneladas, com um crescimento de 15 % em relação à safra passada. Além disso, se consolida com uma área plantada de, aproximadamente, 77 milhões de hectares.

A composição química dos grãos de soja, como os teores de óleo e proteína, são governados geneticamente, porém são fortemente influenciados pelo ambiente (temperatura e precipitação), principalmente durante o período de enchimento dos grãos (Delarmelino-Ferraresi et al., 2014) visto que expor os grãos ao estresse ambiental especificamente em determinadas fases do ciclo modifica sua composição química, apresentando de 20 a 35% de carboidratos, 30 a 45% de proteína, 15 a 25% de lipídeos e os 5% restantes composto de cinzas (Delarmelino, 2012).

Características arquitetônicas das plantas de soja podem influenciar positivamente ou negativamente no potencial produtivo da cultura (Müller, 2017). O aprimoramento do conhecimento sobre arquitetura de plantas e quais as consequências sobre o rendimento de grãos, pode definir padrões e vir a beneficiar a produtividade da soja por meio do uso desse conhecimento por programas de melhoramento (Müller, 2017). Já em relação as características morfofisiológicas da planta de soja, o número de ramos por planta, comprimento de ramos e número de nós, tem relação com o potencial produtivo, representando maior área

superficial fotossintetizante e também potencialmente produtiva por meio do número de locais para o surgimento de gemas reprodutivas. Por outro lado, um maior número de ramos com comprimentos avantajados, podem desviar os fotoassimilados que seriam utilizados na fixação e produção de estruturas reprodutivas (Navarro Júnior et al., 2002). Tendo em vista a complexidade da estrutura arquitetônica da soja, Zanon et al. (2018) destacam que para melhor definição da produtividade, pode-se dividir a planta de soja em terços, sendo eles, o terço inferior, médio e superior, com os principais componentes em cada parte: número de plantas por área, número de legumes por plantas, número de grãos por legumes, massa de grãos (massa de mil grãos), entre outros. Dessa forma, é possível priorizar certas práticas de manejo e defini-las com base nas características arquitetônicas da planta.

O melhoramento genético de cultivares de soja que respondam ao estresse ambiental garantindo uma maior produtividade e fixação do carbono fotossintético tem sido alvo de pesquisas, o que proporcionaria o aumento no desempenho da cultura (Von Caemmerer & Evans, 2010). Philipp et al. (2021) evidenciaram em seu estudo a importância do material genético na concentração de macro e micronutrientes, destacando assim a influência das diferentes cultivares na qualidade nutricional das sementes e consequentemente dos grãos de soja.

Diante o exposto, o estudo sobre as características dos grãos são de extrema importância para determinar a finalidade a qual serão destinados, tendo impacto direto no custo de processamento, visto que a posição em que os grãos estão dispostos na planta influencia na qualidade de sua composição e em seu desenvolvimento.

Assim, objetivou-se nesse trabalho elucidar a diferença da distribuição de macronutrientes (proteínas, lipídeos, carboidratos, resíduo mineral fixo e teor de água) em grãos de acordo com a sua posição na planta, visto que são submetidos a condições adversas que influenciam na produção desses compostos, tal como a absorção de luz e transporte de fotoassimilados.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido a campo no município de Rio Verde - GO sendo realizado em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) em

esquema fatorial 8 x 3 (sendo oito cultivares e três alturas de planta), em três repetições.

A cultura da soja foi instalada e conduzida de acordo com as recomendações técnicas, e os tratamentos fitossanitários para controle de plantas daninhas e pragas foram realizados após constatação de necessidade por meio de monitoramento. Para o controle e prevenção de manchas foliares e ferrugem asiática foram realizadas aplicações de fungicidas.

Foram colhidas 15 plantas aleatoriamente de cada uma das oito cultivares de soja (Aporé, BRS 517, BRS 511, IGS 7019 RR, NS 6906, NS 7667 e Var Foco, Voraz I PRO) foram colhidas no estágio fenológico R8 com cerca de 95% de vagens maduras, em maturação plena, no município de Rio Verde - GO e acondicionadas em embalagens de polietileno a temperatura ambiente. Em seguida, as vagens foram separadas de acordo com a inserção na planta em terço superior, terço médio e terço inferior e os grãos foram trilhados manualmente.

Os tratamentos analisados foram as três alturas das plantas: terço superior (TS), terço médio (TM) e terço inferior (TI), em oito cultivares de soja, totalizando 24 parcelas experimentais. O teor de água (TA) dos grãos de soja foi determinado pelo método da estufa a 103° C por 72 horas (ASAE, 1999).

O resíduo mineral fixo (método 900.02) foi quantificado por incineração em mufla a

550 °C, onde 3 g de soja, em seguida foram submetidas ao processo de moagem e colocadas em cadinhos de porcelana até obter cinzas de cores claras (AOAC, 2000). A determinação das proteínas foi realizada pelo método de micro Kjeldahl (método 991.20), utilizando normalidade do HCl de 0,1 e como fator de conversão de nitrogênio em proteína 6,5 (AOAC, 2000). Os teores de lipídeos foram extraídos por método de Soxhlet (método 920.39 C), utilizando como solvente o éter de petróleo, por 8 horas (AOAC, 2000). O teor de carboidratos foi determinado por diferença extraíndo-se a quantidade de água, cinzas, proteínas, lipídeos da amostra.

Para a análise estatística os dados foram analisados aplicando-se o teste F com grau de confiança de 95% no Software SISVAR 5.0, sendo as médias comparadas pelo teste de Scott Knott a 5% de significância.

## Resultados e discussões

Nas Tabelas 1 e 2 estão apresentadas as análises de variância para os parâmetros analisados. Houve efeito isolado de Altura de planta para teor de água, proteínas, lipídios e carboidratos, entre o fator "Cultivar" para cinzas, teor de água, proteínas, lipídios e carboidratos. Já em relação à interação Altura de plantas x Cultivar apresentou efeito sobre teor de água, proteínas, lipídios e carboidratos.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância com os valores do quadrado médio dos parâmetros de cinzas (g 100-1g) (CI), teor de água (% b.u.) (TA) dos grãos de soja

FV	GL	CI	TA
Altura de planta	2	0,0731 <sup>ns</sup>	1,6571 <sup>**</sup>
Cultivar	7	0,6153 <sup>**</sup>	2,4147 <sup>**</sup>
Alt. de planta x Cultivar	14	0,1051 <sup>ns</sup>	0,8069 <sup>**</sup>
Erro	48	0,0599	0,1059
CV (%)		5,03	2,59
Média		4,86	12,54

FV: Fonte de variação; GL: Grau de liberdade; Alt. de planta: Altura de planta; CV: Coeficiente de variação;

\*\*Significativo a 1% pelo teste de F; \*Significativo a 5% pelo teste de F; <sup>ns</sup> Não significativo.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância com os valores do quadrado médio dos parâmetros de % proteínas (PR), % lipídios (LP) e carboidratos (CA) dos grãos de soja

FV	GL	PR	LP	CA
Altura de planta	2	23,3054**	23,7583**	47,5431**
Cultivar	7	19,2477**	32,6104**	42,4439**
Alt. de planta x Cultivar Erro	14	2,7322**	19,3122**	20,6393**
	24	0,6143	1,1626	1,6831
CV (%)		2,22	5,84	4,52
Média		35,37	18,46	28,72

FV: Fonte de variação; GL: Grau de liberdade; Alt. de planta: Altura de planta; CV: Coeficiente de variação; \*\*Significativo a 1% pelo teste de F; \*Significativo a 5% pelo teste de F; <sup>ns</sup> Não significativo.

A composição química do grão de soja é prioritariamente composta por meio de cinco componentes: teor de água, proteína, lipídeos, carboidratos e cinzas. Constata-se na Tabela 3 que há uma relação entre a altura de planta (inferior, médio e superior) e a cultivar (BRS 517, Voraz IPRO, BRS 511, NS 6906, IGS 7019 RR, Aporé, NS 7667 e Var Foco) por meio dos valores médios de teor de água; para o terço inferior não foi observado diferença entre as cultivares em relação ao teor de água; para o terço médio foi observado apenas diferença para IGS 7019 e para NS 7667, com 10,76% b.u. e 12,87 % b.u., respectivamente; enquanto que para o terço superior foi observada diferença apenas para NS 7667 com 12,17 % b.u., e para Voraz IPRO e IGS 7019, com 12,62 % b.u. e 11,65% b.u., respectivamente. Para a Cultivar em relação à altura de planta, foi observada uma diferença na BRS 511, obtendo um valor de 12,54% b.u. no terço superior, na IGS 7019 com 12,55% b.u., na Aporé no terço inferior com 12,08 % b.u., na NS 7667 foi observado valor no terço inferior de 13,93 % b.u., constatando-se que para as cultivares Aporé e Var Foco foi observada diferença em todas as alturas de planta analisadas.

De um modo geral, os valores médios de teor de água se apresentaram elevados na cultivar Voraz I Pro médio com 14,00 % b.u., enquanto para a cultivar IGS 7019 médio foi menor de 10,76 % b.u. Para Berbert et al. (2008), o teor de água abaixo de 13,0% (b.u.) inibe o crescimento da maioria dos microrganismos. Enquanto grãos com teor de água abaixo de 12,0%, seu processo respiratório é baixo, o que prolonga a manutenção da qualidade. Embrapa (2004) recomenda que a colheita seja realizada com umidade entre 13 e 15% b.u, entretanto para ser armazenada Peske et al. (2012)

citam que, o grau de umidade acima de 13% não é desejável para o armazenamento de sementes em geral, e no caso da soja esse teor deve ser de 12% ou menos.

Sendo assim das oito cultivares analisadas seis apresentaram teor de água de aproximadamente 12% ou abaixo deste valor para as três alturas de plantas estudadas estando em conformidade com o teor desejável para o armazenamento seguro, com exceção apenas das cultivares (Voraz I PRO e NS 7667).

Turrall et al. (2018) encontraram grande discrepância entre valores de teor de água em função da posição dos grãos na planta, porém, não contataram tendência de maior ou menor valor em função de determinada posição. Contudo, quando compararam com o valor de altura de planta estabeleceu-se certa correlação em que entre plantas mais baixas, com concentração de vagens mais próximas, tendendo a apresentar valores mais elevados de teor água de grãos, enquanto que nas plantas mais altas, com maior espaçamento entre vagens, o teor de água tendeu a ser menor, o que foi justificado pelo autor, pela facilidade da circulação do ar ambiente entre vagens, o que permitiu a secagem natural dos grãos. Elevada umidade relativa do ar leva ao aumento do teor de água das sementes e, conseqüentemente, da atividade metabólica e respiratória das mesmas, o oposto ocorre em baixa umidade relativa do ar, no entanto, se esta for excessivamente baixa, pode haver desnaturação de proteínas e perda da integridade das membranas celulares (Carvalho; Nakagawa, 2012). Dessa forma, deve-se atentar não somente para a umidade inicial da semente, mas sim do ambiente de armazenamento e a temperatura do ar circundante.

**Tabela 3.** Teor de água (% b.u.) dos grãos de soja nas diferentes alturas de planta e cultivares

Cultivares	Teor de Água (%)		
	Inferior	Médio	Superior
<b>BRS 517</b>	12,73 Ab	12,54 Ab	12,19 Ab
<b>Voraz I PRO</b>	13,71 Aa	14,00 Aa	12,62 Ba
<b>BRS 511</b>	12,70 Ab	12,20 Ab	12,54 Aa
<b>NS 6906</b>	12,75 Ab	12,41 Ab	12,29 Ab
<b>IGS 7019 RR</b>	12,55 Ab	10,76 Cc	11,65 Bc
<b>Aporé</b>	12,08 Ac	12,40 Ab	12,71 Aa
<b>NS 7667</b>	13,93 Aa	12,87 Bb	12,17 Cb
<b>Var Foco</b>	12,27 Ac	12,26 Ab	12,62 Aa
CV (%)	2,59		

Letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna apresentam diferença pelo Teste de Scott knott a 5% de significância.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores de cinzas, onde foi observado diferença para cultivares, para a NS 6906, Aporé, NS 7667 e Var Foco foram observados valores superiores entre 5,31 a 4,90 g.100g<sup>-1</sup> e comportamentos similares entre elas, enquanto que para as demais cultivares foi observado valores inferiores entre 4,41 a 4,65 g.100g<sup>-1</sup>.

As cinzas em alimentos se referem ao resíduo inorgânico remanescente da queima da matéria orgânica, sem resíduo de carvão. Basicamente, representam os minerais, sejam eles microminerais ou macrominerais, que desempenham inúmeras funções corporais.

**Tabela 4.** Teor de cinzas (g.100g<sup>-1</sup>) dos grãos de soja das diferentes cultivares

Cultivares	Teor de cinzas (g.100g <sup>-1</sup> )
<b>BRS 517</b>	4,56 b
<b>Voraz I PRO</b>	4,41 b
<b>BRS 511</b>	4,67 b
<b>NS 6906</b>	4,90 a
<b>IGS 7019 RR</b>	4,65 b
<b>Aporé</b>	5,31 a
<b>NS 7667</b>	5,09 a
<b>Var Foco</b>	5,29 a
CV (%)	4,79

Letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna apresentam diferença pelo Teste de Scott knott a 5% de significância.

Para os teores de proteínas foi observada diferença entre as interações de Altura de planta dentro de Cultivar, onde para o terço inferior foi observado efeito entre as cultivares Voraz I PRO, Aporé e Var Foco, com 31,30, 35,03 e 34,72 % respectivamente (Tabela 5). Na Cultivar dentro da Altura de planta, houve diferença nas cultivares BRS 517, Voraz I PRO, Aporé, NS 7667 e Var Foco no

terço inferior com 33,15, 31,30, 35,03, 25,48 e 34,72 % respectivamente, na BRS 511 somente no terço superior com 37,49 %, E na IGS 7019 no terço médio com 33,63 %. Os menores resultados obtidos para concentração de proteína no terço inferior são análogos aos encontrados por Sales et al. (2016) que avaliando o teor de óleo e proteína em grãos de soja de diferentes posições na planta também

encontraram menor teor de proteínas na mesma posição da planta. Tal fato pode ser explicado devido ao sombreamento causado nas folhas mais baixas da planta, ocasionando redução da taxa fotossintética e conseqüentemente diminuição da atividade das enzimas nitrato redutase, nitrogenase e da relação N/S tanto na translocação de fotoassimilados quanto na fixação de nitrogênio.

Os lipídios apresentaram efeito para a interação da Altura de planta dentro de Cultivar, onde para o terço inferior ocorreu diferença entre as cultivares Voraz IPRO, BRS 511 e Var Foco, com 15,52, 26,95 e 18,61 % respectivamente; no terço médio para as cultivares IGS 7019 e NS 7667 e no terço superior para BRS 511, Aporé e Var Foco (Tabela 5). Na Cultivar dentro da Altura de planta houve diferença nas cultivares BRS 517, NS 6906, Aporé, Var Foco e IGS 7019 para todas as alturas de

plantas observadas, enquanto que para a BRS 511 foi observado diferença apenas para o terço inferior e para NS 7667 somente para o terço superior. As frações de proteína e lipídeos da soja compreendem, aproximadamente, 60% do total da massa seca do grão, entretanto, o controle genético constitui fator primário na regulação do conteúdo de lipídeos e proteína no grão, entretanto, eles são fortemente influenciados pelas flutuações no ambiente (Pípolo, 2002).

Em se tratando das posições dos grãos na planta, houve grande oscilação nos valores de teor de lipídeos, nos terços superior, inferior ou médio. Por outro lado, Bennet et al. (2003); Bellaloui & Gillen. (2010) e Sales et al. (2013) obtiveram aumento expressivo nos teores de óleo dos grãos do terço superior comparativamente as demais posições.

**Tabela 5.** Teor de proteínas (g.100g<sup>-1</sup>) e lipídios (%) dos grãos de soja nas diferentes alturas de planta e cultivares

Cultivares	Proteínas (%)			Lipídios (%)		
	Inferior	Médio	Superior	Inferior	Médio	Superior
<b>BRS 517</b>	33,15 Bc	37,33 Aa	37,58 Aa	19,33 Bc	18,95 Bb	23,43 Aa
<b>Voraz IPRO</b>	31,30 Cd	32,76 Ab	33,29 Ab	15,52 Ad	15,01 Ad	16,16 Ad
<b>BRS 511</b>	34,49 Bb	33,31 Cb	37,49 Aa	26,95 Aa	17,68 Bc	17,63 Bc
<b>NS 6906</b>	36,58 Ba	36,28 Ba	38,27 Aa	14,41 Be	14,95 Bd	17,60 Ac
<b>IGS 7019 RR</b>	32,49 Bc	33,63 Ab	31,70 Bc	21,49 Bb	14,92 Cd	24,35 Aa
<b>Aporé</b>	35,03 Cb	36,52 Ba	37,84 Aa	20,15 Bc	21,50 Aa	20,17 Bb
<b>NS 7667</b>	35,48 Bb	36,18 Ba	38,53 Aa	15,86 Bd	13,68 Cd	20,08 Ab
<b>Var Foco</b>	34,72 Cb	36,43 Ba	37,84 Aa	18,61 Ac	19,73 Ab	14,77 Be
CV (%)	1,60		4,13			

Letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna apresentam diferença pelo Teste de Scott knott a 5% de significância.

Na Tabela 6 está apresentada uma relação entre as Alturas de plantas x Cultivar, para carboidratos. Nota-se diferença para a interação entre Altura de planta dentro de Cultivar, onde para o terço inferior houve efeito na cultivar BRS 511 com 21,12% de carboidratos, no terço médio foram observadas diferenças nas cultivares BRS 517, Voraz IPRO, Aporé e Var Foco, 26,71%, 33,42%, 24,56% e 26,63%, enquanto que para o terço superior ocorreu diferença em todas as cultivares analisadas.

Dall' Agnol (2007) ressalta que o teor de carboidratos contido nos grãos de soja compreende em torno 30%, logo verifica-se que apesar de não terem sido todas as cultivares e posições avaliadas que apresentaram esse valor, os teores encontrados foram altos e ficaram próximos desta referência. Na

Cultivar dentro da Altura de planta houve efeito nas cultivares BRS 517, Aporé, NS 7667 e Var Foco para todas as alturas de plantas observadas. Vale salientar que a importância dos carboidratos na soja se deve ao fato de que a mesma contém cerca de 30% de carboidratos totais em seus grãos, dentre eles 60% se refere a sacarose que é um componente essencial estando relacionada a qualidade sensorial, pois altos teores de sacarose e conseqüentemente de carboidratos confere um sabor mais adocicado aos grãos (Obendorf & Kosina, 2011; Oliveira et al., 2010). Para Bellaloui & Gillen (2010) a diferença de resposta das cultivares, quanto composição físico-química 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 e

sombreamento. Portanto, nos terços mediano e superior da planta, há maior atividade fotossintética, resultando em intensa translocação de

fotoassimilados, podendo influenciar na distribuição de carboidratos nos diferentes terços.

**Tabela 6.** Carboidratos (%) dos grãos de soja nas diferentes alturas de planta e cultivares

Cultivares	Carboidratos (%)		
	Inferior	Médio	Superior
<b>BRS 517</b>	30,24 Ab	26,71 Bd	22,12 Ce
<b>Voraz I Pro</b>	35,00 Aa	33,42 Bb	32,97 Ba
<b>BRS 511</b>	21,12 Cd	31,81 Ac	27,65 Bc
<b>NS 6906</b>	31,23 Ab	31,51 Ac	26,96 Bc
<b>IGS 7019 RR</b>	28,85 Bc	35,81 Aa	26,53 Cc
<b>Aporé</b>	27,60 Ac	24,56 Be	24,52 Bd
<b>NS 7667</b>	29,60 Bb	31,43 Ac	24,29 Cd
<b>Var Foco</b>	28,99 Ac	26,63 Bd	29,65 Ab
CV (%)	3,20		

Letras maiúsculas na linha e minúsculas na coluna apresentam diferença significativa pelo teste de Scott knott a 5% de significância.

## Conclusões

Para as alturas de planta na cultura da soja, o terço superior apresentou resultados superiores sendo a posição com melhor composição físico-química. As cultivares que se destacaram foram a NS 7667 e Aporé, obtendo maior potencial nutricional.

Ainda são necessários estudos para compreender as respostas fisiológicas das plantas de soja em suas diferentes porções devido há escassez de estudos para essa questão.

## Agradecimentos

Ao IF Goiano, CAPES, FAPEG, FINEP e CNPq pelo apoio financeiro indispensável para execução deste trabalho.

## Referências

ABAG (2015) O futuro da soja nacional: impactos socioeconômicos da Ferrugem Asiática na cadeia da soja nos próximos dez anos.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists (2005) Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 10th edn. AOAC International.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists (1985) Official methods of analysis of the

Association of Official Analytical Chemists, 14th edn, AOAC.

ASAE - American Society of Agricultural Engineers (1999) Moisture measurement-unground grain and seeds. In: ASAE Standards ASAE 1999, 46th edn. p.567.

Azevedo E (2014) Riscos e controvérsias na construção social do conceito de alimento saudável: o caso da soja. Revista Saúde Pública 45(4):781-788. doi: 10.1590/S0034-89102011000400019

Bellaloui N, Gillen AM (2010) Soybean seed protein, oil, fatty acids, N, and S partitioning as affected by node position and cultivar differences. Journal Agricultural Science 1(3):110-118. doi: 10.4236/as.2010.13014

Bennett JO, Krishnan AH, Wiebold WJ, Krishnan HB (2003) Positional Effect on Protein and Oil Content and Composition of Soybeans. Agricultural And Food Chemistry 51:6882-6883. doi: 10.1021/jf034371l

Berbert PA, Silva JS, Rufato S, Afonso ADL (2008) Indicadores da qualidade dos grãos. In: Silva JS (Ed) Secagem e armazenagem de produtos agrícolas. Aprenda Fácil. p.63-107.

- Bourges H, Camacho JL, Banafunzi N (1981) Composition and nutritive value of green soybeans of the BM2 variety. *Journal of the American Oil Chemists Society* 58:371-372. doi: 10.1007/BF02582380
- Carvalho NM, Nakagawa J (2012) Sementes: ciência, tecnologia e produção. 5th edn. FUNEP. 590p.
- CONAB, Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Sétimo levantamento de plantio, abril 2022/23 Companhia Nacional de Desenvolvimento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>.
- Dall'Agnol A, Roessing AC, Lazzarotto JJ, Hirakuri MH, Oliveira AB (2007) O complexo agroindustrial da soja brasileira. *Embrapa Soj* 12p. (Circular Técnica, 43)
- Delarmelino-Ferraresi LM, Villela FA, Aumonde TZ (2014) Desempenho fisiológico e composição química de sementes de soja. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 9(1):14-18. doi: 10.5039/agraria.v9i1a2864
- Delarmelino LM (2012) Composição química e qualidade fisiológica de sementes de soja. Universidade Federal de Pelotas (Dissertação de mestrado em Agronomia).
- EMBRAPA (2018) Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. Embrapa.
- EMBRAPA (2021) Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. Embrapa.
- Filippi D, Denardin LGO, Ambrosini VG, Alves LA, Flores JPM, Martins AP, Pias OHC, Tiecher T (2021) Concentration and removal of macronutrients by soybean seeds over 45 years in Brazil: a meta-analysis. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 45. doi: 10.36783/18069657rbcs20200186
- Konovsky J, Lumpkin TA, McClary D (1994) Edamame: the vegetable soybean. Understanding the Japanese food and greenmarket: a multifaceted opportunity. Haworth Press. doi: 10.1201/9781003075172-15
- Muller M (2017) Arquitetura de plantas de soja: interceptação de radiação solar, deposição de produtos fitosanitários e produtividade. Universidade de Passo Fundo (Dissertação de mestrado em Agronomia).
- Navarro Junior HM, Costa JA (2002) Contribuição relativa dos componentes do rendimento para a produção de grãos em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37(3):269-274. doi: 10.1590/S0100-204X2002000300006
- Obendorf RL, Kosina SM (2011) Soluble carbohydrates in soybean. In: Tzibun NG (ed) *Soybean: biochemistry, chemistry and physiology*. p.201-229. doi: 10.5772/1952
- Oliveira MA, Carrão-Panizzi MC, Mandarino JMG, Leite RS, Campos Filho PJ, Vicentini MB (2010) Quantificação dos teores de açúcares, oligossacarídeos e amido em genótipos/cultivares de soja (*Glycine Max* (L) Merrill) especiais utilizados para alimentação humana. *Brazilian Journal and Food Technology* 13(1):23-29. doi: 10.4260/BJFT2010130100004
- Peske ST, Baudet LM, Villela FA (2012) Tecnologia de pós-colheita para sementes. In: Sedyama T (ed) *Tecnologias de produção de sementes de soja*. Mecnas.
- Pípolo AE (2002) Influência da temperatura sobre as concentrações de proteína e óleo em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Universidade de São Paulo. (Tese de doutorado).
- Sales PVG (2012) 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. Universidade Federal do Tocantins. (Dissertação de mestrado em Agroenergia).
- Sales VHG, Peluzio JM, Afférris FS, Oliveira Junior WP, Sales PVG (2016) Teor de óleo e proteína em grãos de soja em diferentes posições da planta. *Revista Agro@ambiente On-line* 10(1):22-29. doi: 10.18227/1982-8470ragro.v10i1.2462
- Turrall FV, Ruffato S, Hoscher RH, Oliveira MSG (2018) Arquitetura da planta de soja: influência sobre as propriedades físicas dos grãos. *Anais da VII Conferência Brasileira de Pós-Colheita*. Disponível em: [http://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/910\\_20181103\\_02-54-00\\_853.pdf](http://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/910_20181103_02-54-00_853.pdf) (Acesso em 04 nov 2021).

Van Ittersum MK, Cassman KG, Grassini P, Wolf J, Tittone P, Hochman Z. Yield gap analysis with local to global relevance-a review. *Field Crops Research* 143:4-17. doi: 10.1016/j.fcr.2012.09.009

Von Caemmerer S, Evans JR (2010) Enhancing C3 photosynthesis. *Plant Physiology* 154(2):589-592. doi: 10.1104/pp.110.160952

Wang L, Lin F, Li L, Li W, Yan Z, Luan W, Piao R, Guan Y, Ning X, Zhu L, Ma, Y, Dong Z, Zhang H, Zhang Y, Guan R, Li Y, Liu, Z, Chang R, Qiu L (2016) Genetic diversity center of cultivated soybean (*Glycine max*) in China-New insight and evidence for the diversity center of Chinese cultivated soybean. *Journal of Integrative Agriculture* 15(11):2481-248. doi: 10.1016/S2095-3119(15)61289-8

ZANON, A. J. et al. (2018) Ecofisiologia da soja: visando altas produtividades.