

Composição química, atratividade à insetos, produção e qualidade de sementes de soja RR e IPRO

Chemical composition, insect attractiveness, yield, and seed quality of RR and IPRO soybeans

Thaís Francielle Ferreira¹, Rafaela Aparecida de Carvalho², Denilson Paulo da Rosa Mavaieie³, João Almir Oliveira⁴, Thaisa Fernanda Oliveira⁵, Raquel Maria de Oliveira Pires⁶

RESUMO: A composição química de sementes é um fator genético que sofre influência de diversos fatores ambientais. Além dos fatores ambientais, a inserção de genes através de transgenia pode causar modificações na composição química das sementes e torná-las mais atrativas ao ataque de insetos. Objetivou-se avaliar as modificações causadas pelas tecnologias RR e IPRO na composição química, atratividade à insetos, produção e qualidade de sementes de soja. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com 3 repetições para cada uma das 14 cultivares que compuseram os tratamentos, sendo 7 RR e 7 IPRO. Após a colheita determinou-se a produtividade, a viabilidade das sementes, pelo teste de germinação, e o vigor, pelo teste de tetrazólio. A composição química das sementes foi determinada pela análise centesimal das sementes, na qual foram medidos umidade, extrato etéreo, proteínas, carboidratos (fibras + fração glicídica) e minerais (cinzas). Para a quantificação das sementes atacadas por percevejos foi realizado o teste de tetrazólio. Maiores teores de proteína nas sementes proporcionaram maior germinação e vigor, ao contrário de maiores teores de óleo. Houve uma menor incidência de danos por percevejos em sementes com alta concentração proteica e maior ocorrência em sementes com altas concentrações de carboidratos. Cultivares IPRO foram mais susceptíveis à incidência de percevejos quando comparadas a cultivares RR.

Palavras-chave: Carboidrato; *Glycine max*; Percevejo da soja; Proteína; Roundup Ready.

ABSTRACT: The chemical composition of seeds is a genetic factor influenced by several environmental factors. Besides these factors, the insertion of genes through transgenesis can cause changes in the chemical composition of the seeds and make them more attractive to the attack of insects that feed on the seeds. The aim was to evaluate the changes caused by RR and IPRO technologies in the chemical composition, insect attractiveness, yield, and quality of soybean seeds. The experimental design was based on randomized blocks with three repetitions for each of the 14 cultivars that comprised the treatments. After harvest, productivity was determined: seed viability by the germination test and vigor by the tetrazolium test. The tetrazolium test was performed to quantify the seeds attacked by bed bugs. The chemical composition of the seeds was defined by seed centesimal analysis, in which moisture, ether extract, proteins, carbohydrates (fibers + glycidic fraction), and minerals (ash) were measured. Higher protein contents in seeds provided higher germination and vigor. There was a lower incidence of bed bug damage in seeds with high protein concentration and higher incidence in seeds with high carbohydrate concentrations. IPRO cultivars were more susceptible to bed bug incidence when compared to RR cultivars.

Keywords: Carbohydrate; *Glycine max*; Protein; Roundup Ready; Soybean bug.

Autor correspondente: Thaisa Fernanda Oliveira

E-mail: thaisa.oliveira@ufv.br

Recebido em: 2023-03-27

Aceito em: 2024-07-02

¹ Mestre e Doutora em Fitotecnia na área de Produção e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras (MG), Brasil.

² Mestre e Doutora em Fitotecnia na área de Produção e Tecnologia de Sementes da Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras (MG), Brasil.

³ Doutor em Agronomia/Plantas Mediciniais, Aromáticas e Condimentares na Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras (MG), Brasil.

⁴ Doutor em Produção e Tecnologia de Sementes, Professor aposentado pela Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras (MG), Brasil.

⁵ Mestre em produção Vegetal e Doutora em Fitotecnia na área de Produção e Tecnologia de Sementes, professora efetiva na Universidade Federal de Viçosa – campus Rio Paranaíba – UFV, Rio Paranaíba (MG), Brasil.

⁶ Mestre e Doutora em Fitotecnia na área de Produção e Tecnologia de Sementes, professora efetiva na Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras (MG), Brasil.

INTRODUÇÃO

Os altos teores de óleo e proteína somados aos níveis de produtividade de grãos, nos mais diversos ambientes, faz da soja uma das espécies mais importantes do mundo (Patil *et al.*, 2017). A concentração de proteína e lipídeos na soja tem se tornado um fator determinante do valor da soja nos mercados nacional e global, isto porque, o direcionamento dos programas de melhoramento genético tem sido feito com base na crescente demanda por cultivares a serem utilizadas na alimentação humana, com altos padrões industriais e alta palatabilidade (Rotundo *et al.*, 2009; Mahmoud *et al.*, 2016; Santos *et al.*, 2018).

No entanto, estudos comprovam que um alto teor de proteína na composição da soja está associado a um menor rendimento da cultura e a uma correlação negativa com a produção de sementes (Rotundo *et al.*, 2009; Finoto *et al.*, 2017). E, embora a composição química de sementes seja controlada geneticamente, fatores bióticos e abióticos podem influenciar positiva ou negativamente nos teores de óleo e proteínas das sementes (Bellaloui *et al.*, 2015).

Dentre as cultivares disponíveis no mercado, a maior parte da área cultivada de soja está focada no cultivo da soja Roundup Ready (RR) tolerante ao glifosato, cujo evento determinante é MON 89788 (The American Soybean Association, 2019). Por meio da biotecnologia agrícola moderna, desenvolveu-se variedades de soja que contêm o cry1Ac, gene derivado de *Bacillus thuringiensis*, evento denominado MON 87701 (Miklos *et al.*, 2007). A expressão da proteína Cry1Ac confere resistência a insetos. Mais recentemente, o evento MON 87701 foi piramidado ao MON 89788 dando origem a soja MON 87701 x MON 89788 (RR2IPRO), que confere resistência a insetos e tolerância a herbicida.

A hipótese é que, devido à inserção do gene de interesse que confere tal resistência a insetos nessas cultivares, houve uma diferenciação na composição química das sementes e consequente aumento da palatabilidade em cultivares de soja que causa uma maior atratividade de insetos que se alimentam das sementes, principalmente percevejos (Belorte *et al.*, 2003). Diante do exposto, objetivou-se avaliar as modificações causadas pelas tecnologias RR e IPRO na composição química, atratividade à insetos, produção e qualidade de sementes de soja.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras, cuja produção de sementes foi realizada no campo experimental da universidade e as demais análises foram realizadas no Laboratório Central de Sementes do Departamento de Agricultura e no Laboratório de Análises Bromatológicas do Departamento de Ciência dos Alimentos, em Lavras.

A cidade está localizada na Região Sul do estado de Minas Gerais, Brasil, Latitude 21° 14'S e Longitude 40° 17'W e a 918,8 m de altitude. O clima de Lavras, segundo a classificação climática de Köppen, é Cwa, temperado chuvoso (mesotérmico) com inverno seco e verão chuvoso, subtropical, temperatura do mês mais quente maior que 22°C (22,1°C em fevereiro). A precipitação anual normal é de 1.529,7 mm, sendo os maiores valores observados nos meses de dezembro (296 mm), janeiro (272 mm) e fevereiro (192 mm) (Brasil, 1992; Dantas; Carvalho; Ferreira, 2007). Para o período do plantio à colheita foram registrados dados de precipitação total, temperatura média, e umidade relativa apresentados na Figura 1.

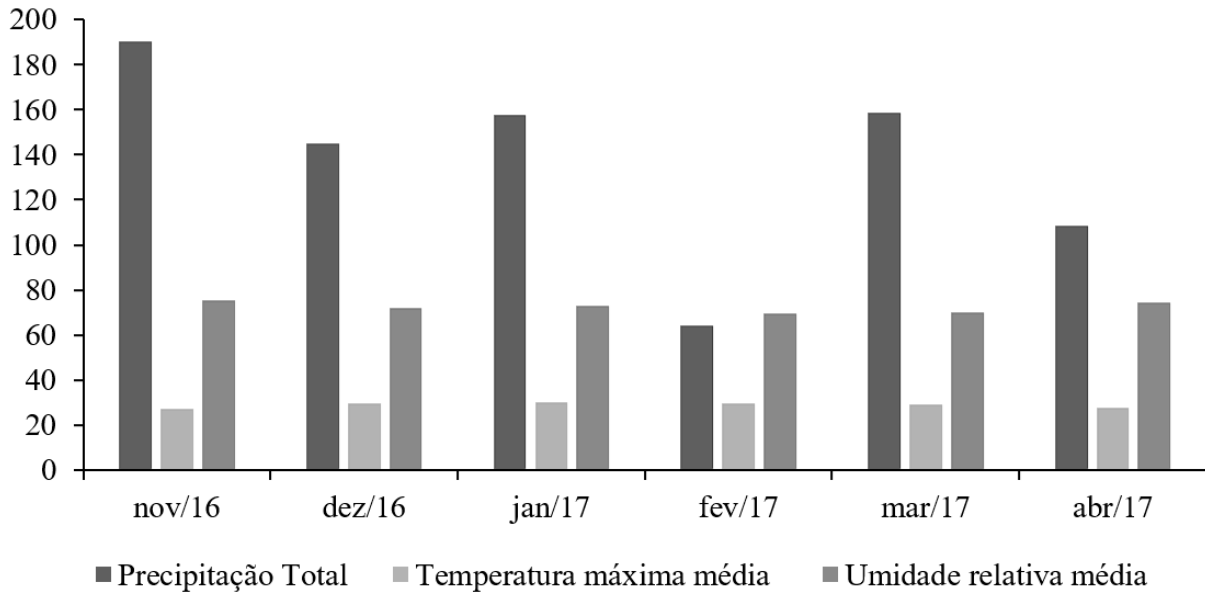


Figura 1. Série Climatológica da área experimental de novembro de 2016 à abril de 2017, com dados de precipitação total, temperatura máxima média e umidade relativa

Fonte: INMET (2017)

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2016/17 em solo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico, com características físico químicas segundo a Análise de solo apresentados na Tabela 1 (Teixeira *et al.*, 2017). A área escolhida para o plantio foi de fertilidade construída por meio de sistema de plantio direto. Utilizou-se adubação formulada N-P-K 02-20-18, segundo recomendação adequada para a cultura da soja no sulco de plantio (Ribeiro; Guimarães; Alvarez, 1999).

Tabela 1. Análise química e física do solo da área experimental

(Continua)

Propriedades Químicas	Resultados	
	0-20 cm	20-40 cm
pH (H ₂ O)	5.8	5.3
Ca ⁺⁺ (cmolc dm ⁻³)	3.69	1.89
Mg ⁺⁺ (cmolc dm ⁻³)	0.63	0.33
Al ⁺⁺⁺ (cmolc dm ⁻³)	0.10	2.20
H+Al (cmolc dm ⁻³)	4.47	7.62
SB (cmolc dm ⁻³)	4.44	2.32
t (cmolc dm ⁻³)	4.54	4.52
T (cmolc dm ⁻³)	8.91	9.94
K ⁺ (mg dm ⁻³)	48.64	37.98
P (mg dm ⁻³)	24.10	9.66
Zn (mg dm ⁻³)	2.47	1.54
Fe (mg dm ⁻³)	85.79	80.64
Mn (mg dm ⁻³)	13.45	13.34
Cu (mg dm ⁻³)	0.68	0.76

(Conclusão)

Propriedades Químicas	Resultados	
	0-20 cm	20-40 cm
B (mg dm ⁻³)	0.17	0.18
S (mg dm ⁻³)	11.58	27.64
V (%)	49.88	23.31
M (%)	2.20	48.67
Prem (mg L ⁻¹)	29.1	19.80
Matéria orgânica (dag Kg ⁻¹)	3.11	2.63
Areia (dag Kg ⁻¹)		16
Silte (dag Kg ⁻¹)		20
Argila (dag Kg ⁻¹)		64

Fonte: Departamento de Ciência do Solo - UFPA

Foram utilizadas sementes de sete cultivares de soja transgênicas RR (1-7); e sete transgênicas IPRO (8-14) (Tabela 2). As cultivares de soja RR possuem o gene cp4-epsps, oriundo de *Agrobacterium* sp, que confere tolerância ao herbicida Roundup®. As cultivares de soja IPRO, denominadas MON 87701 x MON 89788, são resultantes do cruzamento, através do melhoramento genético clássico, dos parentais de soja geneticamente modificadas resistente a insetos, MON 87701 e tolerante a glifosato MON 89788. O evento MON 87701 possui o gene Cry1Ac, oriundo de *Bacillus thuringiensis* e o evento MON 89788 possui o gene cp4-epsps, oriundo de *Agrobacterium* sp. Todas estas cultivares são recomendadas para regiões de clima temperado úmido com inverno seco e verão quente (Cwa), como é classificado o clima da cidade de Lavras. As sementes foram cedidas pela empresa Syngenta e Dow Agroscience.

Tabela 2. Caracterização das cultivares segundo a tecnologia inserida, o grupo de maturação, a classificação do ciclo e colheita

Cultivar	Tecnologia	Grupo de Maturação	Classificação de ciclo	Colheita (dias após a semeadura)
1	RR	6,4	Médio	120
2	RR	6,3	Médio	120
3	RR	5,9	Precoce	110
4	RR	6,4	Médio	120
5	RR	7-8	Tardio	130
6	RR	6-7	Médio	120
7	RR	5-6	Precoce	110
8	IPRO	7,1	Tardio	130
9	IPRO	7,3	Tardio	130
10	IPRO	6,3	Médio	120
11	IPRO	6,9	Médio	120
12	IPRO	7-8	Tardio	130
13	IPRO	6-7	Médio	120
14	IPRO	5-6	Precoce	110

As sementes foram tratadas com Standak Top® (2 ml kg⁻¹ sementes). Logo após a secagem as sementes foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*, SEMIA 5079 e SEMIA 5080, utilizando-se inoculante turfoso Total Nitro® na proporção de 1,2 x 10⁶ bactérias por semente.

A semeadura foi realizada manualmente, na segunda quinzena de novembro. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com 3 repetições para cada uma das 14 cultivares que compuseram os tratamentos. As parcelas experimentais foram constituídas por 6 linhas de 5 metros de comprimento espaçadas em 0,5 m, sendo as duas externas bordaduras e as quatro linhas centrais úteis, desconsiderando 0,5 m de cada extremidade, totalizando 15 m² de parcela, sendo 8 m² parcela útil.

O desbaste foi realizado 15 dias após emergência das plântulas, mantendo-se 15 plantas por metro. Os tratos culturais, aplicações de inseticidas, fungicidas e herbicidas, foram realizados uniformemente em todas as parcelas de acordo com as necessidades e recomendações para a cultura.

A colheita foi realizada manualmente em R8, de forma escalonada levando-se em consideração o ciclo de cada cultivar (Tabela 2). Assim como a colheita, a debulha também foi realizada manualmente. Após a debulha foi realizada a quantificação da produção por área determinando a produtividade, em que as sementes foram pesadas e os pesos obtidos foram corrigidos para 13% de umidade, com resultados expressos em kg ha⁻¹.

Para a análise centesimal, a qual determina umidade, extrato etéreo, proteínas, fibras, minerais e fração glicídica, foram retiradas amostras de sementes de cada cultivar, seguindo os parâmetros técnicos da amostragem de sementes (Brasil, 2009).

As sementes foram moídas em moinho refrigerado, com nitrogênio líquido e PVP (polivinilpirrolidona), e armazenadas a -86°C até o momento das análises. A umidade das amostras foi determinada pelo método gravimétrico, no qual 10 g de amostra foram pesadas e levadas à estufa à 105°C, até peso constante. A umidade da amostra foi calculada de acordo com a fórmula:

$$Umidade(\%) = \left\{ \frac{(cápsula + amostra\ integral) - (cápsula + amostra\ seca)}{amostra\ integral} \right\} (100)$$

A fração lipídica ou extrato etéreo foi determinada pelo método de Soxhlet. Foram pesados cerca de 3 g de amostra seca em cartucho celulósico vedado com algodão para evitar a perda de amostra, quando da adição do éter. O cartucho contendo a amostra seca foi acondicionada em reboiler. Adicionou-se éter ao reboiler até submergir a amostra contida no cartucho. Logo em seguida acoplou-se o reboiler ao bloco aquecedor do aparelho de "Soxhlet", acionando-se a temperatura de 35°C e deixando em refluxo por cerca de 2 horas. O reboiler com o extrato etéreo foi levado para a estufa à 105°C até peso constante. O cálculo do teor de extrato etéreo da amostra foi realizado de acordo com a fórmula:

$$Extrato\ etéreo(\%) = \left\{ \frac{(reboiler + extrato\ etéreo) - (reboiler)}{amostra\ seca} \right\} (100)$$

A fração protéica foi determinada segundo o método de "Kjeldahl". Para tanto, foram pesadas 100 mg de matéria seca e desengordurada, envolvendo a amostra em papel manteiga a qual foi transferida para o tubo de digestão contendo 600 mg de K₂SO₄, 300 mg de CuSO₄ e 5 mL de H₂SO₄. O tubo foi levado ao bloco digestor, até atingir a temperatura de 400°C, para que a amostra se tornasse incolor. Acoplou-se o tubo com a amostra digerida ao aparelho de Kjeldahl. Foram adicionados 15 mL de NaOH ao reservatório apropriado. Foram coletados 75 mL de condensado no erlenmeyer que foi levado para a titulação com HCl até viragem de cor (verde para vermelho). O teor de nitrogênio da amostra foi calculado através da fórmula:

$$\text{Nitrogênio (\%)} = \frac{V \times N \times 14 \times 100}{A}$$

Em que:

V = volume gasto de HCl 0,02 N na titulação;

N = normalidade da solução de HCl = 0,02N;

A = peso da amostra em mg.

Posteriormente, o resultado da porcentagem de nitrogênio foi transformado para porcentagem de proteína, multiplicando pelo fator 5,71.

A quantidade de minerais foi determinada pela quantidade de cinzas de cada amostra pesando-se 2 g de matéria seca e desengordurada. Logo em seguida incinerou-se a amostra com auxílio do bico de bunsen até que se cessou a emissão de fumaça. A amostra foi conduzida para a mufla a 550°C, por um período suficiente para queima de toda matéria orgânica. Realizou-se a pesagem da amostra e o cálculo através da fórmula:

$$\text{Cinza (\%)} = \left\{ \frac{(\text{Cadinho} + \text{cinza}) - (\text{Cadinho})}{\text{Tomada de ensaio}} \right\} (100)$$

Os carboidratos foram determinados por diferença do total, consistindo da fração glicídica e de fibras:

$$\text{Carboidratos} = 100 - (\text{umidade} + \text{extrato etéreo} + \text{proteínas} + \text{cinzas})$$

Para a determinação da porcentagem de danos por percevejos foi realizado o teste de tetrazólio em que foram utilizadas 200 sementes, em 4 subamostras de 50 sementes para cada parcela experimental (França Neto; Krzyzanowski; Costa, 1998). O teste de germinação foi efetuado com duas repetições de 50 sementes por repetição de campo (bloco), seguindo as prescrições contidas nas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2009).

Para a análise estatística utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições e comparação entre médias de cultivares pelo teste de Scott-Knott, com probabilidade de 5% e aplicação de contrastes ortogonais para a comparação entre as tecnologias RR e IPRO.

3 RESULTADOS

Os dados referentes à composição centesimal das sementes de soja das 14 cultivares estudadas são apresentados na Tabela 3. O teor de umidade das sementes das cultivares não diferiram entre si, o que demonstra maior confiabilidade no momento de se discutir as demais diferenças na composição das sementes uma vez que todas foram colhidas no mesmo ponto de maturidade fisiológica.

Tabela 3. Resultados médios de umidade (U%), proteína (PTN%), lipídeos (LIP%), carboidratos (CHO%) e minerais (Minerais%) obtidos através de análise centesimal de sementes de cultivares de soja RR e IPRO

(Continua)

CULTIVARES	U (%)	PTN (%)	LIP (%)	CHO (%)	Minerais (%)
1RR	9,47 a	37,50 c	25,00 a	21,46 e	6,55 c
2RR	9,61 a	39,35 a	25,22 a	17,36 f	8,43 a
3RR	9,92 a	39,17 a	21,55 c	24,79 c	4,54 e

(Conclusão)

CULTIVARES	U (%)	PTN (%)	LIP (%)	CHO (%)	Minerais (%)
4RR	9,42 a	34,76 d	23,22 b	26,80 b	5,77 d
5RR	9,33 a	37,22 c	18,77 e	29,77 a	4,89 e
6RR	9,47 a	38,53 b	20,50 d	23,08 d	8,41 a
7RR	9,40 a	39,19 a	17,50 f	28,00 b	5,88 d
8IPRO	9,23 a	39,21 a	20,00 d	24,01 c	7,53 b
9IPRO	9,42 a	36,11 d	20,66 d	30,31 a	4,47 e
10IPRO	9,42 a	39,65 a	19,00 e	23,35 d	8,56 a
11IPRO	9,71 a	36,86 c	20,66 d	27,97 b	4,78 e
12IPRO	9,14 a	37,43 c	21,88 c	25,22 c	6,30 c
13IPRO	9,52 a	37,92 b	15,14 g	30,78 a	6,62 c
14IPRO	9,47 a	36,43 c	18,5 e	28,18 b	7,40 b
CV(%)	2,29	1,28	2,66	3,51	5,93

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade

Observa-se que houve diferenças significativas para os teores de proteínas, lipídeos, carboidratos e minerais quando se comparou as cultivares, germinação e vigor das sementes (Tabelas 3 e 4).

A equiparação da composição química das sementes com a germinação e o vigor é importante pois a germinação e o vigor são fatores de produção enquanto que a composição química é um fator de comercialização e consumo, portanto, o progresso contínuo no sentido de satisfazer o mercado com cultivares de alto rendimento não pode sacrificar a eficiência reprodutiva (Rotundo *et al.*, 2009, Bellaloui *et al.*, 2017).

Tabela 4. Resultados médios da qualidade de sementes: germinação (G%), vigor (V%) e Incidência de danos por percevejos (%) pelo teste de tetrazólio de cultivares de soja RR e IPRO

(Continua)

Cultivares	G (%)	V (%)	Incidência de danos por percevejos (%)
1RR	65 e	59 d	35,42 d
2RR	94 a	89 a	20,54 b
3RR	89 b	88 a	31,35 c
4RR	88 b	83 b	29,29 c
5RR	70 d	65 d	47,27 e
6RR	84 c	85 b	37,24 d
7RR	96 a	92 a	11,67 a
8IPRO	85 c	88 a	34,24 d
9IPRO	82 c	82 b	36,80 d
10IPRO	80 c	73 c	47,38 e
11IPRO	73 d	75 c	37,85 d
12IPRO	56 f	63 d	61,39 f

(Conclusão)

Cultivares	G (%)	V (%)	Incidência de danos por percevejos (%)
13IPRO	86 b	84 b	34,44 d
14IPRO	93 a	90 a	18,01 b
CV(%)	3,94	3,32	5,27

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

A concentração de proteínas nas sementes das cultivares estudadas variou de 39,65 a 34,76 %. As sementes com maiores teores de proteína foram das cultivares 2, 3, 7, 8, 10. Nota-se, que a maioria destas cultivares também apresentaram maior germinação e maior vigor pelo teste de tetrazólio (Tabela 4). Os teores de óleo e proteínas possuem relação direta com a composição química e a qualidade das sementes. Segundo Mahmoud *et al.* (2016) uma maior quantidade de proteína possibilita um maior teor de metionina e cisteína que refletem na redução de fatores antinutricionais e consequentemente na qualidade das sementes, pois a maior parte dos componentes antinutricionais da soja são compostos de fácil oxidação.

Quando se analisa os teores de óleo, observa-se que as sementes com maiores teores de lipídeos foram das cultivares 1 e 2 e que a cultivar 1 também retratou uma baixa germinação e vigor. Este fato pode ser explicado pela redução da estabilidade oxidativa em função da maior concentração de óleos nas sementes desta cultivar, o que causa decréscimos à qualidade e ao período de armazenamento das sementes (Patil *et al.*, 2017). O alto teor de óleo também implica em uma menor aceitação ao consumo humano devido à alta ação de enzimas lipoxigenases que agem na oxidação de lipídeos e conferem o “beany flavor” ou “grassy flavor” aos grãos (Office of Biotechnology, 2013).

Cultivares com teor de proteína expressivo, tais como as cultivares 2 e 7, tiveram uma menor incidência de percevejos (Tabela 4). De acordo com Belorte *et al.* (2003), a redução da produtividade de cultivares de soja com altas concentrações de proteínas em sua composição está ligada a danos causados por percevejos que iniciam a colonização das plantas logo após a floração, se reproduzem no processo de formação das vagens (R3), e aumentam a população no início do enchimento das sementes (R5), período em que a soja está mais susceptível. Com isto há uma menor produção e menor potencial germinativo das sementes produzidas devido aos danos causados pelo inseto e pelo ataque de patógenos nos ferimentos.

Todavia, ao analisar os teores de carboidratos, as sementes com maiores concentrações foram das cultivares 5, 9, 13 nas quais apresentaram maior incidência de percevejo, com 34 a 47 % de sementes lesionadas. Observa-se ainda que cultivares IPRO possuem menor concentração de lipídeos, maior concentração de carboidratos e maior susceptibilidade ao ataque de percevejos com relação às cultivares de tecnologia RR com diferença de 13,51% (Figura 2).

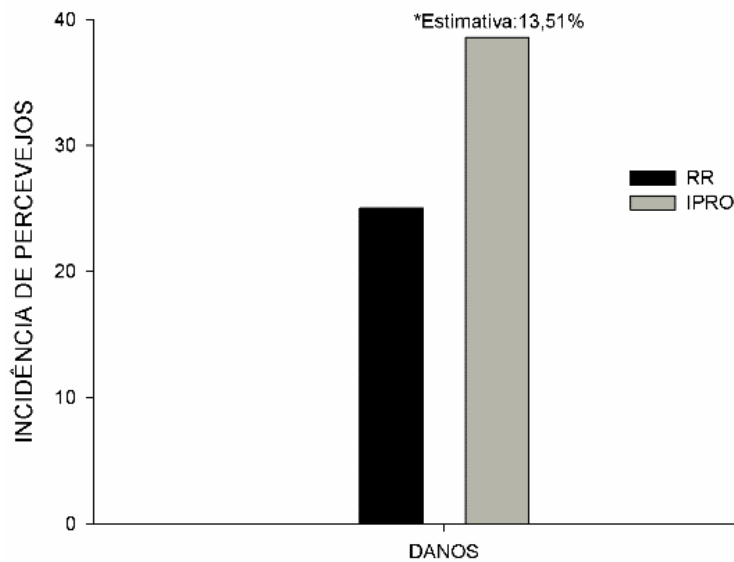


Figura 2. Contrastes ortogonais para incidência de percevejos (%) pelo teste de tetrazólio de sementes de soja com tecnologia RR e IPRO

*Significância à 1% de probabilidade

Além disso, não houve diferenças significativas entre as tecnologias para os teores de proteínas e minerais (Figura 3). Desta forma, considera-se que a variação está na concentração de óleos e carboidratos e não na concentração de proteínas, como afirmaram alguns autores que ao estudarem a composição química de sementes de soja concluíram que o teor de óleo e proteínas nas sementes são inversamente proporcionais (Arslanoglu; Aytac; Oner, 2011).

Segundo alguns autores, a concentração de óleo e proteína varia segundo o genótipo, o ambiente, principalmente a temperatura, a posição da vagem nas plantas, o ciclo e até a exposição a situações de estresse (Bruno *et al.*, 2015; Sing *et al.*, 2016). Ao analisar o gráfico com os dados climatológicos de Lavras durante o período de produção das sementes, nota-se que a temperatura máxima ocorreu em janeiro, atingindo 30,31°C (Figura 1). Sabendo-se que a soja tolera temperaturas de até 35°C, portanto, descarta-se a possibilidade do aumento do teor de óleo em função da temperatura (Salem *et al.*, 2007).

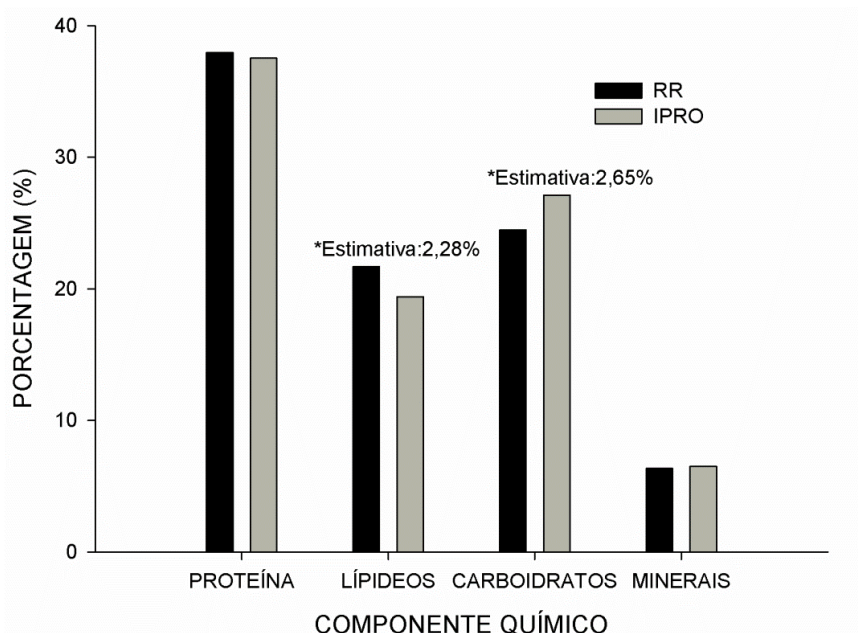


Figura 3. Contrastes ortogonais para os componentes químicos: proteína (PTN%), lipídeos (LIP%), carboidratos (CHO%) e minerais (MINERAIS%) obtidos através de análise centesimal de sementes de soja com tecnologia RR e IPRO
*Significância à 1% de probabilidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Maiores teores de proteína nas sementes proporcionaram maior germinação e vigor, ao contrário de maiores teores de óleo.

Houve uma menor incidência de danos por percevejos em sementes com alta concentração proteica e maior ocorrência em sementes com altas concentrações de carboidratos.

Cultivares IPRO foram mais susceptíveis à incidência de percevejos quando comparadas a cultivares RR.

5 AGRADECIMENTOS

À CAPES, ao CNPq e a FAPEMIG pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ARSLANOGLU, F.; AYTAC, S.; ONER, E. K. Effect of genotype and environment interaction on oil and protein content of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) seed. *Afr. J. Biotechnol.*, Lagos, v. 10, n. 80, p. 409-417, 2011. <http://dx.doi.org/10.5897/ajb10.1879>.
- BELLALOU, N.; BRUNS, H. A.; ABBAS, H. K.; MENGISTU, A.; FISHER, D. K.; REDDY, K. N. Agricultural practices altered soybean seed protein, oil, fatty acids, sugars, and minerals in the Midsouth USA. *Front. Plant Sci.*, Lausana, v. 6, n. 1, p. 1-31, 2015. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2015.00031>.
- BELLALOU, N.; SMITH, J. R.; MENGISTU, A.; RAY, J. D.; GILLEN, A. M. Evaluation of Exotically-Derived Soybean Breeding Lines for Seed Yield, Germination, Damage, and Composition under Dryland

Production in the Midsouthern USA. **Front. Plant Sci.**, Lausana, v. 8, n. 1, p. 1-14, 2017. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2017.00176>.

BELORTE, L. C.; RAMIRO, Z. A.; FARIA, A. M.; MARINO, C. A. B. Danos causados por percevejos (*Hemiptera: Pentatomidae*) em cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, 1917) no município de Araçatuba, SP. **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 2, p. 169-175, 2003.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DA REFORMA AGRÁRIA. **Normais climatológicas: 1961-1990**. Brasília: Departamento Nacional de Meteorologia, 1992. 84 p.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009. 395 p.

BRUNO, J. L.; SILVA, H. R.; JUNIOR, F. L. M.; PRETE, C. E. C. Acúmulo de óleo em sementes de soja cultivadas in vitro e in vivo. **Semin., Ciênc. Agrár.**, Londrina, v. 36, n. 5, p. 3085-3090, 2015. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744151045>?

DANTAS, A. A. A.; CARVALHO, L. G. D.; FERREIRA, E. Classificação e tendências climáticas em Lavras, MG. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1862-1866, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542007000600039>.

FINOTO, E. L.; SEDIYAMA, T.; ALBUQUERQUE, J.; SOARES, M. B. B.; GALLI, J. A.; CORDEIRO JUNIOR, P. S.; MENEZES, P. H. S. Anticipation and harvest delay in oil and protein contents of soybean seeds, grow crops Valiosa RR. **Sci. Agropecu.**, Trujillo [s.l.], v. 8, n. 2, p. 99-107, 2017. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2017.02.02>.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1998. 72 p.

MAHMOUD, A. A.; NATARAJAN, S. S.; BENNETT, J. O.; MAWHINNEY, T. P.; WIEBOLD, W. J.; KRISHNAN, H. B. Effect of Six Decades of Selective Breeding on Soybean Protein Composition and Quality: a biochemical and molecular analysis. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v. 54, n. 11, p. 3916-3922, 2006. <http://dx.doi.org/10.1021/jf060391m>.

MIKLOS, J. A.; ALIBHAI, M. F.; BLEDIG, S. A.; CONNOR-WARD, D. C.; GAO, A.; HOLMES, B. A.; KOLACZ, K. H.; KABUYE, V. T.; MACRAE, T. C.; PARADISE, M. S. Characterization of Soybean Exhibiting High Expression of a Synthetic *Bacillus thuringiensis* cry1A Transgene That Confers a High Degree of Resistance to Lepidopteran Pests. **Crop Sci.**, New Jersey, v. 47, n. 1, p. 148-157, 2007. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2006.07.0463>.

PATIL, G.; CHAUDHARY, J.; VUONG, T. D.; JENKINS, B.; QIU, D.; KADAM, S.; SHANNON, G. J.; NGUYEN, H. T. Development of SNP Genotyping Assays for Seed Composition Traits in Soybean. **Int. J. Plant Genomics**, Washington, v. 2017, n.1, p. 1-12, 2017. <http://dx.doi.org/10.1155/2017/6572969>.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

ROTUNDO, J. L.; BORRÁS, L.; WESTGATE, M. E.; ORF, J. H. Relationship between assimilate supply per seed during seed filling and soybean seed composition. **Field Crops Res.**, Jinan, v. 112, n. 1, p. 90-96, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2009.02.004>.

SALEM, M. A.; KAKANI, V. G.; KOTI, S.; REDDY, K. R. Pollen-Based Screening of Soybean Genotypes for High Temperatures. **Crop Sci.**, New Jersey, v. 47, n. 1, p. 219-231, 2007. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci2006.07.0443>.

SANTOS, E. R.; SPEHAR, C. R.; CAPONE, A.; PEREIRA, P. R. Estimativa de parâmetros de variação genética em progênies f2 de soja e genitores com presença e ausência de lipoxigenases. **Nucleus**, Ituverava, v. 15, n. 1, p. 61-70, 2018. <http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.2169>.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3ª edição. Brasília: Embrapa Brasília, 2017. 577p.

THE AMERICAN SOYBEAN ASSOCIATION. **Soybean: production and technology. production and technology**. 2020. Disponível em: <https://soygrowers.com>.