

Avaliação dos teores de proteína total e extrato etéreo de grãos de variedades de soja provenientes de diferentes locais de produção

The content of total protein and ethereal extract of grains of soy varieties from different locals of production evaluation

Análisis de los contenidos de proteína tota y extracto etéreo de granos de variedades de soya de diferentes locales de producción

Recebido: 19/08/2022 | Revisado: 29/08/2022 | Aceito: 04/09/2022 | Publicado: 12/09/2022

Daniela Cintra de Araújo Queiroz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1464-3897>
Escola Técnica de Ilha Solteira, Brasil
E-mail: dacaraujo@yahoo.com.br

Edson Lazarini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5394-0635>
Universidade Estadual Paulista, Brasil
E-mail: edson.lazarini@unesp.br

João William Bossolani

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4389-8338>
Universidade Estadual Paulista, Brasil
E-mail: bossolani.agro@gmail.com

Fabiana Lopes dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3126-6138>
Universidade Estadual Paulista, Brasil
E-mail: fabianalopesagr@gmail.com

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de proteína total e extrato etéreo dos grãos/sementes de soja, quanto à sua qualidade para produção de óleo vegetal e farelo, em diferentes variedades, produzidas em dois locais, Ilha Solteira - SP e Chapadão do Sul - MS, no ano agrícola 2018/19. Em algumas variedades avaliadas, uma amostra das sementes utilizadas na semeadura também foi avaliada. Foi realizada apenas uma determinação para cada variedade e procedência. Como não há repetição por variedade, os dados foram apresentados na forma de histogramas. Em função dos resultados obtidos, verificou-se que, de modo geral, os grãos produzidos em Ilha Solteira apresentavam os maiores teores de proteína total; nas sementes avaliadas em Chapadão do Sul encontrou-se os maiores teores de extrato etéreo. Observou-se também uma relação inversa entre teor de proteína total e óleo nos grãos/sementes, com exceção para as variedades TEC 7548 I, quando produzida em Chapadão do Sul. As variedades ANTA 82 RR e Desafio RR apresentaram elevados teores de proteína total, quando semeadas em Ilha Solteira e Chapadão do Sul.

Palavras-chave: Proteína total; Extrato etéreo; Variedades; Ambiente.

Abstract

The aim of this work was having evaluated the total protein content and ethereal extract about the quality of soy grains and seeds to produce vegetable oil and bran in several varieties produced in two cities: Ilha Solteira, São Paulo state and Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul state, in the agricultural year 2018/19. In some samples, a template of seeds used at the seeding was also analyzed. Only one determination for each procedure and variety was done. Since there isn't repetition per variety, the results were showed in histogram form. Because of the results obtained, it was checked that in general, the grains produced in Ilha Solteira city were displayed with the biggest contents of total protein; at the evaluated seeds in Chapadão do Sul city it was found the biggest contents of ethereal extract. Besides that, an inverse association could be observed among total protein content and oil in grains/seeds, but for the varieties TEC 7548 I, when produced in Chapadão do Sul. The varieties ANTA 82 RR and Desafio RR showed off with high levels of total protein, when sown in Ilha Solteira and Chapadão do Sul.

Keywords: Total protein, Ethereal extract, Varieties, Environment.

Resumen

El recto de esta investigación ha sido evaluar los contenidos de proteína total y extracto etéreo de los granos/semillas de soya, llevándose en cuenta su cualidad para producción de aceite vegetal y salvado, de distintas variedades,

producidas en dos locales, Ilha Solteira – SP e Chapadão do Sul – MS, en año agrícola 2018/19. En algunas variedades evaluadas, una muestra de las semillas utilizadas en siembra también fue evaluada. Ha sido realizada solo una determinación para cada variedad y procedencia. Puesto que no hay repetición por variedad, los datos han sido presentados como histogramas. En virtud de los resultados obtenidos, fue posible verificar que, de modo general, los granos producidos en Ilha Solteira presentaban los mayores contenidos de proteína total; en las semillas evaluadas en Chapadão do Sul han sido encontrados los mayores contenidos de extracto etéreo. Ha sido posible observar, igualmente, una relación inversa entre contenido de proteína total y aceite en los granos/semillas, con excepción para las variedades TEC 7548 I, cuando producida en Chapadão do Sul. Las variedades ANTA 82 RR e Desafio RR han presentado elevados contenidos de proteína total, cuando sembradas en Ilha Solteira e Chapadão do Sul.

Palabras clave: Proteínas total; Extracto etéreo; Variedades; Ambiente.

1. Introdução

A soja (*Glycine max*) é o cultivo anual de grãos mais importante do Brasil, e segue mantendo a tendência de crescimento na área cultivada, com estimativa de aproximadamente 64.778,8 mil hectares para a safra de 2019/2020. A estimativa aponta para acréscimo na produção de 8% em relação ao ciclo passado, produzindo 124,2 milhões de toneladas (Companhia Nacional de Abastecimento [CONAB], 2020). E essa importância se dá devido à sua relevância como fonte primária de óleo e proteína vegetal, além de alternativas energéticas como a produção de biocombustíveis (Navarini, 2008).

A combinação incomparável de altos teores de proteína (40%) e de óleo (20%), juntamente com níveis adequados de produtividade de grãos (em média 3 t/ha), nos mais diversos tipos de ambientes, faz da soja uma das leguminosas cultivadas mais importantes de todo o mundo, sendo atualmente a principal fonte de proteína vegetal disponível (Vello & Silva, 2006).

A soja destaca-se não apenas por apresentar maior teor proteico quando comparada a outras leguminosas, mas também pela qualidade de suas proteínas, apresentando um elevado padrão de aminoácidos essenciais, apesar de ser deficiente em aminoácidos sulfurados, tais como metionina e cistina (Ciabotti, 2004; Mandarino, 2008).

Além de proteína e óleo, o grão de soja contém, em média, 5% de minerais (principalmente potássio, fósforo, cálcio e magnésio) e 34% de carboidratos (açúcares, como glicose, frutose e sacarose, fibras e os oligossacarídeos, como rafinose e estaquiase) (Mandarino & Rufino, 2003).

As proteínas da soja possuem alto valor biológico, sendo o único vegetal que contém proteína completa, equivalente à do ovo, podendo ser consumida como fonte única de proteínas. A soja não possui amido em sua composição e os principais açúcares que ela contém são frutose, glicose e sacarose, além de possuir um teor considerável de fibras solúveis (Mandarino & Carrão-Panizzi, 2021). Essas características de composição química do grão, aliadas ao bom potencial produtivo e rusticidade, fazem da soja a cultura anual com maior produção de proteína no mundo, com baixo custo de produção e em curto espaço de tempo.

A variação do teor de proteína e óleo é determinada principalmente por fatores genéticos, mas com forte influência ambiental, principalmente no período de enchimento de grãos (Pípolo et al., 2015). O estresse hídrico, somado ao efeito da temperatura podem explicar as variações na concentração das proteínas (Pípolo, 2002; Rangel et al., 2004). Entretanto, Benzain e Lane (1986) afirmam que o conteúdo de proteína nos grãos é quatro vezes mais dependente das condições ambientais do que da variedade.

Apesar da expansão da área e o aumento da produtividade da soja no Brasil, além dos avanços tecnológicos da pesquisa agrícola através do melhoramento genético, do melhor entendimento sobre a fisiologia da planta e da melhoria das práticas agrônomicas, os teores de óleo e de proteína dos grãos permanecem estagnados, pois não foram explorados suficientemente pela pesquisa em todo o mundo de forma a alterar os padrões comerciais (Pípolo et al., 2015).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores da proteína total e extrato etéreo dos grãos de soja, quanto à sua qualidade para produção de óleo vegetal e farelo, em diferentes variedades, produzidas em dois locais, Ilha Solteira - SP e Chapadão do Sul - MS.

2. Metodologia

2.1 Local

Os grãos de soja avaliados foram produzidos em duas localidades, ou seja, Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia/UNESP – Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS (20°22'S, 51°22'W e 335 m de altitude) e Fundação Chapadão, localizada no município de Chapadão do Sul – MS (18°4'33"S, 52°40'45"W e 810 m de altitude - Fundação Chapadão), na safra 2018/19.

A Fundação Chapadão, anualmente realiza teste de comparação de variedades, com o objetivo de detectar as variedades que melhor se adaptam as condições locais e em diferentes épocas de semeadura, sempre buscando variedades mais produtivas para cada época de semeadura e geralmente com maior precocidade. Neste sentido, a Fundação para a realização dos testes, recebe sementes de diferentes empresas, produzidas em diferentes localidades dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás, principalmente. Uma pequena amostra de 42 variedades foi doada para a UNESP – Campus de Ilha Solteira, para semeadura e produção de grãos, para a avaliação dos teores de proteína total e extrato etéreo (óleo). Na apresentação dos resultados, este grupo de variedades será considerado como proveniente da localidade “Ilha Solteira”.

Nessas amostras recebidas da Fundação Chapadão para semeadura em Selvíria - MS, verificou-se que a maioria encontrava-se com as sementes tratadas com fungicidas (Tratamento Industrial de Sementes - TSI). O tratamento foi realizado pelas próprias empresas fornecedoras das sementes. Em 18 variedades, as sementes encontravam-se sem tratamento. Assim, antes de realizarmos o tratamento na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, uma pequena amostra de cada variedade foi retirada para também serem avaliadas quanto aos teores de proteína total e extrato etéreo. Na apresentação dos resultados, esse grupo de variedades será considerado uma localidade e receberá o nome de “Sementes”.

No mesmo ano agrícola, na Fundação Chapadão, foram conduzidos os ensaios de comparação de variedades. Da produção obtida, a Fundação nos cedeu amostras de 23 variedades. Assim, na apresentação dos resultados, esse grupo de variedades será considerado uma localidade e será denominado “Chapadão”.

As variedades utilizadas de acordo com a procedência são descritas abaixo.

Ilha Solteira: BRS 1003 I, APORÉ I, ST 797 I, BS 2606 I, REDOMONA RR, BRS 1074 I, ANTA 82 RR, NA 7337 I, POWER I, TMG 7067 I, FOCO I, ULTRA I, BONUS I, RK 6813 RR, LG 0177 I, NS 7709 I, ÚNICA I, TEC 7548 I, RK 7518 I, DESAFIO RR, TMG 2375 I, SYN 13610 I, GDM 171037 I, CD 202 I, DS 7417 I, NS7667I, SYN 15640 I, BAUP 6400 I, SPEED RR, PARANAÍBA I, M 7110 I, P98Y01 I, M 7739 I, LG 0162 I, OS 6217 I, BTS 7102 I, ADV 4766 I, DM 75177 I, ADV 4779 I, AG 6525 I, NS 7505 I e P97R50 I.

Chapadão: BRS 1003 I, APORÉ I, ST 797 I, BS 2606 I, REDOMONA RR, BRS 1074 I, ANTA 82 RR, NA 7337 I, POWER I, TMG 7067 I, FOCO I, ULTRA I, BONUS I, RK 6813 RR, LG 0177 I, NS 7709 I, ÚNICA I, TEC 7548 I, RK 7518 I, DESAFIO RR, TMG 2375 I, SYN 13610 I e GDM 171037 I.

Semente: BRS 1003 I, APORÉ I, ST 797 I, BS 2606 I, REDOMONA RR, BRS 1074 I, ANTA 82 RR, DS 7417 I, BAUP 6400 I, SPEED RR, P98Y01 I, M 7739 I, OS 6217 I, BTS 7102 I, ADV 4766 I, ADV 4779 I, AG 6525 I, e P97R50 I.

Em Ilha Solteira, o preparo do solo foi de forma convencional, ou seja, com grade pesada e gradagens leves. Antes do preparo do solo, foi realizada amostragem do solo na camada de 0 – 0,20 m, para caracterização química do mesmo. Foram coletadas dez amostras em diferentes pontos da área experimental que após homogeneização, retirou-se uma amostra de 500 g

e após secagem ao ar, foi encaminhada para o laboratório para análise de rotina. Os resultados obtidos foram: P resina: 18 mg dm⁻³, M.O.: 20 g dm⁻³, pH (CaCl₂): 4,2, K, Ca, Mg, H+AL e Al: 1,9; 11; 8; 42 e 6 mmolc dm⁻³, respectivamente, V%: 33, m: 22%, B, Cu, Fe, Mn e Zn: 0,32; 0,9; 2; 12,2 e 0,1 mg dm⁻³. Junto ao preparo do solo, foi aplicado aproximadamente 2,0 t de calcário, visando à elevação da saturação por bases a 60%.

Nas sementes que ainda não estavam tratadas, foi realizado o tratamento utilizando-se fungicida a base de carbendazim + thiram, na dosagem de 30 + 70 g i.a. 100 kg de sementes⁻¹. Após o tratamento, as sementes de todas as variedades utilizadas em Ilha Solteira foram inoculadas com inoculante líquido, procurando adicionar 600.000 células de *Bradyrhizobium japonicum*, estirpes Semia 5079 e Semia 5080, por semente. O tratamento e a inoculação ocorreram no mesmo dia da semeadura.

A semeadura ocorreu no dia 11/12/2018, utilizando-se de semeadora adubadora, calibrando-a para deposição de aproximadamente 16 sementes por metro de sulco e 300 kg ha⁻¹ da formulação 02-20-20. O espaçamento utilizado foi de 0,45 m entrelinhas. Para cada variedade, devido à quantidade de semente existente, foi semeado duas linhas com 20 m de comprimento. Sendo assim, como a semeadora possui 7 linhas, era semeado em cada passada, 3 variedades. A germinação ocorreu em 17/12/2018. Considerou-se como área útil as 2 linhas semeadas, desprezando-se 2 m em cada extremidade.

No dia 28/12/2018, foi realizada a aplicação dos herbicidas glifosato + clorimuron etílico, nas dosagens de 1080 e 10 g i.a. ha⁻¹, respectivamente. No período reprodutivo, foram realizadas 2 aplicações de fungicidas + inseticidas (18/02 e 08/03/2019), procurando manter as plantas com elevado nível de sanidade.

As variedades são de diferentes empresas e possuem diferentes grupos de maturação, portanto, diferentes ciclos e tecnologias inseridas. À medida que os materiais atingiram o ponto de maturação, estes foram colhidos, trilhados e os grãos após secagem, foram armazenados em câmara seca para posteriores avaliações. As colheitas aconteceram no período de 13 a 29/04/2019.

Em Chapadão do Sul, devido às características de clima da região, a semeadura da soja geralmente inicia na segunda quinzena de setembro, estendendo-se até o final de outubro. Desta forma, a colheita das variedades, em função de seu ciclo e da época de semeadura, inicia na primeira semana de janeiro, estendendo-se até o final de fevereiro, geralmente.

Os grãos/sementes obtidos foram acondicionados em sacos de papel e armazenados em câmara seca, com controle de temperatura e umidade relativa, para posteriores avaliações.

2.2 Avaliações

2.2.1 Análise da porcentagem da proteína total nos grãos/sementes

Para esta análise foi utilizado o método de Kjeldahl. Para o preparo da amostra pesou-se 100 mg da matéria seca moída de grãos/sementes e colocou-se em tubo de ensaio, adicionando-se 200 mg da mistura digestora e 3 mL de ácido sulfúrico. O tubo de ensaio com o material foi colocado em capela até atingir 350°C para fazer a digestão, por aproximadamente 1 hora. Neste método, por meio de uma digestão ácida, o nitrogênio da amostra é transformado em amônio (NH₄⁺). Após a digestão a amostra é levada ao destilador de nitrogênio, local em que o nitrogênio é separado por destilação e finalmente dosado pela titulação. Este método é baseado na transformação do nitrogênio da amostra em sulfato de amônio, por digestão ácida, e em nitrogênio amoniacal por destilação em meio alcalino. As proteínas e outros compostos nitrogenados são decompostos na presença do ácido sulfúrico concentrado a quente, com produção de sulfato de amônio (Malavolta et al., 1989).

O sulfato de potássio ou de sódio é adicionado para aumentar o ponto de ebulição do ácido sulfúrico. O sulfato de amônio resultante, na presença da solução concentrada de hidróxido de sódio, libera NH₃, que é recebido na solução de ácido bórico, titulada com ácido sulfúrico ou clorídrico de título conhecido e assim, determina-se o teor de nitrogênio da amostra. O

teor de proteína bruta da amostra é calculado mediante a multiplicação do teor de nitrogênio (g kg^{-1}) pelo fator 6,25, e o resultado é expresso em g kg^{-1} (Association of Official Agricultural Chemists [A.O.A.C.], 1984).

2.2.2 Análise da porcentagem do extrato etéreo (EE) na matéria seca

Foi utilizado o método a quente (American Oil Chemists Society [A.O.C.S.], 1998), no qual o éter de petróleo usado no processo é aquecido até tornar-se volátil e, ao condensar-se, circula sobre a amostra em análise, utilizando-se do extrator Soxhlet por oito horas, arrastando toda a fração gordurosa e demais substâncias solúveis em éter, que é recuperado em outro recipiente, enquanto a gordura extraída é calculada por diferença de pesagem.

2.2.3 Análise estatística

Em cada amostra moída em moinho tipo Wiley de cada variedade das diferentes procedências (Ilha Solteira, Chapadão e Semente), foram determinados os teores de proteína bruta e extrato etéreo. Para proteína bruta e extrato etéreo, foi realizada apenas uma determinação para cada variedade e procedência.

O número de variedades para cada procedência é variável, ou seja, 42 para Ilha Solteira, 23 para Chapadão e 18 para Sementes. Desta forma, a apresentação dos resultados será de forma individual para cada procedência e quando há dados para a mesma variedade em duas ou três procedências, estas serão comparadas em termos de localidade.

Para os dados de proteína total e extrato etéreo, como não há repetição por variedade, os dados serão apresentados na forma de histogramas.

3. Resultados e Discussão

3.1 Proteína Total e Extrato Etéreo

Pípolo et. al. (2015) citam que, em seus vários acessos ao Banco de Germoplasma da Embrapa Soja, a concentração de proteína em grãos de soja varia de 31,7 a 57,9% e a concentração de óleo varia de 8,0 a 25,4%, média de 44,3 e 17,9% (base seca) respectivamente.

Segundo relatado por Hanson (1991) e Pípolo (2002), há uma correlação negativa entre os níveis de óleo e proteínas nos grãos, explicado pela concorrência dessas duas vertentes pelos esqueletos carbônicos. No entanto, a produtividade é positivamente correlacionada com o teor de óleo (Burton, 1987; Trzeciak, 2012).

Os teores de proteína total e extrato etéreo (g kg^{-1}) em grãos de variedades de soja semeados em Ilha Solteira - SP encontram-se na Figura 1.

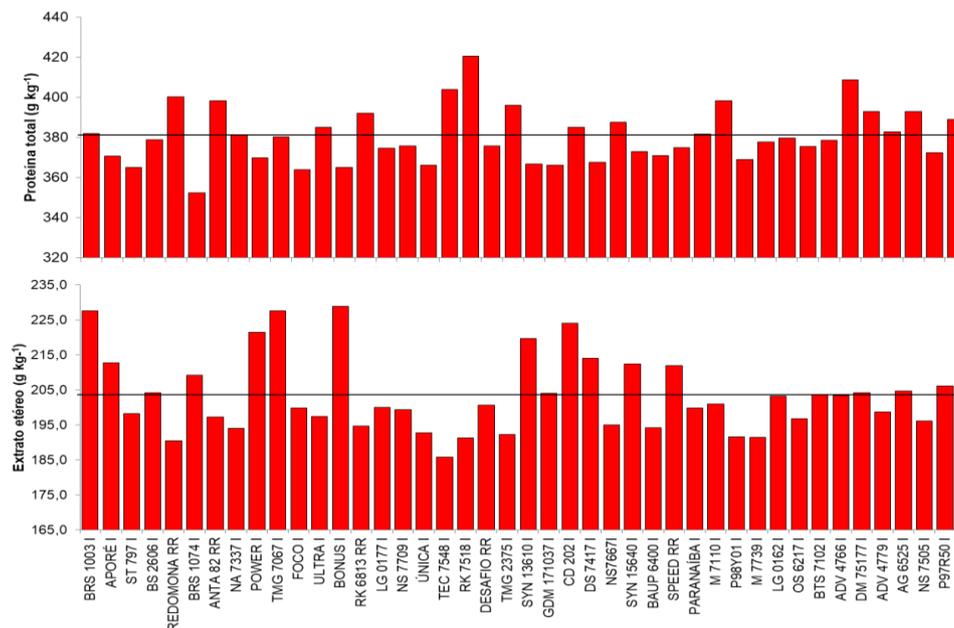
Para proteína total, a média dos valores obtidos foi de 380 g kg^{-1} . Das 42 variedades analisadas, 15 apresentaram valores acima da média, com destaque para a variedade RK 7518 I, com 420 g kg^{-1} , seguida das variedades ADV 4766 I, TEC 7548 I, REDOMONA RR, ANTA 82 RR, M 7110 I, TMG 2375 I, RK 6813 RR, DM 75177 I, AG 6525 I, P97R50 I, NS 7667 I, CD 202 I, ULTRA I e ADV 4779 I.

Esses valores estão de acordo com o teor médio de proteínas observado para o Estado de Mato Grosso do Sul (37,53%), na safra de 2017/2018 (Oliveira et al., 2019). Para Assefa et al. (2019) os valores médios de proteína observados foram de 357 g kg^{-1} , variando de 273 a 454 g kg^{-1} .

A média dos valores do extrato etéreo para as variedades analisadas em Ilha Solteira - SP foi de aproximadamente 205 g kg^{-1} . Dentre as 42 variedades analisadas, 13 ficaram acima da média, sendo elas BONUS I (com 230 g kg^{-1}), BRS 1003 I, TMG 7067 I, CD 202 I, POWER I, SYN 13610 I, APORÉ I, DS 7417 I, SYN 15640 I, SPEED RR, BRS 1074 I, P97R50 I e AG 6525 I. Valores semelhantes foram encontrados por Assefa et al. (2019), em que a concentração média de óleo foi de 195 g

kg-1. Oliveira et al. (2019) observaram teores médios de óleo de 21,76% no Estado de Mato Grosso do Sul, na safra de 2017/2018.

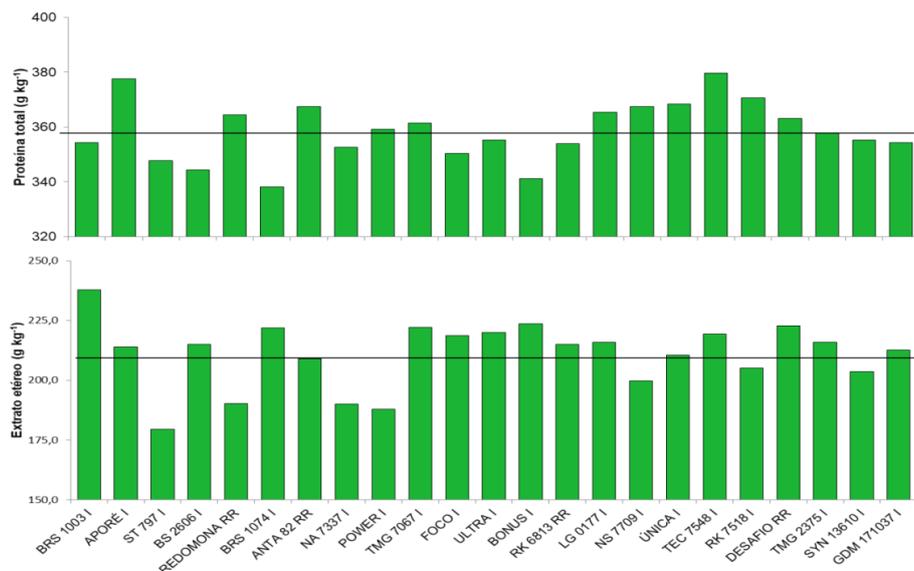
Figura 1. Teores de proteína total e extrato etéreo (g kg⁻¹) em grãos de cultivares de soja semeados em Ilha Solteira - SP.



Fonte: Autores.

Na Figura 2 encontram-se os teores de proteína total e extrato etéreo (g kg⁻¹) em grãos de variedades de soja semeadas em Chapadão do Sul - MS.

Figura 2. Teores de proteína total e extrato etéreo (g kg⁻¹) em grãos de cultivares de soja semeados em Chapadão do Sul - MS.



Fonte: Autores.

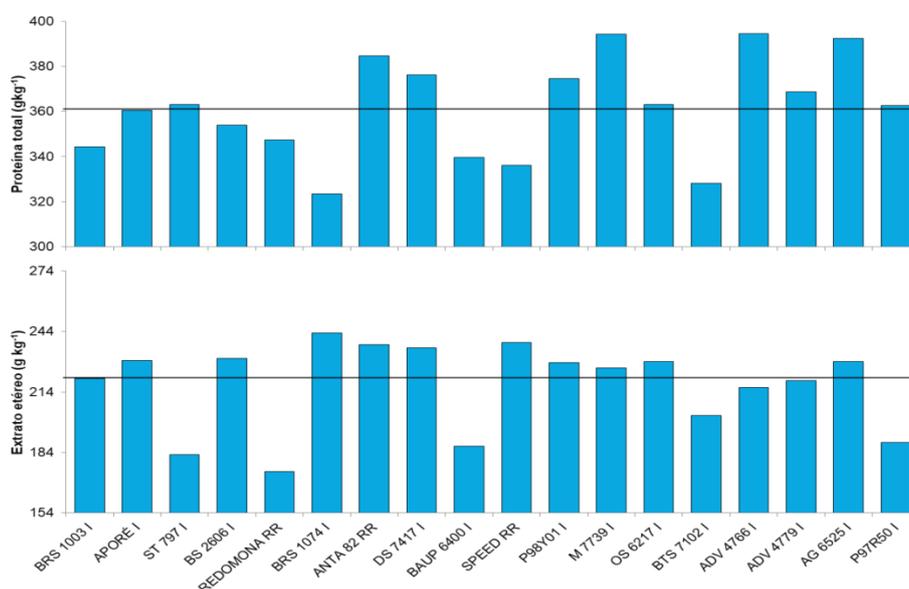
Para as variedades semeadas em Chapadão do Sul - MS, a média da proteína total foi de aproximadamente 360 g kg⁻¹. Das 23 variedades estudadas, 11 apresentaram valores acima da média, sendo elas, APORÉ I, TEC 7548 I, REDOMONA RR, ANTA 82 RR, POWER I, TMG 7067 I, LG 0177 I, NS 7709 I, ÚNICA I, RK 7518 I e DESAFIO RR.

Para o teor de extrato etéreo, a média foi de aproximadamente 210 g kg⁻¹. Mais de 50% das variedades apresentaram valores acima da média, com destaque para a variedade BRS 1003 I, com aproximadamente 240 g kg⁻¹.

Os teores de proteína total e extrato etéreo (g kg⁻¹) em lote de sementes de soja encontram-se na Figura 3. O valor médio de proteína total encontrado para as variedades deste local foi 360 g kg⁻¹. Das 18 variedades estudadas, 10 apresentaram valores acima da média, sendo que M 7739 I, ADV 4766 I e AG 6225 I atingiram valores próximos a 390 g kg⁻¹.

Em relação ao extrato etéreo, também foram 10 variedades a ultrapassar a média de 220 g kg⁻¹.

Figura 3. Teores de proteína total e extrato etéreo (g kg⁻¹) em lote de sementes de soja.

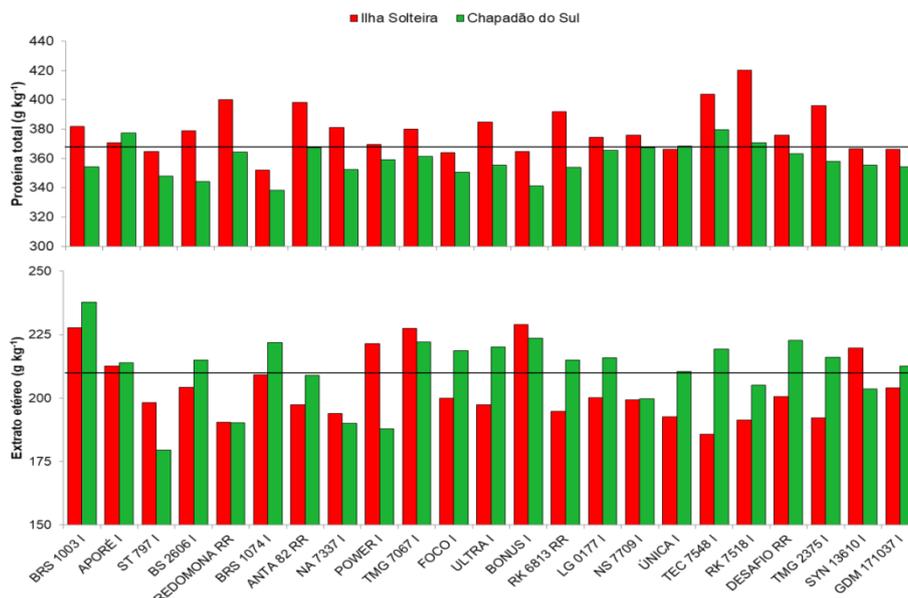


Fonte: Autores.

Na Figura 4 são observados os teores de proteína total e extrato etéreo (g kg⁻¹) em grãos de variedades de soja semeadas em Ilha Solteira - SP e Chapadão do Sul - MS. A média de proteína total foi de aproximadamente 370 g kg⁻¹. Foram analisadas 23 variedades de Ilha Solteira - SP e Chapadão do Sul - MS. Desse total, 15 variedades de Ilha Solteira - SP apresentaram valores acima da média, com destaque para RK 7518 I, com aproximadamente 420 g kg⁻¹. Dentre as variedades de Chapadão do Sul - MS, somente 3 ficaram acima da média, APORÉ I e TEC 7548 I (valores próximos a 380 g kg⁻¹) e RK 7518 I (pouco acima de 360 g kg⁻¹).

A média de extrato etéreo foi de aproximadamente 212 g kg⁻¹. Ilha Solteira -SP teve 6 variedades com valores acima da média, 3 delas atingiram cerca de 227 g kg⁻¹ (BRS 1003 I, TMG 7067 I e BONUS I).

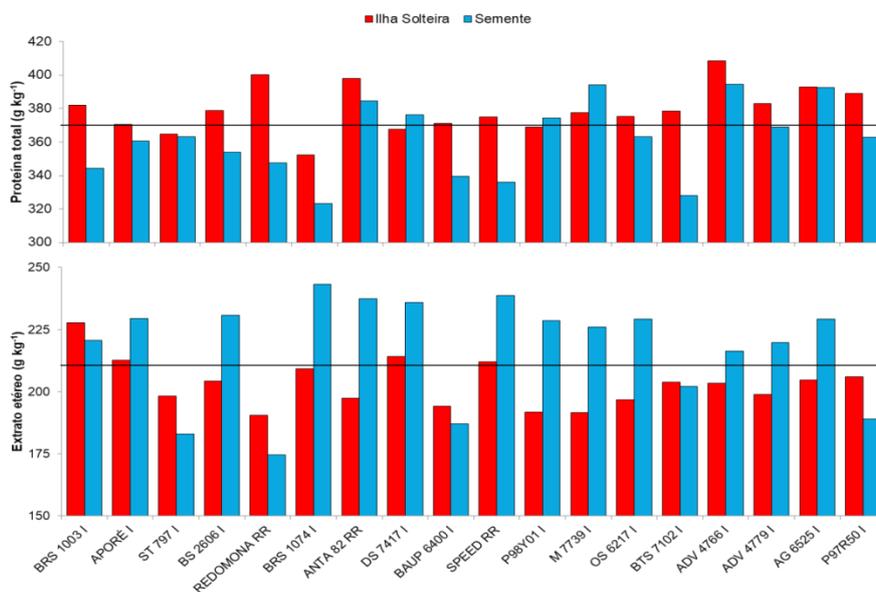
Figura 4. Teores de proteína total e extrato etéreo (g kg^{-1}) em grãos de variedades de soja semeadas em Ilha Solteira - SP e Chapadão do Sul - MS.



Fonte: Autores.

Os teores de proteína total e extrato etéreo (g kg^{-1}) no lote de sementes e nos grãos obtidos destas sementes após semeadura em Ilha Solteira - SP encontram-se na Figura 5. Foram analisadas 18 variedades no lote de sementes e em Ilha Solteira - SP e a média de proteína total foi de 380 g kg^{-1} . O lote de sementes apresentou 6 variedades com valores acima da média, 3 delas com valores acima de 390 g kg^{-1} (M 7739 I, ADV 4776 I e AG 6525 I). Ilha Solteira - SP apresentou 11 variedades acima da média, com destaque para ADV 4776 I, com 405 g kg^{-1} .

Figura 5. Teores de proteína total e extrato etéreo (g kg^{-1}) no lote de sementes e nos grãos obtidos destas sementes após semeadura em Ilha Solteira - SP.

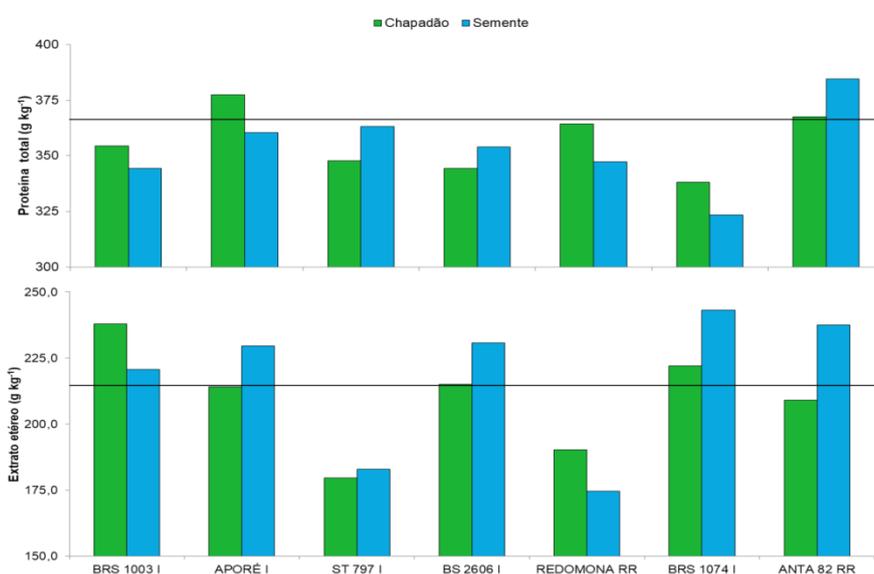


Fonte: Autores.

A média do extrato etéreo foi de aproximadamente 212 g kg⁻¹. Dentre as variedades analisadas, Ilha Solteira - SP apresentou 4 variedades com valores acima da média, destacando-se a BRS 1003 I, com 227 g kg⁻¹. Das variedades do lote de sementes, 13 ficaram acima da média, sendo que BRS 1074 I atingiu o valor aproximado de 240 g kg⁻¹.

Os teores de proteína total e extrato etéreo (g kg⁻¹) no lote de sementes e nos grãos obtidos destas sementes após semeadura em Chapadão do Sul - MS podem ser observados na Figura 6. Nesta análise foram comparadas 7 variedades em comum nas duas localidades. A média de proteína total foi de aproximadamente 365 g kg⁻¹. A variedade ANTA 82 RR ficou acima da média nos dois locais (388 g kg⁻¹ no lote de sementes e 367 g kg⁻¹ em Chapadão do Sul - MS). Em Chapadão do Sul - MS, a variedade APORÉ I também atingiu teor de proteína total acima da média, com aproximadamente 380 g kg⁻¹.

Figura 6. Teores de proteína total e extrato etéreo (g kg⁻¹) no lote de sementes e nos grãos obtidos destas sementes após semeadura em Chapadão do Sul - MS.



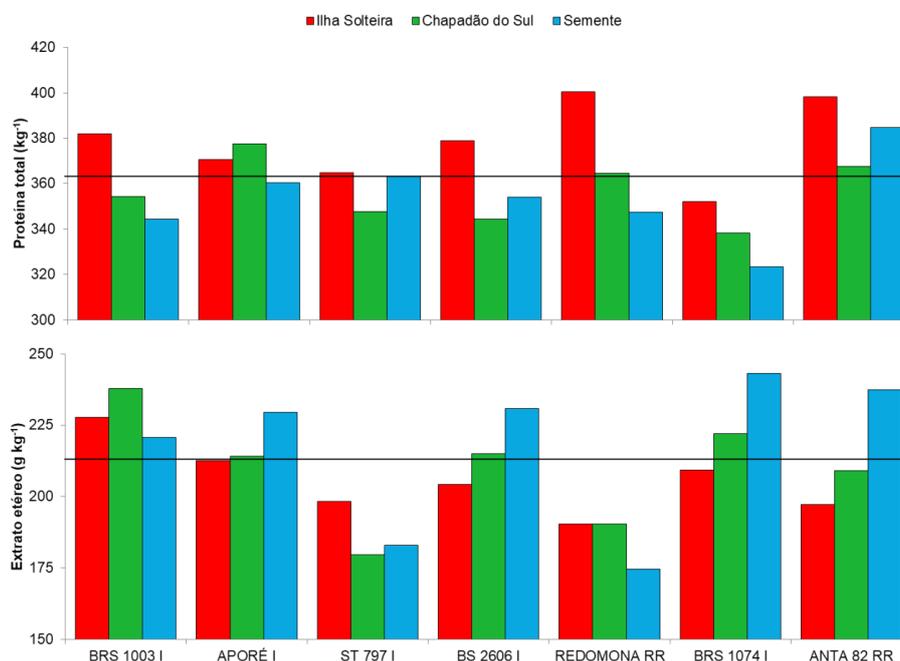
Fonte: Autores.

A média de extrato etéreo observada foi de aproximadamente 215 g kg⁻¹. As variedades BRS 1074 I e BRS 1003 I apresentaram valores acima da média nas duas localidades. Em Chapadão do Sul - MS, a variedade BRS 1074 I também ultrapassou a média. Já no lote de sementes, as variedades APORÉ I, BS 2606 I, BRS 1074 I e ANTA 82 RR também tiveram seus teores de extrato etéreo acima da média. Naoe et al. (2021) observaram teores médios de óleo entre 22,01 % e 25,12 % para a variedade ANTA 82.

Na Figura 7 são apresentados os teores de proteína total e extrato etéreo (g kg⁻¹) no lote de sementes e nos grãos obtidos destas sementes após semeadura em Ilha Solteira - SP e Chapadão do Sul - MS. A média de proteína total para as três localidades foi de aproximadamente 364 g kg⁻¹, e foram analisadas 7 variedades em comum. No lote de sementes, somente a variedade ANTA 82 RR teve seu teor de proteína total acima da média (acima de 380 g kg⁻¹). Em Chapadão do Sul - MS, as variedades APORÉ I, REDOMONA RR e ANTA 82 RR ultrapassaram a média; e em Ilha Solteira - SP, das variedades analisadas, somente a BRS 1074 I ficou abaixo da média.

A média do extrato etéreo foi de aproximadamente 212 g kg⁻¹. Dentre as variedades analisadas em Ilha Solteira - SP, somente a BRS 1003 I ficou acima da média. Em Chapadão do Sul - MS, os teores de extrato etéreo acima da média foram observados nas variedades BRS 1003 I, APORÉ I, BS 2606 I e BRS 1074 I, e nos lotes de sementes, BRS 1003 I, APORÉ I, BS 2606 I, BRS 1074 I e ANTA 82 RR.

Figura 7. Teores de proteína total e extrato etéreo (g kg^{-1}) no lote de sementes e nos grãos obtidos destas sementes após semeadura em Ilha Solteira - SP e Chapadão do Sul - MS.



Fonte: Autores.

De modo geral, ao longo do experimento, observou-se que nas variedades avaliadas em Ilha Solteira, Chapadão do Sul e suas respectivas sementes, os grãos produzidos em Ilha Solteira, normalmente apresentam maiores teores de proteína total e as sementes utilizadas para semeadura, apresentaram os maiores teores de óleo. Verificou-se ainda que a variedade Anta 82 RR, esteve entre as variedades com maior teor de proteína total, em Ilha Solteira, Chapadão e nas sementes utilizadas para a semeadura nessas duas localidades.

Segundo Pípolo (2002), quando se comparou locais diferentes, a tendência observada foi de que, sementes coletadas nos locais com temperaturas médias mais amenas (21°C a 23°C) e com maior altitude ($>650\text{m}$), apresentaram maior concentração de proteína do que aquelas coletadas nos locais com temperaturas mais altas (23°C a 27°C); porém, quando esta tendência não foi verificada, os resultados foram melhores explicados pela distribuição de chuvas durante o período de enchimento e rendimento de grãos.

De acordo com o Sistema de Monitoramento Climático da UNESP de Ilha Solteira - SP, as temperaturas médias foram de $28,5^{\circ}\text{C}$, $27,2^{\circ}\text{C}$ e $26,8^{\circ}\text{C}$, em janeiro, fevereiro e março, respectivamente, enquanto que em Chapadão do Sul - MS as temperaturas médias foram mais amenas, com $24,1^{\circ}\text{C}$ em janeiro e $24,0^{\circ}\text{C}$ em fevereiro (segundo dados fornecidos pela Fundação Chapadão do Sul). No entanto, a fase de enchimento de grãos foi marcada por período de chuvas em Ilha Solteira-SP, com $83,5\text{mm}$ em janeiro, $260,2\text{mm}$ em fevereiro e $59,2\text{mm}$ em março de 2019, enquanto que em Chapadão do Sul - MS, nos meses de janeiro e fevereiro, houve baixa precipitação pluviométrica, $3,8\text{mm}$ em janeiro e $22,4\text{mm}$ em fevereiro de 2019. Passos et al. (2016), observaram que os efeitos do déficit hídrico nos teores de óleo e proteína variaram em função da cultivar.

Naoy et al. (2021), avaliaram duas cultivares e duas épocas de semeadura, e verificaram que o déficit hídrico no estágio reprodutivo, aliado às épocas de semeadura, alterou os teores de óleo e proteína nas duas cultivares avaliadas, apresentando, respectivamente, maior teor médio de proteína e óleo nos grãos para as cultivares TMG 132 e ANTA 82.

A distribuição de chuvas durante o período de enchimento de grãos e a disponibilidade de nitrogênio para as sementes, são peças-chave para o melhor entendimento das variações dos teores de proteína e óleo nas sementes de soja (Pípolo, 2002).

4. Considerações Finais

Verifica-se pelos resultados obtidos, que a variedade Anta 82 RR, esteve entre as variedades com maior teor de proteína total, em Ilha Solteira, Chapadão e nas sementes utilizadas para a semeadura nessas duas localidades.

Com exceção das variedades TEC 7548 I e Desafio RR, produzidas em Chapadão do Sul e Anta, quando avaliada como semente, a relação de variedades com maior teor de proteína total era diferente das variedades com maiores teores de extrato etéreo, independente da procedência do material avaliado.

Pípolo et al. (2015), citam que a variação dos teores de proteína total e óleo em grãos de soja é determinada primordialmente por fatores genéticos, mas com forte influência ambiental, principalmente no período de enchimento dos grãos. Esses autores ainda citam que, de acordo com a literatura, há uma correlação fenotípica e genotípica altamente negativa entre teores de proteína e óleo nos grãos de soja. Fato este, observado nas diferentes variedades avaliadas nas duas localidades de condução dos ensaios, com exceção as variedades Anta 82 RR, TEC 7548 I e Desafio.

De modo geral, nas variedades avaliadas em Ilha, Chapadão e suas respectivas sementes, verificou-se que os grãos produzidos em Ilha Solteira, normalmente apresentam maiores teores de proteína total e as sementes utilizadas para semeadura, apresentaram os maiores teores de óleo.

Assim, verifica-se que há uma variação nos teores de proteína total e extrato etéreo entre variedades e localidades. Atribui-se geralmente esta variação, a fatores genéticos e ambientais. Atualmente, a indústria de processamento de soja, tem citado ter dificuldades para obtenção do farelo com teor de proteína total de 45% ou superior a este. Desta forma, trabalhos que possam colaborar para identificação de tecnologias que possam alterar o teor de proteína total nos grãos de soja, independente da variedade ou local de produção, auxiliará em muito a indústria na obtenção de farelos com maior teor proteico, e futuramente, esse material enriquecido em termos proteicos, poderá ser mais bem remunerado. Destaque deve ser citado, quanto à importância da avaliação do teor do extrato etéreo nos grãos, em função da relação inversa, já conhecida, entre o comportamento do teor de proteína e extrato etéreo em grãos de soja, geralmente. Portanto, os teores de proteína total e extrato etéreo obtidos no presente trabalho, com variedades em uso atualmente, poderão ser referências nestes estudos.

Referências

- AOCS. (1998). Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society. (5a ed.), American Oil Chemists Society (AOCS). Champaign. 1, 1200p.
- Assefa, Y., Purcell, L. C., Salmeron, M., Naeve, S., Casteel, S.N., Kovács, P., Archontoulis, S., Licht, M., Below, F., Kandel, H., Lindsey, L. E., Gaska, J., Conley, S., Shapiro, C., Orłowski, J.M., Golden, B.R., Kaur, G., Singh, M., Thelen, K., & Ciampitti, I.A. (2019). Assessing variation in US soybean seed composition (Protein and Oil). *Frontier in Plant Science*. 10, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00298>
- AOAC. (1984). Official methods of analysis. (14a ed.), Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). Washington. 1141p
- Benzain, B. & Lane, P. W. (1986). Protein concentration of grains in relation to some weather and soil factors during 17 years of English winter-wheat experiments. *Journal of Science of Food and Agriculture*, Barking. 37, 435-44.
- Burton, J. W. (1987). Quantitative genetics: Results relevant to soybean breeding. In: J. R. Wilcox (Ed.). *Soybeans: Improvement, production and uses* (2nd ed., pp. 211-247). Asa.
- Ciabott, S. (2004). *Aspectos químicos, físico-químicos e sensorial de extratos de soja e tofus obtidos dos cultivares de soja convencional e livre de lipoxigenase*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras]. Repositório Institucional UFLA: DCA - Ciência dos Alimentos - Mestrado. <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/3346>
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. (2020). *Acompanhamento da Safra Brasileira: Grão, 7*, safra 2019/20, n. 6 sexto levantamento, março.
- Hanson, W. D. (1991). Seed protein content and delivery of assimilates to soybean seed embryos. *Crop Science*, 31(6),1600-1604.
- Malavolta, E., Vitti, G.C. & Oliveira, S.A. (1989). *Avaliação do estado nutricional das plantas*. Patafós.
- Mandarino, J. M. G. (2008). Compostos antinutricionais da soja: caracterização e propriedades funcionais. In: N. M. B. Costa & C. O. B. Rosa (Eds.) *Alimentos funcionais: benefícios para a saúde* (pp. 55 – 80). Rubio.

Mandarino, J. M. G. & Carrão-Panizzi, M. C. Soja na alimentação. (2021). Embrapa. Consultado a 20/07/2022. <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pos-producao/soja-na-alimentacao#:~:text=As%20prote%C3%ADnas%20da%20soja%20possuem,curto%20como%20a%20longo%20prazo.>

Mandarino, J. M. G. & Rufino, C. F. Soja, saúde e alimentação: perguntas e respostas mais frequentes. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 18p. (Documentos 201)

Naoe, A. M. L., Peluzio, J. M., Campos, L. J. M., Naoe, L. K. & Reina, E. (2021). Effect of water deficit and sowing date on oil and protein contents in soybean co-inoculated with *Azospirillum brasilense*. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 51, 1-7.

Navarini, L. (2008). *Resposta de cultivares de soja ao controle químico de ferrugem asiática*. [Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da UFSM. <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/4971>

Oliveira, M. A., Mandarino, J. M. G. & Leite, R. S. Características físico-químicas das sementes de soja: teor de proteína, teor de óleo, acidez do óleo e teor de clorofila. In: Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil safra 2017/18. Londrina: Embrapa Soja, 2019. 221p. (Documentos 422).

Passos, G. P., Santos, E. D., Ferreira, L. C., Farias, J. R. B., Nepomuceno, A. L., Mandarino, J. M. G., Mertz-Henning, L. M. & Neumaier, N. Quantificação dos teores de óleo e proteína em grãos de genótipos de soja submetidos a diferentes regimes hídricos sob condições de campo. In: XI Jornada Acadêmica da Embrapa Soja. Resumos Expandidos. 2016 (Documentos 373).

Pípolo, A. E. (2002). *Influência da temperatura sobre as concentrações de proteína e óleo em sementes de soja (Glycine max (L.) Merrill)*. [Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-20200111-154506/pt-br.php>

Pípolo, A. E., Hungria, M., Franchini, J. C.; Balbinot Junior, A. A. & Debiasi, H. (2015). Teores de óleo e proteína em soja: fatores envolvidos e qualidade para a indústria. Embrapa.

Rangel, M. A. S., Cavalheiro, L. R., Cavichioli, D. & Cardoso, P. C. (2004). Efeito do genótipo e do ambiente sobre os teores de óleo e proteína nos grãos de soja, em quatro ambientes da Região Sul de Mato Grosso do Sul, safra 2002/2003. Embrapa.

Vello, N. A. & Silva, L. A. S. (2006). Genética busca atender ao consumo humano crescente. *Visão Agrícola*, 3(5), 60-62.

Trzeciak, M. B. (2012). *Formação de sementes de soja: aspectos físicos, fisiológicos e bioquímicos*. [Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo]. Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-26042013-164651/pt-br.php>