

CIRCULAR TÉCNICA

60

Passo Fundo, RS  
Janeiro, 2021

# Teores de óleo e proteína em genótipos de soja em diferentes situações de manejo

Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi  
João Leonardo Fernandes Pires  
Mércio Luiz Strieder  
Rodrigo Santos Leite  
Maria Cristina Neves de Oliveira  
Geomar Mateus Corassa



# Teores de óleo e proteína em genótipos de soja em diferentes situações de manejo<sup>1</sup>

## Introdução

No Sul do Brasil, diferentes tipos de cultivares de soja são disponíveis para cultivo. Sendo que o elevado potencial de rendimento de grãos, se deve ao uso crescente de cultivares de tipo de crescimento indeterminado e ciclo precoce. Essas cultivares muitas vezes são semeadas antes da época tradicional de semeadura, o que impacta em dúvidas sobre as implicações dessas mudanças no material genético e nas práticas de manejo da cultura, bem como na composição química do grão de soja, principalmente óleo e proteína. Como a composição do grão é afetada por fatores genéticos e ambientais (Pípolo et al., 2015), é importante a avaliação dos efeitos de práticas de manejo nos teores de óleo e proteína, uma vez que esses componentes podem influenciar o mercado da soja.

A sucessão das culturas de trigo no inverno e soja no verão é a principal opção para o sistema de produção de grãos no sul do Brasil. Para rendimento de grãos compatível dessas culturas, fatores ambientais e bióticos demandam decisões de manejo que otimizem épocas de semeadura e colheita, coberturas do solo no inverno e controle de pragas e doenças (Pires et al., 2016). Agricultores têm relatado maiores rendimentos de grãos de soja, em semeadura antecipada para outubro, em detrimento da época tradicional, novembro, que coincide com a época de colheita do trigo em muitas regiões.

---

<sup>1</sup> Mercedes Concórdia Carrão-Panizzi, engenheira-agrônoma, doutora em Ciências de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. João Leonardo Fernandes Pires, engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia/Plantas de Lavoura, Fisiologia e Manejo, pesquisador da Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS. Mércio Luiz Strieder, engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia/Plantas de Lavoura, Fisiologia Vegetal, pesquisador da Secretaria de Pesquisa e Desenvolvimento, Brasília, DF. Rodrigo Santos Leite, químico, mestre em Tecnologia de Alimentos, analista da Embrapa Soja, Londrina, PR. Maria Cristina Neves de Oliveira, matemática, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Soja, Londrina, PR. Geomar Mateus Corassa, engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Agrícola, Gerente de pesquisa e tecnologia do grupo CCGL/RTC, Cruz Alta, RS.

Portanto, é importante que seja identificada a melhor combinação de manejo que encaixe o momento da colheita da cultura de inverno e a semeadura da cultura de verão. Diferentes estratégias de manejo estudadas no projeto *Trigo & Soja – SEG 02.11.01.016.00.00 – Estratégias de manejo regionalizadas para manutenção da viabilidade técnica e econômica da sucessão trigo e soja no sul do país*, e na *Atividade 0211011060309 — Análise da composição química para determinação da qualidade da soja submetida a diferentes variáveis de manejo*, possibilitaram a análise dos efeitos dessas situações de manejo na composição química dos grãos de soja. Devido ao aumento do consumo de proteína animal, a demanda por farelo para rações de aves, suínos e bovinos confinados, cresce gradualmente. Para atender esse setor, a indústria de esmagamento precisa que a soja tenha alto teor de proteína. Em média os grãos de soja apresentam 40% de proteína e 20% de óleo, o qual tem se modificado ao longo das safras (Pípolo et al., 2015), com a média nacional em torno de 37% para proteína (Oliveira et al., 2018). Segundo Mandarinio et al. (2018), as cultivares de soja apresentam uma variação de 15% a 25% de óleo, sendo que a média nacional na safra 2016/2017 foi cerca de 20%. O óleo de soja é o mais utilizado no Brasil, representando 90% do total de óleos e gorduras consumidos pela população brasileira (Mandarinio et al., 2018). Correlações genéticas negativas entre óleo e proteína, bem como entre proteína e rendimento de grãos têm sido demonstradas em diversos resultados de pesquisa, evidenciando a dificuldade do melhoramento genético para aumentar rendimento de grãos e teor de proteína, principalmente quando se sabe da demanda dos produtores pelo primeiro em detrimento do segundo (Pípolo et al., 2015). Fatores ambientais respondem pelo aporte de nitrogênio (N) para as plantas, que pode ser via N-mineral (não econômico) ou via fixação biológica de nitrogênio (FBN), a qual tem sua eficiência maximizada por inoculantes de alta qualidade, solos com acidez corrigida, manejo de solo através do sistema de plantio direto com cobertura para reduzir picos de temperatura do solo e manutenção de umidade, suprimento de cobalto e molibdênio e outros fatores que favorecem a FBN (Hungria et al., 2013).

O aumento de rendimento de grãos tem refletido na redução do teor de proteína, o que preocupa o setor industrial, que por sua vez, tem dificuldade em produzir farelo HIPRO com 48% de proteína (Pípolo et al., 2015). Condições ambientais interferem na formação e acúmulo de óleo e proteína na soja, portanto, verificar as influências do ambiente é fator determinante para produção

de rações de alta qualidade, ao mesmo tempo em que o rendimento de grãos de soja deve ser mantido. Portanto, dada à importância do óleo e proteína na qualidade dos grãos de soja e das possíveis implicações comerciais em função de variações dessas características além dos limites aceitáveis, esse trabalho teve por objetivo verificar as interações de combinações de manejo que envolvem sistemas de rotação/sucessão trigo/soja e níveis de uso de insumos sobre os teores de proteína e óleo nos grãos de soja.

## Metodologia

Vários ensaios sobre diferentes tipos de manejo na produção de soja foram realizados no período de 2012 a 2015 (metodologia específica abordada na sequência) na Embrapa Trigo em Passo Fundo, RS. As avaliações de proteína e óleo, foco da publicação, foram realizadas e analisadas estatisticamente com metodologia padronizada.

No Laboratório de Análises Físico-químicas da Área de Melhoramento Genético da Embrapa Soja, em Londrina, PR, amostras de grãos de soja dos ensaios relativos aos estudos do projeto *Trigo/Soja*, foram analisadas para os teores de óleo e proteína pela técnica da espectroscopia do infravermelho próximo (NIRS - Near Infrared Reflectance Spectroscopy - *Thermo Fisher Scientific Waltham, MA, USA - model-FT-NIR Antaris II*), com leituras em quatro curvas diferentes. Os resultados representam a média das quatro leituras por amostras e estão expressos em percentagem na Base Seca.

Durante o ciclo das culturas de inverno e verão foram coletados nas diferentes safras dados de temperatura e precipitação pluvial, os quais podem afetar concentrações de óleo e proteína.

Os dados foram analisados pelos programas estatísticos SAS (2016) e Sanest (Zonta et al., 1982), conforme esquema fatorial dos diferentes ensaios. Antes das análises de variâncias (ANOVA), os dados foram avaliados para aditividade do modelo (Tukey, 1949), normalidade, independência dos erros (Shapiro; Wilk, 1965) e homogeneidade de variância (Burr; Foster, 1972). As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os sistemas de sucessão e as cultivares avaliadas nos ensaios foram definidas conforme as preferências de uso do setor produtivo da região norte do estado do Rio Grande do Sul. Nos campos experimentais da Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS, foram conduzidos ensaios com diferentes variações de manejo durante as safras 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015. Para avaliar o impacto dessas tecnologias sobre a composição de óleo e proteína de soja, tais ensaios foram utilizados aqui como representantes de situações diferenciadas em termos de uso de insumos e sucessão trigo/soja.

## Níveis de uso de insumos

Esse ensaio teve por objetivo avaliar o desempenho produtivo e econômico da soja em diferentes níveis de uso de insumos/investimento.

O ensaio foi conduzido na safra 2013/2014, na área experimental da Embrapa Trigo no município de Passo Fundo, RS em solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (Streck et al., 2008). Foram avaliados oito genótipos (cultivares comerciais e linhagens do programa de melhoramento de soja da Embrapa – NS 4823 RR, PF 09566 RR, PF 11157 RR, BMX Apolo RR, BMX Ativa RR, PF 11032 RR, BRS Tordilha RR e NA 5909 RG) submetidos à diferentes níveis de uso de insumos (baixo, médio e alto), conforme Tabela 1. No campo, o delineamento experimental foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas principais foram avaliados os níveis de insumo e nas subparcelas os genótipos. A semeadura foi realizada em solo manejado sob sistema plantio direto em 19/11/2013, em área cultivada anteriormente com aveia preta. Os tratos culturais foram realizados mecanicamente, com produtos indicados para a cultura da soja de acordo com as especificidades de cada nível de insumo. Além do rendimento de grãos, os teores de óleo e proteína nos grãos foram avaliados a partir de amostras dos tratamentos do ensaio no campo, conforme delineamento de blocos ao acaso utilizando três repetições do campo e seis repetições de laboratório por amostra.

**Tabela 1.** Principais variações avaliadas em cada nível de insumo aplicado a diferentes genótipos de soja em Passo Fundo na safra 2013/2014. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2020.

Manejo/Níveis de uso de insumo	Baixo	Médio	Alto
Densidade (sementes aptas/m <sup>2</sup> )	40	33	37
Tratamento sementes	Sem	Carboxina + Tiram Piraclostrobina + Fipronil	Carboxina + Tiram + Fipronil
Inoculação ( <i>Bradyrhizobium japonicum</i> )	Sem	Sem	Com (no sulco)
Adubação N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O (5-25-25) (kg/ha)	180	300	450
Espaçamento entre linhas (cm)	45	45	45
Número linhas por parcela	4	4	4
17/01/2014 - Fungicida (Ciproconazol + Azoxistrobina) + Inseticida (Triflumuron)			1
22/01/2014 – Inseticida (Diflubenzurom) e Fungicida (Trifloxistrobina + Protioconazol)	1	1	
04/02/2014 – Inseticida (Diflubenzurom) e fungicida (Trifloxistrobina + Protioconazol)			1
25/02/2014 – Inseticida (Tiametoxam + Cipermetrina) + fungicida (Azoxistrobina)	1	1	1
28/02/2014 – Inseticida (Acefato)	1	1	1
14/03/2014 – Inseticida (Acefato) + Fungicida (Trifloxistrobina + Tebuconazol)	1	1	1
Inseticida total	4	4	5
Fungicida total	3	3	4

## Resultados e discussão

Os teores de óleo (média de 20,77%) e proteína (média de 38,53%) não foram diferentes nos níveis de manejo (baixo, médio e alto) avaliados. Entretanto, diferenças são observadas nas respostas individuais dos diferentes genótipos (Tabela 2). A cultivar NS 4823 RR e a linhagem PF 11032

RR apresentaram os teores mais elevados de proteína em todos os níveis de manejo, ao mesmo tempo em que apresentaram os menores teores de óleo, evidenciando a relação inversa entre óleo e proteína. Cultivares tardias como BRS Tordilha RR e NA 5909 RG, apresentaram os menores teores de proteína (Tabela 2). Interessante que cultivares precoces e indeterminadas apresentaram uma tendência para maiores teores de proteínas, o que pode ser devido a maior exposição à radiação solar e calor durante o enchimento dos grãos. Carrão-Panizzi et al. (2020), observaram maior teor de proteína nos grãos do terço superior de plantas de soja. Segundo Pípolo et al. (2015), disponibilidade de nitrogênio para favorecem o estabelecimento da FBN por parte do *Bradyrhizobium japonicum*, a qual é favorecida por melhores fatores genéticos e condições ambientais, o que implica em aumento do teor proteico. Portanto, a observância de não diferenças para os diferentes níveis de manejo pode estar relacionada com as variações utilizadas que podem não ter sido suficientes para afetar a composição dos grãos. Deve ser considerado, que mesmo nos níveis baixo e médio, onde não houve inoculação, ocorreu nodulação e FBN em função de inóculo estar presente na área, que já havia sido cultivada com soja em anos anteriores.

Tanto para os teores de óleo como para de proteína, houve variações entre os genótipos de soja nos diferentes níveis de insumo (Tabela 2). Com nível baixo de insumos, a cultivar BMX Ativa RR, apresentou maior teor de óleo (21,95%) sem diferenciar de outros quatro genótipos, enquanto que a cultivar NS 4823 RR apresentou o menor teor (19,13%). No nível médio, o genótipo PF 11157 RR (21,81%) apresentou maior teor de óleo, sem diferir das outras cultivares, enquanto que o menor teor foi observado na linhagem PF 11032 RR (19,78%). No nível alto de uso de insumos os maiores teores de óleo foram encontrados nos genótipos BMX Ativa RR (21,50%), NA 5909 RG (21,38%) e PF 11157 RR (21,27%), sem se diferenciarem de outros quatro genótipos, sendo que o menor teor de óleo foi no genótipo NS 4823 RR (19,45%).

Para teores de proteína (Tabela 2), com variação para genótipos dentro de cada nível de uso de insumos, a cultivar NS 4823 RR, apresentou teores mais altos de proteína nos níveis baixo e alto de insumos (40,69% e 40,21%, respectivamente). A linhagem PF 11032 RR apresentou maior teor para o nível médio (39,92%). A cultivar BMX Ativa RR e NS 4823 RR apresentaram os maiores teores de proteína em todos os níveis de insumos, enquanto que os genótipos

NA 5909 RG e BRS Tordilha RR, tiveram menores teores (Tabela 2). A relação inversa entre teor de óleo e proteína ficou mais evidente para o genótipo NS 4823 RR nos níveis baixo e alto de insumos.

É importante correlacionar os resultados de rendimento de grãos com os dados de composição dos mesmos. Os resultados para rendimento de grãos (Tabela 3) indicaram que não houve interação entre níveis de insumos e genótipos. Entretanto, na média dos níveis de insumos os rendimentos de grãos foram significativamente mais elevados nos níveis médio e alto. Isso indica que as variações de manejo não foram suficientes para elevar o rendimento de grãos com baixo nível de insumos. Quando se avalia os genótipos, independentemente do nível de uso de insumos, verifica-se que os maiores rendimentos de grãos foram obtidos por BMX Apolo RR e PF 11032 RR. O destaque negativo, com menor rendimento de grãos foi a cultivar NS 4823 RR, que também apresentou os maiores teores de proteína, sugerindo a conhecida correlação negativa entre teor de proteína e rendimento de grãos. Os resultados obtidos indicam que os menores rendimentos de grãos, que parecem estar associados, no presente estudo, ao menor ciclo da cultivar, impactaram negativamente os teores de óleo e positivamente os teores de proteína, caso da cultivar NS 4823 RR. Para os genótipos BMX Apolo RR e PF 11032 RR, com maior rendimento de grãos, os quais produziram acima de 4.000 kg/ha, foi possível manter valores intermediários tanto de óleo (20,98% e 20,18%), como de proteína (39,0% e 39,32%), conforme níveis dentro dos padrões aceitos pelo mercado. Isso demonstra que a elevação do rendimento de grãos, nos níveis obtidos no presente trabalho (e que são superiores à média do Rio Grande do Sul que foi de 3.321 kg/ha na safra 2018/2019, segundo a Conab (2020) não reduziram drasticamente os níveis de óleo e proteína dos grãos, mesmo com uso de cultivares consideradas modernas, cujos teores de proteína foram até mais altos que a média nacional de 37%.

Apesar da dificuldade, na prática, em se fazer a segregação do produto com alto teor proteico, teores de proteína diferenciados entre as cultivares de soja podem caracterizar possibilidade de prêmio (valor econômico) por parte de exportadores de grãos 'in natura', e da indústria esmagadora. Nesse caso, produtores teriam que considerar contratos de produção e compra, com condições de produção, logística e armazenagem, definidas, as quais implicam em aumento nos custos de produção, e, portanto deveriam ser premiados na valorização da soja.

**Tabela 2.** Teores (%) de proteína e óleo em genótipos de soja submetidos a diferentes níveis (Baixo, Médio e Alto) de uso de insumos, safra 2013/2014 em Passo Fundo, RS. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2020.

Genótipo	Óleo				Proteína			
	Nível de uso de insumos							
	Baixo	Médio	Alto	Média	Baixo	Médio	Alto	Média
NS 4823 RR (5.1 I)*	19,13(±0,39) aC	20,02(±1,07) aBC	19,45(±0,61) aB	19,54 C	40,69(±2,03) aA	39,50(±2,50) aAB	40,21(±1,84) aA	40,13 A
PF 11032 RR (6.1 D)	20,39(±0,25) aBC	19,78(±0,21) aC	20,35(±0,18) aAB	20,18 BC	39,18(±0,40) aAB	39,92(±0,25) aA	39,31(±2,35) aAB	39,32 AB
BMX Apolo RR (5.5 I)	21,63(±0,27) aAB	20,60(±0,36) aABC	20,73(±0,04) aAB	20,98 AB	38,20(±0,21) aBC	39,53(±0,14) aAB	39,26(±0,11) aAB	39,00 ABC
PF11157 (5.4 I)	21,75(±0,16) aAB	21,81(±0,94) aA	21,27(±0,01) aA	21,61 A	38,56(±0,83) aBC	39,12(±0,88) aABC	39,31(±0,14) aAB	39,00 ABC
PF09566 (5.3 I)	20,54(±0,71) aAB	21,13(±0,36) aABC	20,35(±0,13) aAB	20,68 B	38,14(±0,38) aBC	38,23(±0,52) aABC	38,43(±0,07) aABC	38,26 BCD
NA 5909 RG (6.3 I)	20,34(±0,01) aBC	20,79(±0,16) aABC	21,38(±0,16) aA	20,83 AB	38,25(±0,05) aBC	37,97(±0,24) aABC	37,29(±0,11) aBC	37,84 DCE
BRS TordilhaRR (6.2 D)	20,80(±0,05) aAB	20,85(±0,16) aABC	20,53(±0,53) aAB	20,73 B	37,83(±0,18) aBC	37,59(±0,40) aBC	37,93(±0,28) aBC	37,78 DE
BMX Ativa RR (5.6 D)	21,95(±0,23) aA	21,43(±0,25) aAB	21,50(±0,11) aA	21,63 A	36,86(±0,22) aC	37,19(±0,52) aC	36,84(±0,10) aC	36,96 E
Média	20,81 a	20,80 a	20,70 a		38,46 a	38,63 a	38,51 a	

\*(Grupo de Maturidade Relativa e tipo de crescimento I= Indeterminado e D=Determinado) Coeficiente de variação (%): óleo = 2,71; proteína = 2,06; n=72. Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, dentro de cada grupo (óleo e proteína) não são diferentes entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). Ensaio de sucessão Trigo/Aveia Preta-Soja.

**Tabela 3.** Rendimento de grãos (kg/ha) de genótipos de soja cultivadas em diferentes níveis (baixo, médio e alto) de uso de insumos, safra 2013/2014 em Passo Fundo, RS. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2020.

Genótipo	Nível de uso de insumos			
	Baixo	Médio	Alto	Média
BMX Apolo RR	3.314	4.488	4.545	4.116 a
BMX Ativa RR	2.800	4.537	4.028	3.788 abc
BRS Tordilha RR	3.420	3.829	4.333	3.861 ab
NA 5909 RG	3.045	3.694	4.126	3.622 abc
NS 4823 RR	2.833	3.634	2.854	3.107 c
PF 09566 RR	3.527	4.258	3.984	3.923 ab
PF 11032 RR	3.890	3.894	4.922	4.235 a
PF 11157 RR	2.704	3.864	3.546	3.371 bc
Média	3.192 B	4.025 A	4.042 A	3.753

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e mesma letra minúscula na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

C.V. Nível insumos = 15,76(%); C.V. Genótipos = 12,67 (%).

Esse ensaio teve por objetivo avaliar, na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, estratégias de sucessão inverno e verão, combinando cultivares e épocas de semeadura, com foco no efeito da antecipação da semeadura da soja e seus reflexos nos teores de óleo e proteína em soja, como indicativos da qualidade dos grãos de soja, assim como no desempenho do sistema de produção.

## Material e métodos

Nas safras de inverno e verão de 2013/2014 e 2014/2015 foi realizado na Embrapa Trigo, em Passo Fundo, RS, estudo de 24 estratégias de sucessão trigo/aveia preta-soja, envolvendo cultivares e épocas de semeadura das culturas. Para avaliar o melhor encaixe de cultivares de trigo e de soja na sucessão das culturas de inverno (trigo/aveia preta) e verão (soja), foram estudadas na estratégia para o inverno aveia preta (cultivar Embrapa 139 Neblina) e as cultivares de trigo Tarumã, Quartzo e BRS Guamirim, de ciclos tardio, médio e precoce, respectivamente. Em cultivos de verão, a soja foi cultivada em sistema de monocultura, representada por seis cultivares com

grupo maturidade relativa (GMR) e tipos de crescimento contrastantes, as quais foram: NS 4823 RR (GMR 5.1, indeterminado); BMX Energia RR (GMR 5.3, indeterminado); BMX Apolo RR (GMR 5.6, indeterminado); BMX ativa RR (GMR 5.6, determinado); NA 5909 RG (GMR 6.3, indeterminado); BRS Tordilha RR (GMR 6.2, determinado). A aveia preta, cultura predominante no inverno na região, foi usada como testemunha, e semeada entre fim de maio e início de junho, como espécie de cobertura do solo (sem produção de grãos) para permitir semeadura antecipada da soja. Para que a colheita ocorresse em época próxima e para evitar riscos de geadas nos períodos de espigamento e floração, os tratamentos com trigo de ciclo tardio e médio foram semeados no início de maio e junho, e o trigo precoce semeado entre final de junho e início de julho. No campo o delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e quatro repetições. As parcelas principais foram as culturas de inverno e as subparcelas as cultivares de soja.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (Streck et al., 2008). A adubação, conforme padrão utilizado pelos agricultores locais, foi feita na linha tanto para cultivos de inverno como de verão. A adubação de inverno variou de 250-300 kg/ha da fórmula 04-20-20 ou 5-25-25 ( $N-P_2O_5-K_2O$ ), e foi aplicado 120 kg de ureia no estágio de afilhamento do trigo. As parcelas com aveia preta não receberam adubação conforme procedimento padrão na região. Para a soja a adubação foi de 300 kg/ha das fórmulas 5-25-25 em 2013/2014, e 2-25-25 na safra 2014/2015. Nas duas safras as sementes de soja foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum*. O controle de insetos e doenças foi realizado por meio de manejo integrado, com aplicação de inseticidas e fungicidas quando adequado. O rendimento de grãos foi avaliado por meio de amostra de grãos colhida na área útil de cada parcela com valores corrigidos para hectare e umidade padrão de 13%.

## Resultados e discussão

A sucessão/rotação de culturas pode proporcionar ambiente de produção com influências das culturas em si sobre as sucessoras no que se refere à dinâmica de nutrientes, exploração do solo, fatores alelopáticos, influência sobre pragas e doenças, entre outros. Também, podem afetar, de forma indi-

reta, a interação com fatores ambientais, pelo deslocamento da época de semeadura, principalmente quando se trabalha com prática de colher-semear.

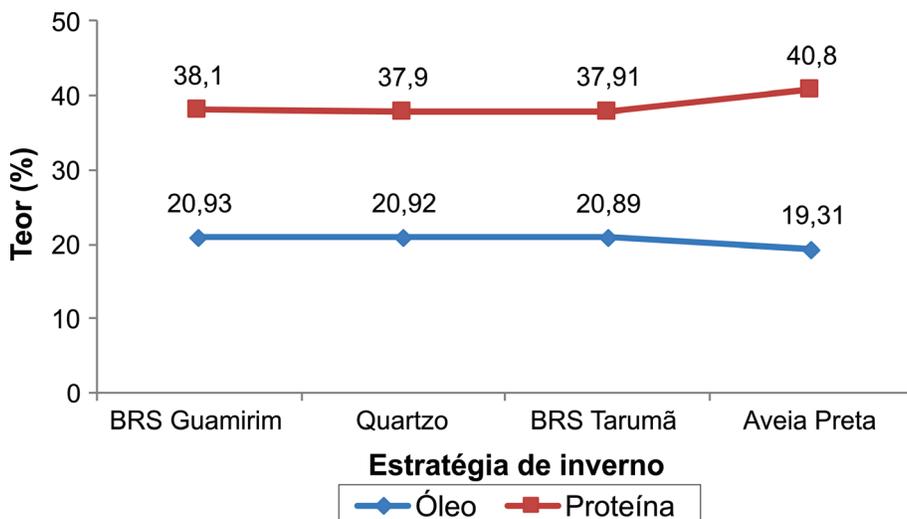
Em algumas regiões do Sul do Brasil, a época de semeadura da soja vem sendo antecipada (setembro a meados de outubro) em relação à época tradicional (geralmente final de outubro a meados de novembro), para a tentativa de escape ou redução de risco da ferrugem asiática da soja. A disponibilidade de cultivares precoces e principalmente, de tipo indeterminado, permitem o cultivo antecipado sem quedas no rendimento de grãos, sendo possível, dependendo da região, se realizar duas culturas na estação quente. A Embrapa, preocupada com os efeitos dessa migração sobre o encaixe das culturas de inverno e verão, que sempre foi adequado e complementar no melhor uso da terra no Sul do Brasil, realizou uma série de estudos para avaliar se as justificativas apontadas para a antecipação da semeadura da soja se comprovam, ao mesmo tempo em que busca soluções tecnológicas para manter o cultivo de inverno e o da soja com foco no sistema de produção e na rentabilidade de grãos. Uma das questões que pôde ser avaliada nesses estudos foi o impacto das mudanças propostas sobre a composição dos grãos. Foram utilizados sistemas com antecipação da soja tendo a aveia preta como cultura antecessora e outros sistemas com semeadura da soja na época tradicional logo após a colheita do trigo. O estudo completo com análise do rendimento de grãos, aspectos de ambiente e fitossanidade, além da rentabilidade pode ser encontrado em Pires et al. (2016) para a região do Planalto Médio do RS e em Caraffa et al. (2016) e Almeida et al. (2016) para as regiões do Noroeste do RS e Centro-Sul do PR.

## **Safra 2013/2014**

Os resultados para o teor de óleo, quando a soja foi semeada em 16 de outubro de 2013 após dessecação da aveia preta, prática utilizada por produtores da região, porque permite semeadura antecipada, mostraram teor médio de 19,31% de óleo, entre os genótipos de soja, com uma variação de 18,71% (BMX Energia RR) a 19,98% (BMX Ativa RR) (Tabela 4). Nas semeaduras após a colheita do trigo (08 de novembro de 2013), os teores de óleo entre os genótipos de soja, mostraram o valor médio de 20,89%, numa amplitude de 19,41% a 22,39%, representada respectivamente pelos genótipos de soja

NS 4823 RR semeada após o trigo Quartzo, e BMX Ativa RR semeada após o trigo BRS Guamirim (Tabela 4). A cultivar BMX Ativa RR, também obteve maior teor de óleo após o trigo Quartzo (22,31%). Entre os genótipos de soja avaliados, houve uma variabilidade significativa para o teor de óleo, sendo que a diferença entre o menor (18,71%) e maior (22,39%) valor, foi 3,68%, para o total de dados de óleo.

Nesta safra, de forma geral, comparando semeaduras após aveia preta e após o trigo, os genótipos de soja apresentaram menores teores de óleo quando semeados após aveia preta (média 19,31%), do que quando semeados após trigo (média 20,89%) (Figura 1).



**Figura 1.** Valores médios (%) dos teores de óleo e proteína de genótipos de soja semeados após trigo (BRS Guamirim, Quartzo, BRS Tarumã) e aveia preta (BRS 139 Neblina) em diferentes estratégias de sucessão trigo-aveia preta/soja, na safra 2012/13 em Passo Fundo, RS. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2020.

Embora, os valores de óleo tenham ficado próximos aos valores relacionados na literatura, conforme característica da soja, as variações de época/cultura antecessoras/ambiente utilizadas no trabalho mostraram que pode ocorrer variação considerável no teor de óleo. Essas situações mais ou menos favoráveis podem auxiliar na tomada de decisão sobre o melhor manejo da cultura. Os resultados mostraram que o uso de cultivares de soja semeadas em épocas tradicionais após o trigo, foi a melhor condição, nas variações de manejo estudadas.

**Tabela 4.** Teor de óleo e proteína (%) em cultivares de soja, em sucessão às culturas de inverno (cultivares de trigo e aveia preta), na safra 2013/2014 em Passo Fundo, RS. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2020.

Cultivar soja (GMR=I, D)*	Cultura/cultivar de inverno							
	Óleo				Proteína			
	Trigo BRS Guamirim	Trigo Quartzo	Trigo BRS Tarumã	Aveia Preta BRS 139 Neblina	Trigo BRS Guamirim	Trigo Quartzo	Trigo BRS Tarumã	Aveia Preta BRS 139 Neblina
BMX Ativa RR (5.6, D)	22,39(±0,11) A	22,31(±0,20) A	21,81(±0,44) AB	19,61(±0,22) EDFG	35,81(±0,62) G	35,86(±1,04) G	35,87(±0,09) G	40,31(±1,00) ABCD
NA 5909 RG (6.3, I)	20,96(±0,10) ABCDE	21,14(±0,18) ABCD	21,41(±0,52) ABC	19,40(±0,29) EFG	37,27(±0,32) FG	37,00(±0,20) FG	37,06(±0,76) FG	39,05(±0,42) CDEF
BMX Apolo RR (5.5, I)	20,69(±0,33) BCDE	20,97(±0,59) ABCD	20,93(±0,78) ABCDE	19,36(±0,30) EFG	39,00(±0,38) CDEF	38,26(±0,80) EDF	38,19(±0,76) EDF	41,21(±0,63) ABC
BRS Tordilha RR (6.2, D)	20,81(±0,26) ABCDE	20,79(±0,35) ABCDE	20,95(±0,07) ABCDE	19,98(±0,12) CDEFG	37,89(±0,36) EFG	37,07(±2,12) FG	37,18(±0,39) FG	39,83(±0,88) CDE
BMX Energia RR (5.3, I)	20,62(±0,38) BCDE	20,91(±1,36) ABCDE	20,38(±0,43) BCDEF	18,71(±0,29) G	39,08(±1,03) CDEF	38,98(±1,31) CDEF	39,12(±0,83) CDEF	42,33(±0,84) A
NS 4823 RR (5.1, I)	20,10(±0,30) CDEFG	19,41(±0,11) EFG	19,49(±0,69) EFG	18,81(±0,19) FG	39,56(±0,98) CDE	40,20(±0,95) ABCD	40,04(±2,08) BCDE	42,16(±0,08) AB

\*(GMR – Grupo de Maturação Relativa, I=Indeterminado, D=Determinado). Coeficiente de variação (%): óleo=2,93; proteína=2,18, n=96. Médias seguidas pelas mesmas letras em cada grupo (óleo e proteína) não diferem pelo teste de Tukey (p≤0.05).

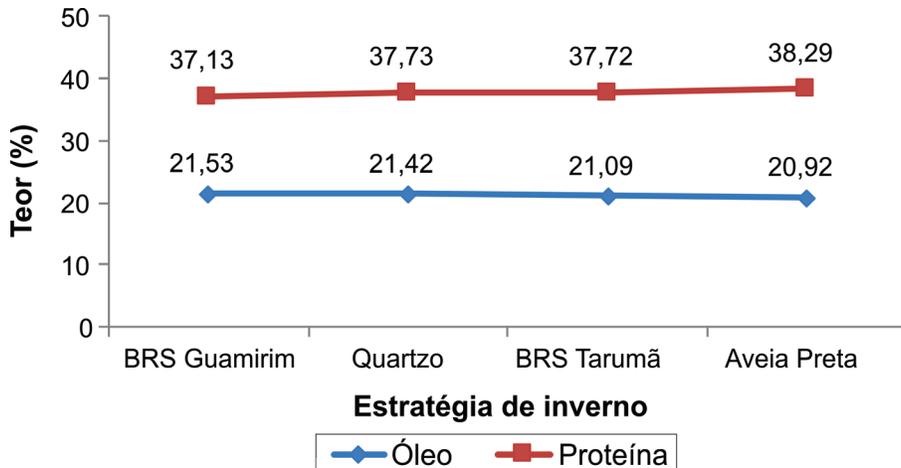
Para teor de proteína (Tabela 4), na semeadura antecipada após aveia preta, na média dos genótipos o valor foi 40,81%, com uma variação de 39,05% (NA 5909 RG) a 42,33% (BMX Energia RR). Enquanto que, para semeaduras após trigo (época tradicional) a média foi 37,97%, com uma variação de 35,81% a 40,20%, representada respectivamente, pela cultivar de soja BMX Ativa RR após semeadura do trigo BRS Guamirim e NS 4823 RR após semeadura do trigo Quartzo (Tabela 4). A cultivar de soja NS 4823 RR também apresentou maior teor de proteína quando semeada após o trigo BRS Tarumã. Portanto, comparando semeaduras após aveia preta e após o trigo, os genótipos de soja apresentaram maiores teores de proteína quando semeados após aveia preta, na época antecipada (média 40,81%), do que quando semeados após trigo, na época tradicional (média 37,97%) (Figura 1), com uma variação de 2,84%. De uma forma geral, a cultivar de soja NS 4823 RR se caracterizou por maior teor de proteína, enquanto que a BMX Ativa RR por menor teor de proteína (Tabela 4). Esses resultados evidenciam a competição entre teor de óleo e proteína, demonstrado pela correlação inversa entre esses compostos para as mesmas cultivares (Tabela 4).

Entre o total dos genótipos de soja avaliados, houve uma variabilidade significativa para o teor de proteína, sendo que a diferença total entre o menor valor (35,81% para BMX Ativa RR após BRS Guamirim) e maior valor (42,33% para BMX Energia RR após aveia preta), foi de 6,52%. Essa diferença é significativa caracterizando diferenças entre os genótipos de soja, além de diferentes respostas às épocas de semeadura e sucessão de culturas.

## **Safra 2014/2015**

Nessa safra, a estratégia de semeadura antecipada após aveia preta (10 de outubro de 2014) mostrou em média 20,92% de teor de óleo com uma amplitude de 21,67 e 19,76%, representada pelos genótipos de soja BMX Ativa RR e NS 4823 RR, respectivamente (Tabela 5). Como na safra anterior essas duas cultivares de soja apresentaram a mesma tendência para os teores de óleo. Comparando semeaduras após aveia preta e após o trigo, os genótipos de soja apresentaram teores de óleo menores teores quando semeados após aveia preta (média 20,92%) do que quando semeados após trigo (média 21,15%) (Figura 2). Entretanto, variabilidade significativa entre

os genótipos foi observada para os teores de óleo no total das observações, os quais apresentaram uma amplitude de 19,76% (após aveia preta) e 22,69% (após trigo) (Tabela 5).



**Figura 2.** Valores médios (%) dos teores de óleo e proteína de genótipos de soja semeados após trigo (BRS Guamirim, Quartzo, BRS Tarumã) e aveia preta (BRS 139 Neblina) em diferentes estratégias de sucessão trigo-aveia preta/soja, na safra 2014/15. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2020.

Comparando semeaduras após aveia preta e após o trigo, em média geral, os genótipos de soja apresentaram uma tendência semelhante a da safra passada, com maiores teores de proteína quando semeados após aveia preta, na época antecipada (média 38,29%), do que quando semeados após trigo, na época tradicional (média 37,53%) (Figura 2), embora com uma pequena variação de 0,76%.

Maior teor de proteína foi observado para a cultivar de soja NS 4823 RR(40,48%) semeada após dessecação da aveia preta, enquanto que menores teores foram observados em semeaduras após colheita do trigo BRS Guamirim, para os genótipos BMX Ativa RR (35,62%) e BRS Tordilha RR (35,05%) (Tabela 5). Mesma tendência observada na safra anterior para os genótipos NS 4823 RR e BMX Ativa RR.

**Tabela 5.** Teor de óleo e proteína (%) em cultivares de soja, em sucessão às culturas de inverno (cultivares de trigo e aveia preta), na safra 2014/2015 em Passo Fundo, RS.

Cultivar soja (GMR= I -D)*	Cultura/cultivar de inverno							
	Óleo				Proteína			
	Trigo BRS Guamirim	Trigo Quartzo	Trigo BRS Tarumã	Aveia Preta BRS 139 Neblina	Trigo BRS Guamirim	Trigo Quartzo	Trigo BRS Tarumã	Aveia Preta BRS 139 Neblina
BMX Ativa RR (5.6, D)	22,69(±0,18) A	22,44(±1,20) AB	22,14(±0,96) AB	21,67(±0,98) ABCD	35,62(±1,37) F	35,88(±1,77) EF	36,12(±1,32) DEF	35,92(±0,62) EF
NA 5909 RG (6.3 I)	21,79(±0,59) ABC	21,61(±0,18) ABCD	21,92(±0,10) ABC	21,18(±0,19) ABCD	36,69(±0,58) CDEF	37,26(±0,09) BCDEF	36,57(±0,29) CDEF	36,74(±1,32) CFEF
BMX Apolo RR (5.5, I)	20,62(±0,23) BCD	20,89(±1,17) ABCD	19,83(±0,03) D	20,94(±0,29) ABCD	38,19(±0,76) F	39,14(±2,19) ABC	38,96(±1,23) ABCD	39,16(±2,00) ABC
BRS Tordilha RR (6.2, D)	21,47(±0,13) ABCD	21,20(±0,13) ABCD	21,65(±0,44) ABCD	21,24(±0,32) ABCD	35,05(±0,43) BCDEF	37,00(±0,31) BCDEF	36,18(±1,80) CDEF	38,71(±2,05) ABCDE
BMX Energia RR (5.3, I)	21,26(±0,72) ABCD	21,48(±0,26) ABCD	20,84(±1,36) ABCD	20,73(±0,55) BCD	39,03(±1,27) ABCD	38,45(±1,60) ABCDEF	38,74(±2,05) ABCDE	38,71(±1,90) ABCDE
NS 4823 RR (5.1, I)	21,36(±0,82) ABCD	20,92(±0,05) ABCD	20,17(±0,41) CD	19,76(±0,78) D	38,19(±0,65) ABCDEF	38,65(±0,33) ABCDE	39,77(±0,56) AB	40,48(±2,92) A

\*(GMR – Grupo de Maturação Relativa, I=Indeterminado, D=Determinado). Coeficiente de variação (%): óleo=3,38; proteína=2,97, n=96, (\*) cultivares Médias (±DP) seguidas pelas mesmas letras em cada grupo (óleo e proteína) não diferem pelo teste de Tukey (p≤0.05).

Na análise conjunta dos dados de óleo e proteína para as duas safras, observam-se diferenças somente na sucessão em semeaduras após a aveia preta, quando na safra 2013/2014, o teor de proteína foi mais alto para todos os genótipos de soja (Tabela 6). Não houve diferenças para teores de proteína entre as duas safras para semeaduras após trigo, sendo que somente a cultivar de soja precoce (GMR 5.1) NS 4823 RR, apresentou maior teor de proteína após o trigo Quartzo, na safra 2013/2014 (Tabela 6). Os teores de óleo seguiram a mesma tendência, conforme relação inversa aos teores de proteína (Tabela 7).

Embora as condições climáticas nas duas safras não tenham sido relevantes para causar problemas no rendimento de grãos da cultura da soja, percebe-se que no período de enchimento de grãos houve diferenças nos meses de janeiro e março, em relação à precipitação pluvial mensal e temperatura média mensal (Figuras 3 e 4) (Pasinato; Cunha, 2014a,b,c,d,e,f; Cunha; Pasinato, 2015), as quais poderiam ter implicações na formação do óleo e proteína dos grãos. Interessante, que no mês de fevereiro, tanto a precipitação como a temperatura, foram semelhantes para os dois anos, o que pode ter ocasionado a semelhança dos teores de óleo e proteína para as duas safras.

Comparando dados climáticos das duas safras durante os meses de enchimento dos grãos percebe-se que na safra 2013/2014, a temperatura foi mais elevada em janeiro (Figura 4) o que pode ter implicado no maior teor de proteína nos genótipos de soja semeados antecipadamente após aveia preta. Essa tendência pode ser também observada na cultivar de soja precoce (GMR 5.1) NS 4823 RR, mostrando que ciclo das cultivares pode diferenciar a composição dos grãos, quando durante o enchimento forem expostas a diferentes condições climáticas.

**Tabela 6.** Teor de proteína (%) em seis cultivares de soja, em duas safras agrícolas de verão, semeadas em sucessão à aveia preta dessecada ou ao trigo colhido na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2020.

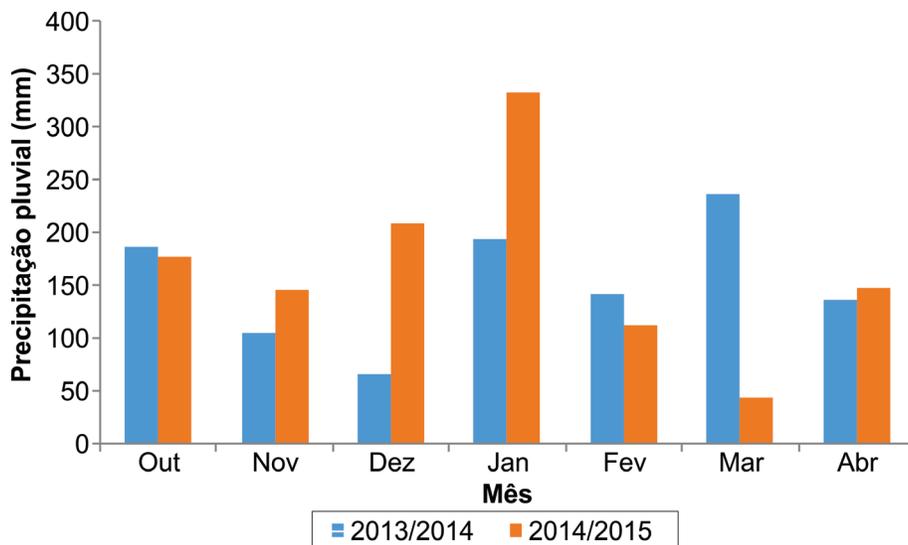
Estratégia de inverno Cultura/cultivar	Estratégia de verão - Cultivar de soja						
	Safra Agrícola	NS 4823 RR Indeterminada GMR 5.1*	BMX Energia RR Indeterminada GMR 5.3	BMX Apolo RR Indeterminada GMR 5.6	BMX Ativa RR Determinada. GMR 5.6	BRS Tordilha RR Determinada GMR 6.2	NA 5909 RG Indeterminada GMR 6.3
Aveia Preta - Embrapa 139 Neblina	2013/14	42,16 A	42,33 A	41,21 A	40,31 A	39,83 A	39,05 A
	2014/15	40,48 B	38,71 B	39,16 B	35,92 B	36,89 B	36,74 B
Trigo - BRS Tarumã	2013/14	40,05 A	39,12 A	38,96 A	36,12 A	37,19 A	37,06 A
	2014/15	39,77 A	38,74 A	38,19 A	35,87 A	36,18 A	36,57 A
Trigo - Quartzo	2013/14	40,20 A	39,00 A	39,14 A	35,88 A	37,08 A	37,26 A
	2014/15	38,65 B	38,46 A	38,26 A	35,86 A	37,00 A	37,00 A
Trigo - BRS Guamirim	2013/14	39,56 A	39,08 A	39,00 A	35,81 A	37,89 A	37,27 A
	2014/15	38,19 A	39,03 A	38,19 A	35,62 A	37,05 A	36,69 A

\*GMR = Grupo de maturidade relativa; Coeficiente de variação: 2,59; n=24. Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas comparando as safras agrícolas, não são diferentes pelo teste Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

**Tabela 7.** Teor de óleo (%) em seis cultivares de soja, em duas safras agrícolas de verão, semeadas em sucessão à aveia preta dessecada ou ao trigo colhido na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul. Embrapa Trigo, Passo Fundo, RS, 2020.

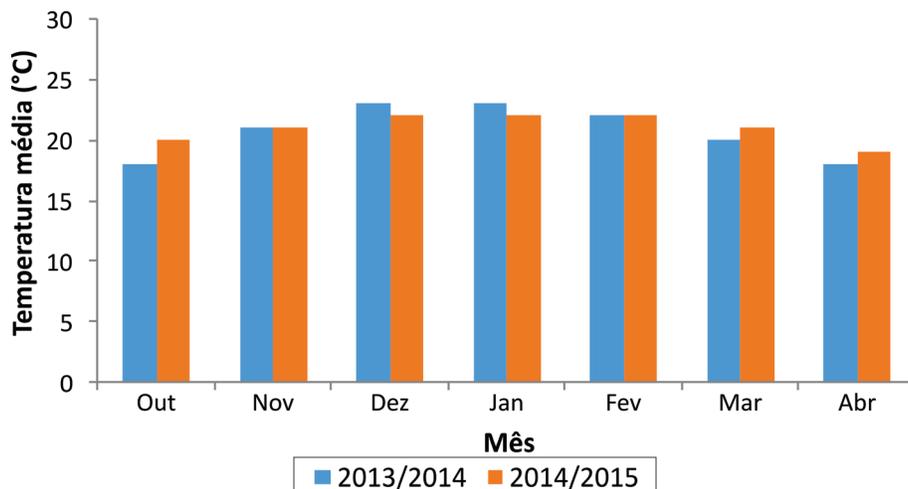
Estratégia de inverno Cultura/cultivar	Estratégia de verão - Cultivar de soja						
	Safra Agrícola	NS 4823 RR Indeterminada GMR 5.1*	BMX Energia RR Indeterminada GMR 5.3	BMX Apolo RR Indeterminada GMR 5.6	BMX Ativa RR Determinada. GMR 5.6	BRS Tordilha RR Determinada GMR 6.2	NA 5909 RG Indeterminada GMR 6.3
Aveia Preta - Embrapa 139 Neblina	2013/14	18,81 B	18,71 B	19,36 B	19,61B	19,98 B	19,40 B
	2014/15	19,76 A	20,73 A	20,94 A	21,67A	21,24 A	21,18 A
Trigo - BRS Tarumã	2013/14	19,49 A	20,38 A	20,93 A	21,81 A	20,95 A	21,41 A
	2014/15	20,17 A	20,84 A	19,83 B	22,14 A	21,65 A	21,92 A
Trigo – Quartzo	2013/14	19,41 B	20,90 A	20,97 A	22,31 A	20,79 A	21,14 A
	2014/15	20,92 A	21,48 A	20,89 A	22,44 A	21,20 A	21,60 A
Trigo - BRS Guamirim	2013/14	20,10 B	20,62 A	20,69 A	22,40 A	20,81 A	20,96 A
	2014/15	21,36 A	21,26 A	20,62 A	22,69 A	21,47 A	21,79 A

\*GMR = Grupo de maturidade relativa; Coeficiente de variação: 3,16; n=24. Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas entre safras agrícolas, não são diferentes pelo teste Tukey ( $p \leq 0.05$ ).



**Figura 3.** Precipitação pluviométrica ocorrida nas safras 2013/2014 e 2014/2015, em Passo Fundo, RS.

Fonte: Pasinato e Cunha (2014a,b,c,d,e,f); Cunha e Pasinato (2015).



**Figura 4.** Temperatura média mensal nas safras 2013/2014 e 2014/2015, em Passo Fundo, RS.

Fonte: Pasinato e Cunha (2014a, b, c, d, e, f); Cunha e Pasinato (2015).

Os resultados de composição química dos grãos devem ser avaliados em relação ao rendimento de grãos uma vez que o mesmo se relaciona negativamente com proteína e positivamente com óleo. Os resultados de rendimento de grãos de soja (Tabelas 8 e 9) mostram que ocorreu interação entre estratégias de inverno (antecipação após aveia preta e diferentes sucessões após trigo). Para a maioria das cultivares o rendimento de grãos foi maior quando cultivadas após BRS Guamirim na época tradicional, embora não tenham diferido, em algumas situações, do cultivo após BRS Tarumã e Quartzo. No cultivo antecipado após aveia, o rendimento de grãos foi inferior para a grande maioria dos genótipos de soja avaliados nos dois anos (Tabelas 8 e 9). Isso comprova que ao contrário da justificativa dos produtores, sobre antecipação da época de semeadura utilizando aveia preta, não há aumento no rendimento de grãos da soja na região onde foi realizado o trabalho, independentemente da cultivar utilizada. Nos cultivos após trigo, as cultivares BMX Energia RR após Quartzo, e BMX Apolo RR, após BRS Tarumã, BRS Guamirim ou Quartzo e BMX Ativa RR após BRS Tarumã, foram prioritárias para uso após trigo em épocas tradicionais de cultivo no sistema colher-semear. Os valores de rendimento de grãos obtidos representaram as condições ambientais do ano, sendo menores em 2013/2014 (média de 2.603 kg/ha) do que 2014/2015 (média de 4.487 kg/ha). Os resultados obtidos foram abaixo (2013/2014) e acima (2014/2015) da média de rendimento de grãos de soja do Rio Grande do Sul (3.321 kg/ha na safra 2018/2019, segundo a Conab (2020), representando contraste interessante em termos de rendimento de grãos para avaliação de proteína e óleo. Avaliando-se os resultados de composição dos grãos em relação ao rendimento de grãos de soja observa-se claramente a tendência de que quando se aumenta o rendimento de grãos ocorre aumento no teor de óleo e redução no teor de proteínas. Os genótipos de soja semeados antecipadamente após aveia preta, principalmente na safra 2013/2014, apresentaram, em geral maiores teores de proteína e menores teores de óleo. Após trigo em semeaduras na época tradicional, a cultivar NS 4823 RR (após Quartzo e BRS Tarumã), se caracterizou por apresentar maiores teores de proteína, e menor rendimento de grãos (Tabelas 5 e 8), nas duas safras. Portanto, a magnitude da redução no teor de proteína deve ser avaliada caso a caso para verificar as melhores opções de cultivares e de manejo, que favoreçam a rendimento de grãos e teores de proteína adequados. Os resultados obtidos no presente estudo mostraram que nas duas safras o manejo de semeadura da soja após trigo,

favorece rendimento de grãos e teor de proteína, o qual foi em média 37,75%, compatível com o teor da média nacional de 37%.

**Tabela 8.** Rendimento de grãos (kg/ha) de cultivares de soja, semeadas em sucessão à aveia preta dessecada (semeadura antecipada) ou trigo colhido na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, na safra 2013/2014. Embrapa Trigo, Passo Fundo/RS, 2020.

Estratégia de verão Cultivar soja (GMR, I - D)*	Estratégia de inverno - Cultivar e época de semeadura de aveia preta ou trigo			
	Aveia Preta BRS 139	Trigo BRS	Trigo Quartzo**	Trigo BRS
	Neblina	Tarumã**	Quartzo**	Guamirim**
NS 4823 RR (5.1, I)	1.827 ns B	2.394 bc A	2.303 c AB	2.592 c A
BMX Energia RR (5.3, I)	1.831 C	2.778 ab B	3.601 a A	3.165 abc AB
BMX Apolo RR (5.6, I)	2.272 B	3.175 a A	3.040 ab A	3.431 a A
BMX Ativa RR (5.6, D)	1.748 B	2.860 ab A	2.927 b A	2.846 abc A
BRS Tordilha RR (6.2, D)	1.911 B	1.999 c B	2.172 c AB	2.675 bc A
NA 5909 RG (6.3, I)	2.253 B	2.685 ab B	2.737 bc AB	3.238 ab A
Média	1.974	2.648	2.797	2.991

\*GMR = Grupo de Maturidade Relativa, I=Indeterminado, D=determinado. Coeficiente de variação (%): inverno = 14,3; verão = 10,0; \*\* = cultivares de trigo. ns = não significativo. Médias precedidas de mesmas letras minúsculas na coluna e seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha não diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

**Tabela 9.** Rendimento de grãos (kg/ha) de cultivares de soja, semeadas em sucessão à aveia preta dessecada (semeadura antecipada) ou trigo colhido na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, na safra 2014/2015. Embrapa Trigo, Passo Fundo/RS, 2020.

Estratégia de verão Cultivar soja (GMR, I - D)*	Estratégia de inverno - Cultivar e época de semeadura de aveia preta ou trigo			
	Aveia Preta BRS 139	Trigo BRS	Trigo Quartzo**	Trigo BRS
	Neblina	Tarumã**	Quartzo**	Guamirim**
NS 4823 RR (5.1, I)	3.437 bc B	4.144 b AB	4.278 b A	4.371 ns A
BMX Energia RR (5.3, I)	4.127 ab B	4.907 ab A	4.801 ab AB	4.886 AB
BMX Apolo RR (5.6, I)	4.480 a B	4.726 ab AB	5.347 a A	5.004 AB
BMX Ativa RR (5.6, D)	3.202 c B	5.022 a A	4.492 b A	4.979 A
BRS Tordilha RR (6.2, D)	4.055 ab ns	4.112 b	3.971 b	4.317
NA 5909 RG (6.3, I)	4.560 a ns	4.874 ab	4.758 ab	4.848
Média	3.977	4.631	4.608	4.734

\*GMR = Grupo de Maturidade Relativa, I=Indeterminado, D=determinado. Coeficiente de variação (%): inverno = 14,3; verão = 10,0; \*\* = cultivares de trigo. ns = não significativo. Médias precedidas de mesmas letras minúsculas na coluna e seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na linha não diferem pelo teste de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

## Considerações finais

O ambiente, a genética e o sistema de manejo do solo podem influenciar a composição do grão da soja com potenciais reflexos sobre decisões mercadológicas. Nos últimos anos ocorreram mudanças significativas nos sistemas de produção de soja. Cultivares de soja tipo indeterminado, ciclo precoce, semeadura antecipada, maior potencial de rendimento de grãos são algumas das mudanças verificadas no Sul do Brasil. O impacto dessas mudanças na genética e no manejo da cultura sobre os teores de óleo e proteína e suas relações com o rendimento de grãos verificado em ensaios do trabalho, mostrou que a sucessão trigo/soja é adequada para manutenção da composição química com rendimentos de grãos compatíveis. A relação inversa entre proteína e rendimento de grãos foi evidenciada, sendo que na sucessão após aveia preta os teores de proteína dos genótipos foram mais elevados, em detrimento do menor rendimento de grãos. Foi observada variabilidade genética entre os genótipos avaliados, enquanto que diferentes níveis de usos de insumos, na magnitude utilizada no trabalho, não refletiram em diferenças para os teores de óleo e proteína, o que pode ter ocorrido, em parte, em função da presença de inóculo de *Bradyrhizobium japonicum* no local de realização dos ensaios.

## Agradecimento

Os autores agradecem a José Marcos Gontijo Mandarino (*in memoriam*), farmacêutico-bioquímico, mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisador da Embrapa Soja, membro do projeto *Trigo & Soja – SEG 02.11.01.016.00.00*, e responsável pelo Laboratório de Análises Físico-químicas da Área de Melhoramento Genético da Embrapa Soja, em Londrina, PR, pelo suporte nas análises químicas realizadas nesse trabalho. Queremos também prestar-lhe uma homenagem especial, distinguindo sua dedicação e parceria nos trabalhos desenvolvidos e realizados na área de soja para alimentação da Embrapa.

## Referências

- ALMEIDA, J. L. de; SPADER, V.; DE MORI, C.; PIRES, J. L. F.; STRIEDER, M. L.; FOSTIM, M. L.; STOETZER, A.; CAIERAO, E.; FOLONI, J. S. S.; PEREIRA, P. R. V. da S.; MARSARO JÚNIOR, A. L.; FAE, G. S.; VIEIRA, V. M. **Estratégias de sucessão trigo/cevada/aveia preta/soja para sistemas de produção de grãos no Centro-Sul do Paraná**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2016. 18 p. (Embrapa Trigo. Circular Técnica Online, 31). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144794/1/ID43669-2016CTO31.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.
- BURR, I. W.; FOSTER, L. A. **A test for equality of variance**. West Lafayette, IN : University of Purdue, 1972. (Mimeo series. 282)
- CARAFFA, M.; RIFFEL, C. T.; STRIEDER, M. L.; PIRES, J. L. F.; DE MORI, C.; CAIERAO, E.; PEREIRA, P. R. V. da S.; MARSARO JÚNIOR, A. L.; FAE, G. S. **Estratégias de sucessão trigo/aveia preta-soja para sistemas de produção de grãos no Noroeste do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2016. 21 p. (Embrapa Trigo. Circular Técnica online, 29). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144791/1/ID43666-2016CTO29.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.
- CARRÃO-PANIZZI, M. C.; LEITE, R. S.; OLIVEIRA, M. C. N. de; MANDARINO, J. M. G. (in memoriam); BOSCATO, B. dos S. da S. **Distribuição vertical da composição química e da uniformidade no tamanho de grãos em plantas de soja de tipo de crescimento determinado e indeterminado**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 31 p. (Embrapa Soja. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 25). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1124579/1/BOLETIM-PD-25-1.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.
- CONAB. **Séries históricas das safras**: soja. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=30>. Acesso em: 18 ago. 2020.
- CUNHA, G. R. da; PASINATO, A. Análise agrometeorológica da safra de soja 2014/2015, em Passo Fundo, RS. In COSTAMILAN, L. M.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. (Ed.). **Soja: resultados de pesquisa 2014/2015**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2015. p. 11-18. Embrapa Trigo. Documentos online, 155). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/141056/1/ID43628-2015PLDocOnline155sojaresultadosp9.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.
- HUNGRIA, M.; MENDES, I. C.; MERCANTE, F. M. **A fixação biológica do nitrogênio como tecnologia de baixa emissão de carbono para as culturas do feijoeiro e da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2013, 24 p. (Embrapa Soja. Documentos, 337). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103488/1/ID-34572-1.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.
- MANDARINO, J. M. G.; OLIVEIRA, M. A. de; LEITE, R. S. Características físico-químicas e tecnológicas dos grãos: teor de proteína, teor de óleo, acidez do óleo e teor de clorofila. In: LORINI, I. (Ed.) **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil – safra 2016/2017**. Londrina: Embrapa Soja, 2018 (Embrapa Soja. Documentos, 403), p. 157-177. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/186347/1/p-157-177.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.
- OLIVEIRA, M. A. de; 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: LORINI, I. (Ed.) **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil – safra 2016/2017**. Londrina: Embrapa Soja, 2018 (Embrapa Soja. Documentos, 403), p. 97-111. Disponível em:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/186292/1/p-97-111.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.

PASINATO, A.; CUNHA, G. R. da. **Informações Meteorológicas de Passo Fundo, RS: Outubro de 2013**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014a, p. 4. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 335). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103782/1/2014-comunicado-tecnico-online335.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.

PASINATO, A.; CUNHA, G. R. da. **Informações Meteorológicas de Passo Fundo, RS: Novembro de 2013**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014b, p. 4. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 337). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103790/1/2014-comunicado-tecnico-online337.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.

PASINATO, A.; CUNHA, G. R. da. **Informações Meteorológicas de Passo Fundo, RS: Dezembro de 2013**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014c, p. 4. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 338). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103792/1/2014-comunicado-tecnico-online338.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2021.

PASINATO, A.; CUNHA, G. R. da. **Informações Meteorológicas de Passo Fundo, RS: Janeiro de 2014**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014d, p. 4. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 339). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/103793/1/2014-comunicado-tecnico-online339.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.

PASINATO, A.; CUNHA, G. R. da. **Informações Meteorológicas de Passo Fundo, RS: Fevereiro de 2014**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014e, p. 4. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 340). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/109478/1/2014-comunicado-tecnico-online-340.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.

PASINATO, A.; CUNHA, G. R. da. **Informações Meteorológicas de Passo Fundo, RS: Março de 2014**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2014f, p. 4. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 341). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/109479/1/2014-comunicado-tecnico-online-341.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.

PÍPOLO, A. E.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J.C.; BALBINOT, A. A. JUNIOR; DEBIASI, H.; MANDARINO, J. M. G. **Teores de óleo e proteína em soja: fatores envolvidos e qualidade para a indústria**. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 14 p. (Embrapa Soja. Comunicado Técnico, 86). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130450/1/comunicado-tecnico-86OL.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.

PIRES, J. L. F.; STRIEDER, M. L.; MARSARO JÚNIOR, A. L.; PEREIRA, P. R. V. da S.; COSTAMILAN, L. M.; MACIEL, J. L. N.; DE MORI, C.; CAIERÃO, E.; GUARIENTI, E. M.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. C.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P. dos; FAÉ, G. S.; SILVA JÚNIOR, J. P. da; SANTI, A.; CUNHA, G. R. da; VARGAS, L.; PASINATO, A. **Estratégias de sucessão trigo/aveia preta-soja para sistemas de produção de grãos no Planalto Médio do Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2016. 24 p. (Embrapa Trigo. Circular técnica online, 29). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/144792/1/ID43667-2016CTO30.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2021.

SAS. SAS/STAT: System for Microsoft Windows. version 9.4. Cary: SAS Institute Inc., 2016. Disponível em: <https://support.sas.com/en/documentation/install-center/94/installation-guide-for-windows.html>. Acesso em: 12 jan. 2021.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality. *Biometrika*, v. 52, n. 3, p. 591-611, 1965. DOI 10.2307/2333709.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEID, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. rev. ampl. Porto Alegre: Emater-RS, 2008. 222 p.

TUKEY, J. W. One degree of freedom for non-additivity. **Biometrics**, v. 5, n. 4, p. 232-242, 1949. Disponível em: <https://open.spotify.com/playlist/09YHPDFcQ2hFd0tqY5Tg0W>. Acesso em: 12 jan. 2021.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A. A.; SILVEIRA JÚNIOR, P. **Sistema de Análise Estatística-SANEST**. Pelotas: UFPEL, 1982.

Exemplares desta edição  
podem ser adquiridos na:

**Embrapa Trigo**  
Rodovia BR 285, km 294  
Caixa Postal 3081  
99050-970 Passo Fundo, RS  
Telefone: (54) 3316-5800  
Fax: (54) 3316-5802  
[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

**1ª edição**  
Publicação digital - PDF (2021)

Comitê Local de Publicações  
da Embrapa Trigo

Presidente  
*Gilberto Rocca da Cunha*

Vice-Presidente  
*Luiz Eichelberger*

Secretária  
*Marialba Osorski dos Santos*

Membros  
*Alberto Luiz Marsaro Júnior, Alfredo do  
Nascimento Junior, Ana Lídia Variani Bonato,  
Elene Yamazaki Lau, Fabiano Daniel De Bona,  
Gisele Abigail Montan Torres, Maria Imaculada  
Pontes Moreira Lima*

Normalização bibliográfica  
*Rochelle Martins Alvorcem (CRB 10/1810)*

Tratamento das ilustrações e capa  
*Márcia Barrocas Moreira Pimentel*

Editoração eletrônica  
*Márcia Barrocas Moreira Pimentel*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Fotos da capa  
Colheita de trigo - João Leonardo Pires  
Lavoura de Soja e grãos de Soja - Mercedes  
Concórdia Carrão-Panizzi

