

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**Acúmulo e partição de matéria seca e nutrientes de cultivares de soja,  
semeadas em duas épocas**

Bruno Tiago Sebastiani

Passo Fundo

2019

Bruno Tiago Sebastiani

Acúmulo e partição de matéria seca e nutrientes de cultivares de soja, semeadas em duas épocas

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção de título de mestre em Agronomia.

Orientador:  
Pedro Alexandre Varella Escosteguy

Passo Fundo

2019

CIP – Catalogação na Publicação

---

S443a Sebastiani, Bruno Tiago  
Acúmulo e partição de matéria seca e nutrientes de  
cultivares de soja, semeadas em duas épocas / Bruno Tiago  
Sebastiani. – 2019.  
114 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Dr. Pedro Alexandre Varella Escosteguy.  
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de  
Passo Fundo, 2019.

1. Soja - Cultivo. 2. Humus. 3. Palha - Utilização na  
agricultura. 4. Micronutrientes - Agricultura. I. Escosteguy,  
Pedro Alexandre Varella, orientador. II. Título.

CDU: 631.34

## ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO



A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.


**“Produção e participação de matéria seca e nutrientes de cultivares de soja semeadas em duas épocas”**

Elaborada por

**Bruno Tiago Sebastiani**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em  
Agronomia – Produção e Proteção de Plantas

Aprovada em: 12/04/2019  
Pela Comissão Examinadora

  
**Dr. Pedro Alexandre Varella Escosteguy**  
Presidente da Comissão Examinadora  
Orientador

  
**Dr. Alfredo Castaman**  
Universidade Federal da Fronteira Sul

  
**Dr. Adilson de Oliveira Junior**  
Embrapa Trigo

  
**Dr. Edson Campanhola Bortoluzzi**  
Coord. Prog. Pós-Graduação em Agronomia

  
**Dr. Eraldo Lourenso Zanella**  
Diretor FAMV

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, Rosane e Valter Sebastiani a minha irmã Patricia Sebastiani e minha namorada Suelen Priscila Santos em forma de agradecimento.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, Valter Sebastiani e Rosane Sebastiani e a minha Irmã Patrícia, pelo cuidado, incentivo e confiança que depositaram em mim.

Agradeço a minha namorada doutoranda Suelen Priscila Santos, pelo companheirismo, carinho, ajuda e principalmente pela paciência durante toda a caminhada.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Pedro A. V. Escosteguy pelo profissionalismo e pelos ensinamentos repassados, orientando-me desde a graduação até o mestrado. Sem o seu apoio nada disso se tornaria possível.

Agradeço a todos os colegas e equipe do Laboratório de Química e Fertilidade de Solos, por toda a colaboração, disponibilidade e dedicação com o trabalho.

Aos meus colegas de mestrado, ao Osvaldo Rosso, pelo apoio, idéias e companheirismo durante todo o período de estudos.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade de Passo Fundo (UPF/PPGAgro).

A CAPES, pelo auxílio financeiro (code 01), sem o qual não poderia seguir esse sonho.

## **EPIGRAFE**

“Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a influência libertadora da beleza do reino do espírito, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer”

(Albert Einstein)

## RESUMO

SEBASTIANI, Bruno Tiago. Acúmulo e partição de matéria seca e nutrientes de cultivares de soja, semeadas em duas épocas. 2019. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

Novas cultivares de soja são lançadas no mercado agrícola com diferentes acúmulos e partição de matéria seca (MS) e nutrientes, o que pode influenciar o manejo adubação, fato ainda pouco explorado pela pesquisa. O objetivo do trabalho foi avaliar o acúmulo e a partição de MS e nutrientes em cultivares de soja, semeadas em duas épocas. Foram avaliadas doze cultivares de soja (Raio, 95R51, 54I52, Elite, 5947, Alvo, 7062, 5909, Potência, 6700, Ícone e Antares), semeadas em 05/11/2016 e em 08/12/2016. O experimento foi realizado a campo, em Passo Fundo, RS. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. A MS de folhas (MSF), de hastes (MSH), de legumes (MSL), a soma das partes (MSHFL) o rendimento de grãos (RG) e a MS total (MST=MSHFL+RG) foram avaliadas na maturação fisiológica. O teor de nutrientes foi avaliado na folha índice diagnose, coletada em R2; no grão e no restante da parte aérea coletados no dia da colheita. A MSHFL variou de forma inversa ao RG, em ambas as épocas de semeadura. O RG constitui a maior parte da MST (34 a 50%), seguida de MSH (19 a 33%), MSF (14 a 22%) e MSL (12 a 16%), nas plantas semeadas em 05/11. Nas plantas semeadas em 08/12 o RG representa 40 a 52% da MST, seguida de MSH (19 a 29%), MSF (13 a 19%) e MSL (13 a 16%). O maior índice de colheita de grão (IC) foi das cultivares Raio e 54I52 (Primeira época de semeadura) e Alvo e Raio (Segunda época de semeadura), e o maior RG foi da 54I52 (Primeira época de semeadura) e da Alvo (Segunda época de semeadura). As cultivares com maior IC de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, manganês, zinco, ferro, boro e cobre foram: Raio; Raio; 5947 e 5909; 5909; 54I52; 54I52 e 5909; Raio; Raio; Raio; Raio; e Raio, respectivamente, na primeira época de semeadura e: 6700; Ícone; Ícone; Elite; 6700; 6700; Antares; 7062; Antares; 7062; e Antares, respectivamente na segunda época de semeadura. O teor de nutrientes na palha tem influência da cultivar, para todos os elementos, com exceção do zinco, boro e cobre na primeira época e magnésio na segunda época de semeadura. O teor no grão varia menos do que a palha. Nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, zinco e cobre em ambas as épocas de semeaduras, e magnésio, manganês e ferro na segunda época de semeadura não tem diferença entre as cultivares. A quantidade de nutrientes extraída na palha e exportada pelo grão diferiu entre as cultivares em ambas as épocas de semeadura sendo consequência do teor de nutriente nesses órgãos e pela quantidade de palha e grão produzido.

Palavras-chave: 1. Extração de nutrientes. 2. Exportação de nutrientes. 3. Rendimento de grão. 4. Matéria seca. 5. *Glycine max (L.) Merrill*.



## ABSTRACT

SEBASTIANI, Bruno Tiago. Accumulation and partitioning of dry matter and nutrient of soybean cultivars, sown in two seasons. 2019. 114 f. Dissertation (Masters in Agronomy) - University of Passo Fundo, Passo Fundo, 2019.

New soybean cultivars are introduced in the agricultural market with different accumulations and partition of dry matter (DM) and nutrients, which may influence the management of fertilization, but this was still little explored by the research. The objective of this work was to evaluate the accumulation and partition of DM and nutrients of soybean cultivars, sown in two seasons. Twelve soybean cultivars (Raio, 95R51, 54I52, Elite, 5947, Alvo, 7062, 5909, Potency, 6700, Icon and Antares), seeded on 11/5/2016 and 12/08/2016, were evaluated. The experiment was fielded in Passo Fundo, RS. The experimental design was in a randomized block with four replicates. Leaf MS (MSH), stem (MSH), vegetable (MSL), the sum of the parts (MSHFL) grain yield (RG) and total MS (MST = MSHFL + RG) were evaluated at physiological maturation. The nutrient content was evaluated in the diagnosis leaf, collected in R2; the grain and the remainder of the aerial part collected on the day of harvest. The MSHFL varied inversely to the GR, at both sowing times. The RG constitutes the major part of the MST (34 to 50%), followed by MSH (19 to 33%), MSF (14 to 22%) and MSL (12 to 16%) in plants seeded on 05/11. In plants seeded on 08/12 the RG represents 40 to 52% of MST, followed by MSH (19 to 29%), MSF (13 to 19%) and MSL (13 to 16%). The highest CI was of the cultivars Raio and 54I52 (First sowing season) and Target and Radius (Second sowing season), and the highest GR was 54I52 (First sowing season) and the Target (Second sowing season). The cultivars with higher CI of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sulfur, manganese, zinc, iron, boron and copper were: Radius; Lightning; 5947 and 5909; 5909; 54I52; 54I52 and 5909; Lightning; Lightning; Lightning; Lightning; and Ray, again, in the first sowing season e: 6700; Icon; Icon; Elite; 6700; 6700; Antares; 7062; Antares; 7062; and Antares, respectively in the second sowing season. The nutrient content in the straw has influence of the cultivar, for all the elementes, with the exception of zinc, boron and copper in the first season and magnesium in the second sowing season. The content in the grain varies less than the straw. Nitrogen, phosphorus, potassium, sulfur, zinc and copper in both sowing times, and magnesium, manganese and iron in the second sowing season did not have a difference between the cultivars. The amount of nutrients extracted in the straw and exported by the grain differed between the cultivars at both sowing times, being a consequence of the nutrient content in those organs and the amount of straw and grain produced.

Key words: 1. Extraction of nutrients. 2. Export of nutrients. 3. yield of soybean. 4. dry matter. 5. *Glycine max (L.) Merrill.*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>12</b>
2.1	<i>Histórico e importância da soja no Brasil e no mundo</i>	12
2.2	<i>Épocas de semeadura</i>	13
2.3	<i>Cultivares de soja</i>	15
2.4	<i>Recomendação de adubação para a soja</i>	19
2.5	<i>Demanda e exportação de nutrientes da soja</i>	20
2.6	<i>Índice de colheita</i>	23
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO I</b>	<b>25</b>
3.1	<i>Resumo</i>	25
3.2	<i>Introdução</i>	25
3.3	<i>Material e Métodos</i>	29
3.3.1	Sujeito da pesquisa	29
3.3.2	Ambiente da pesquisa	30
3.3.3	Tratamento e delineamento experimental	30
3.3.4	Procedimentos experimentais	31
3.3.5	Avaliações	32
3.3.6	Análise estatística	33
3.4	<i>Resultados e Discussão</i>	33
3.4.1	Produção e partição da matéria seca	34
3.4.2	Índice de colheita	40
3.4.3	Componente de produtividade	42
3.5	<i>Conclusão</i>	48
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO II</b>	<b>50</b>
4.1	<i>Resumo</i>	50
4.2	<i>Introdução</i>	50
4.3	<i>Material e Métodos</i>	52
4.3.1	Avaliações	52
4.3.2	Análise estatística	54
4.4	<i>Resultados e Discussão</i>	55
4.4.1	Teor foliar de nutrientes	55

4.4.2	Macronutrientes na palha e grão	59
4.4.3	Micronutrientes na palha e grão	69
4.5	Conclusão	76
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>78</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO GERAL</b>	<b>79</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>80</b>
	<b>APÊNDICES</b>	<b>88</b>
Apêndice I	<i>Massas secas de hastes (MSH), folhas (MSF), legumes (MSL), soma dessas partes (H+F+L), grão (MSG) e total da parte aérea (MST) de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019</i>	89
Apêndice II	<i>Índice de colheita sem (IC) e com a massa de folha (ICF), altura de planta (Al), número de nós (NN), de legumes (NL), grãos por legume (NGL) e massa de mil sementes (MMS) de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019.</i>	91
Apêndice III	<i>Massa seca de haste (MSH), folha (MSF), legume (MSL) e soma dessas partes (H+F+L), massa seca de grão (MSG) e do total acumulado de parte aérea (MST) de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019</i>	93
Apêndice IV	<i>Índice de colheita sem (IC) e com a massa de folha (ICF), altura de planta (Al), número de nós (NN), de legumes (NL), grãos por legume (NGL) e massa de mil sementes (MMS) de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019.</i>	95
Apêndice V	<i>Teor de macronutrientes na palha e no grão de cultivares de soja semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019.</i>	97
Apêndice VI	<i>Teor de macronutrientes na palha e no grão de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019.</i>	99
	<i>Teor de macronutrientes na palha e no grão de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019.</i>	100
Apêndice VII	<i>Teor de micronutrientes na palha e no grão de cultivares de soja semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019.</i>	101
	<i>Teor de micronutrientes na palha e no grão de cultivares de soja semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019.</i>	102
Apêndice VIII	<i>Teor de micronutrientes na palha e no grão de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019.</i>	103
Apêndice IX	<i>Extração na palha, exportação no grão, extração total e índice de colheita (IC) de macronutrientes na primeira época de semeadura de cultivares de soja semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019.</i>	105
Apêndice X	<i>Extração na palha, exportação no grão, extração total e índice de colheita (IC) de macronutrientes na primeira época de semeadura de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019</i>	107
Apêndice XI	<i>Extração na palha, exportação no grão, extração total e índice de colheita (IC) de micronutrientes na primeira época de semeadura de cultivares de soja semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019</i>	109
	<i>Extração na palha, exportação no grão, extração total e índice de colheita (IC) de micronutrientes na primeira época de semeadura de cultivares de soja semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019</i>	110
Apêndice XII	<i>Extração na palha, exportação no grão, extração total e índice de colheita (IC) de micronutrientes na primeira época de semeadura de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019</i>	111

*Extração na palha, exportação no grão, extração total e índice de colheita (IC) de micronutrientes na primeira época de semeadura de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019*

## 1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a produtividade de grão (RG) de soja foi 1,48 t/ha, na década de 1970; e aumentou para 2,91 t/ha, na última década; e foi de 3,39 t/ha, na safra 2017/2018 (CONAB, 2019). Esse crescimento deve-se, principalmente, ao aumento da área de cultivo, uma vez que a produtividade cresceu à taxa de 1,3% ao ano, nos últimos 17 anos, sendo impulsionado pela região sul e sudeste, cuja área plantada aumentou em 56,6 e 49,7%, respectivamente, superior à taxa nacional (CONAB, 2017). Os avanços tecnológicos, manejos, entre eles o da adubação e a eficiência dos produtores são de fundamental importância para o crescimento da produção (BRASIL, 2015).

A necessidade de adubação é definida a partir da diferença entre a quantidade de nutrientes que as plantas precisam para atingir as produtividades desejadas e a quantidade que o solo pode fornecer. Esta é estimada a partir da análise química de solo, levando-se em consideração as variáveis bióticas e abióticas que definem a eficiência de absorção de cada um dos nutrientes. A necessidade das culturas é definida a partir da quantidade extraída e exportada de nutriente, o que varia com a produtividade (CQFS-RS/SC, 2016). A opção de usar a adubação de reposição (exportação) é indicada somente quando os teores de nutrientes no solo estão na faixa "Muito alto" (CQFS-RS/SC, 2016).

A quantidade de nutrientes nos tecidos vegetais pode variar de acordo com os níveis de fertilidade do solo e práticas de gestão, especialmente, o potencial de consumo luxuoso de cátions básicos, tais como K, Ca e Mg (HAMMOND; BLACK; NORMAN, 1951; FAGERIA, 2001).

As cultivares e práticas de gestão têm mudado desde a década de 1970 (BENDER; HAEGELE; BELOW, 2015). Tais cultivares e o manejo agrônomico diferenciado, mais intensivo, modificam o acúmulo de matéria seca (MS) e particionamento de nutrientes na

cultura da soja. Apesar da produção de grãos inferior, a captação total de nutrientes essenciais em soja pode exceder a de milho de alto rendimento (FLANNERY, 1986; BENDER et al., 2013). As variações na absorção e eficiência nutricional têm implicações para o manejo de culturas e solo, reprodução e qualidade de sementes, como ilustrado para o sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench; CIAMPITTI; PRASAD, 2016], milho (*Zea mays* L.; CIAMPITTI; VYN, 2012, 2014), trigo (*Triticum aestivum* L.; GUTTIERI et al., 2017) e leguminosas e oleaginosas (SADRAS, 2006).

O nível de tecnologia adotado e a variabilidade climática explicam grande parte das flutuações no RG das culturas, que ocorrem em diferentes safras e entre locais. A implementação do Programa de Zoneamento Agrícola, a partir da safra de inverno de 1996, pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), como principal instrumento de apoio à política agrícola do governo federal, na área de crédito e seguridade rural, buscou reduzir as perdas causadas por adversidades climáticas na agricultura brasileira (CUNHA et al., 2011).

A adaptação das espécies à determinada região depende, principalmente, das disponibilidades hídricas e térmicas, a soja tem sua adaptação controlada, preponderantemente, pelo fotoperíodo. Cada cultivar possui um fotoperíodo crítico, o qual se desenvolve vegetativamente de maneira adequada, a soja floresce somente quando o fotoperíodo do ambiente de cultivo passa a ter valor inferior ao fotoperíodo crítico (MONDINE et al., 2001).

O objetivo do trabalho foi verificar se o acúmulo e a partição de nutrientes varia entre cultivares de soja, semeadas em duas épocas.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Histórico e importância da soja no Brasil e no mundo**

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, é uma espécie exótica. O seu centro de origem é de clima temperado (leste da China) onde sofreu domesticação há mais de cinco mil anos. A partir daí a soja foi introduzida em outras regiões e países do oriente como Manchúria, Coreia, Japão, União Soviética e sudeste da Ásia (EMBRAPA, 2013).

O Brasil apareceu nas estatísticas internacionais como produtor dessa leguminosa, a partir do ano de 1949. Sua introdução no país ocorreu em 1882, na Bahia e o primeiro registro de cultivo deu-se no ano de 1914, em Santa Rosa, no Estado do Rio Grande do Sul (SANTOS, 1988).

Com a crescente demanda mundial por alimento, a soja se tornou uma preciosa commodity pelo seu teor de proteína (40% no grão) e óleo (20% no grão). O crescimento da produção brasileira de soja, observado ao longo das safras, deve-se principalmente ao aumento da área de cultivo, uma vez que a produtividade cresceu à taxa de 1,3% ao ano, nos últimos 17 anos, sendo impulsionado pela região sul e sudeste, com crescimento de 56,6 e 49,7%, respectivamente, superior à taxa nacional (CONAB, 2017). O Brasil, maior exportador do grãos no mundo, fez da soja a principal fonte de divisas do agronegócio, movimentando em 2018 de 83,8 milhões de toneladas (CEPEA, 2019).

A produção brasileira de soja, na safra 2017/2018, em uma área de 35,1 milhões de hectares foi de 116,9 milhões de toneladas, tornando-se o segundo maior produtor do mundo (CONAB, 2019).

Vários são os fatores que viabilizaram esse avanço da soja no Brasil, ao longo dos anos. Seleção de variedades mais produtivas, estáveis e mais adaptadas às condições brasileiras; modernização da agricultura a partir de 1964, com a utilização de equipamentos que otimizaram o sistema de produção; demanda internacional e nacional por seus produtos, sobretudo farelo e óleo de soja; práticas agrícolas que facilitam a produção, com destaque para a calagem e correção da fertilidade dos solos; aumento dos preços das commodities; e políticas públicas, como o crédito rural, que incentivaram sua produção (CAMPOS, 2010).

## **2.2 Épocas de semeadura**

A soja é uma planta anual, ereta, autógama, que apresenta variabilidade quanto às suas características morfológicas e é altamente influenciada pelas condições ambientais. Sua estatura varia de 30 a 200 cm, podendo apresentar ramificações (BORÉM, 1999).

Entende-se como época recomendada para a semeadura da soja, o período em que se obtém o máximo de interceptação de radiação possível para produção de massa foliar. A escolha da época de semeadura destaca-se no controle da deficiência hídrica valendo-se de mecanismos de escape, pois pode ser ajustada para evitar períodos de baixa precipitação durante estádios críticos e fazer coincidir as etapas de florescimento e fixação de legumes com períodos favoráveis de disponibilidade hídrica (MOTA, 1983). Além do escalonamento de épocas de semeadura, recomenda-se a diversificação de cultivares, para reduzir riscos de prejuízos por seca (BARNI, 1999).

Entre os fatores de manejo que interferem no rendimento de grão (RG) da soja, destacam-se a escolha da cultivar e da época de semeadura. Esses fatores tem a relação com o ambiente (radiação solar, temperatura, água, etc) e dependem de características genéticas da planta, que determinam a absorção da energia luminosa, conversão em biomassa e partição dessa em grãos.

A soja é sensível ao comprimento do dia, ou seja, à extensão do período de ausência de luz para a indução floral (EMRAPA, 2017). O efeito típico do fotoperíodo na



soja, quando uma cultivar é levada para regiões com menor latitude ou quando se retarda a semeadura, é a redução do período compreendido entre a emergência das plântulas e o início do florescimento e, conseqüentemente, do ciclo da cultura. As plantas se adaptam às condições de ambiente, modificando estruturas vegetativas e/ou reprodutivas, dependendo do estágio de desenvolvimento.

A alocação diferencial de massa seca (MS) entre os órgãos da planta, sobretudo os fatores e processos relacionados à partição para o grão, pode influenciar o incremento de RG. Esse diferencial de MS pode também resultar em consumo de luxo quando o objetivo de produção é o grão, e não o crescimento de outros órgãos. Contudo, a maioria dos estudos publicados sobre o efeito desses fatores foram realizados em agrossistemas temperados (BENDER; HAEGELE; BELOW, 2015). Assim, há lacuna de informações do efeito, em condições tropicais e subtropicais, e no contexto do sistema de produção típico do RS e do Brasil (cultivares de vários grupos de maturação, solos argilosos e sistema plantio direto).

A época de semeadura também pode alterar os componentes de RG e as características morfológicas da soja, afetando o porte da planta, a inserção de vagens, o número de ramificações e o grau de acamamento e conseqüentemente a taxa de absorção de alguns nutrientes (BISNETA, 2015).

A antecipação ou atraso da semeadura pode influenciar no RG e esse efeito tem incentivado os programas de melhoramento a desenvolverem genótipos adaptados a um período mais amplo de semeadura, que no RS varia de setembro a dezembro. Assim, em áreas com pousio no inverno, a semeadura da soja é, tradicionalmente antecipada, e, em áreas com cultivo nessa estação, a semeadura é postergada. O segmento da pesquisa e de extensão tem verificado as cultivares mais promissoras para cada condição edafoclimática de uma determinada região (EMBRAPA, 2006).

Nesse contexto, a época de semeadura, isolada das outras práticas culturais, é uma das variáveis que mais produz impacto sobre a produção da cultura. É definida por um

conjunto de fatores ambientais que interagem entre si e com a planta, promovendo variações no rendimento e em outras características agronômicas (PEIXOTO et al., 2000).

O período ideal de semeadura está descrito no ZARC (Zoneamento Agrícola de Risco Climático) por município apto a receber o cultivo e estimado através das variáveis climáticas (Portaria número 197/2017) (BRASIL, 2018). A implementação desse programa, a partir da safra de inverno de 1996, pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), teve como principal instrumento de apoio à política agrícola do governo federal, na área de crédito e seguridade rural, e buscou reduzir as perdas causadas por adversidades climáticas na agricultura brasileira (CUNHA et al., 2011).

Os períodos de semeadura recomendados para soja no RS estão relacionados com os grupos de maturidade relativa (GMR). Genótipos tardio, do  $GMR > 7.4$ , semeia-se entre 01/10 a 31/12, genótipos semitardios e médios, do  $GMR \geq 6.4$  e  $\leq 7.4$ , semeia-se entre 11/10 a 31/12, enquanto que genótipos semiprecoce, precoce e superprecoce, dos  $GMR < 6.4$ , semeia-se entre 21/10 a 31/12 (BRASIL, 2018).

### **2.3 Cultivares de soja**

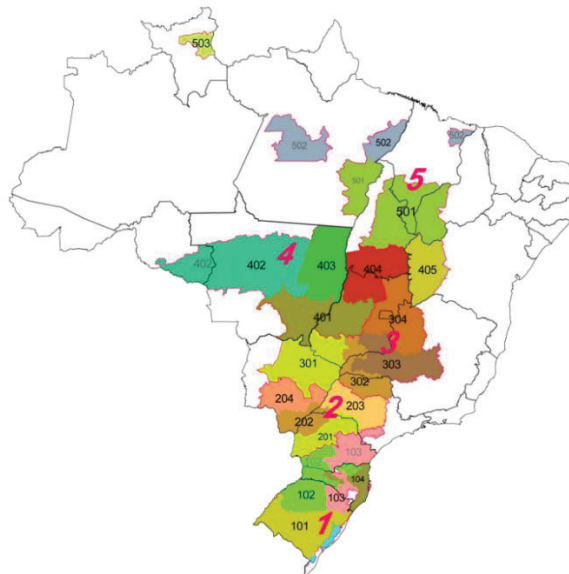
A adaptação das espécies à determinada região depende, principalmente, das disponibilidades hídricas e térmicas, a soja tem sua adaptação controlada, preponderantemente, pelo fotoperíodo. Cada cultivar possui um fotoperíodo crítico, o qual se desenvolve vegetativamente de maneira adequada. A soja floresce somente quando o fotoperíodo do ambiente de cultivo passa a ter valor inferior ao fotoperíodo crítico (MONDINE et al., 2001).

Devido à essa sensibilidade, a adaptabilidade de cada cultivar de soja varia à medida que é deslocada em direção ao sul ou ao norte, em função da latitude. Portanto, as cultivares tem uma faixa limitada de adaptação. A classificação do ciclo total das cultivares em superprecoce, precoce, semiprecoce e médio é válida dentro de cada faixa, fora dela uma cultivar tardia no sul torna-se precoce no Brasil Central (EMBRAPA, 2010).

O atual sistema de classificação da soja quanto ao seu ciclo, é baseado no GMR, o qual varia de zero a dez. Quanto maior for o número do GMR, mais próximo ao Equador corresponde a região de adaptação da soja. Pode-se dizer que, de forma geral, para cada um aumento do GMR, depois do ponto, o ciclo aumenta de 1,5 a 2 dias. Para a soja, quanto menor a quantidade de luminosidade, mais curto é o período vegetativo encurtando, assim, seu ciclo e reduzindo a altura das plantas. (PENARIOL, 2000).

O Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) leva em consideração parâmetros de clima, solo e ciclos de cultivares, a partir de uma metodologia validada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e adotada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e tem como objetivo minimizar os riscos relacionados aos fenômenos climáticos adversos e permite a cada município identificar a melhor época de semeadura das culturas, nos diferentes tipos de solo e ciclos de cada cultura (BRASIL, 2019).

Figura 1 – Macrorregiões sojícolas do Brasil



Fonte: Embrapa

O ZARC foi publicado pela primeira vez na safra de 1996, para a cultura do trigo. Atualmente, os estudos de zoneamentos do MAPA já contemplam 25 Unidades da Federação e mais de 40 culturas, divididas entre espécies de ciclo anual e permanente,

além do ZARC para o consórcio de milho com braquiária. Para soja, foram criadas cinco macrorregiões sojícolas. O RS contempla a macrorregião 1 (Figura 1). As macrorregiões sojícolas e as cultivares de soja foram agrupadas, de acordo com seu Grupo de Maturidade Relativa (GMR) (Tabela 1) (BRASIL, 2019).

Tabela 1 – Macrorregiões sojícolas do Brasil e distribuição dos grupos de maturidade relativa (GMR)

Macrorregião	Grupo I	Grupo II	Grupo III
1	GMR < 6.4	$6.4 \leq \text{GMR} \leq 7.4$	GMR < 7.4
2	GMR < 6.8	$6.8 \leq \text{GMR} \leq 7.6$	GMR < 7.6
3	GMR < 7.6	$7.6 \leq \text{GMR} \leq 8.2$	GMR < 8.2
4	GMR < 7.9	$7.9 \leq \text{GMR} \leq 8.5$	GMR < 8.5
5	GMR < 8.7	$8.7 \leq \text{GMR} \leq 9.3$	GMR < 9.3

Fonte: Brasil, 2019.

Rodape: GMR: Grupo de maturidade relativa.

As macrorregiões sojícolas estão especificados na Instrução Normativa nº 1 (BRASIL, 2013). Para fins de indicação, o município de Passo Fundo/RS, situado na macrorregião sojícola 1, e subdividido na região edafoclimática 102, tem o período recomendado para semeadura descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Período recomendado para semeadura de diferentes grupos de maturidade relativa (GMR) da soja na macrorregião sojícola 1, subdivisão região edafoclimática 102, Passo Fundo, RS, 2019

Grupo de maturidade relativa	Data de semeadura
GMR I	21/10 a 31/12
GMR II	11/10 a 31/12
GMR III	01/10 a 31/12

Fonte: BRASIL, 2019.

O manejo das cultivares de soja precoces (GMR < 6.4) é o mesmo recomendado para as cultivares tardias (GMR > 6.4). Embora essas últimas tem maior número de dias

para o crescimento vegetativo, quando semeadas nas mesmas épocas que as cultivares precoces, não expressam todo o potencial de RG, devido a menor quantidade de radiação no período de enchimento de grão. Como o período de floração das cultivares precoces é mais curto e o período de enchimento de grãos é semelhante ao das tardias, semeadura das cultivares precoces em dezembro, poderiam antecipar o ciclo reprodutivo, para um período mais favorável, quando os dias são mais longos e com maior disponibilidade de radiação. Se mantidas as mesmas condições de cultivo das cultivares precoces nas épocas tardias, as plantas apresentariam menor estatura, pois o período de desenvolvimento vegetativo será menor, determinando inadequada área foliar para máxima utilização da radiação disponível durante o florescimento e enchimento de grãos (BOARD; HARVILLE, 1992).

Para que a interceptação dessa radiação seja adequada, o índice de área foliar (IAF) é de 3,5 a 4,0, no estágio R1 (BOARD; HARVILLE, 1992). Assim, a obtenção desse IAF o mais rápido possível constitui indicativo de adequação das plantas no tempo e no espaço, o que permite à cultura o máximo aproveitamento da radiação e, por consequência, maior RG. Fatores de ambiente, como temperatura e fotoperíodo, condicionam o IAF, e essa resposta é dependente da latitude, da época de semeadura e de características dos genótipos. Fotoperíodo curto provoca indução precoce à floração, limitando o número de nós, o IAF, o estabelecimento dos destinos e o acúmulo de reserva nos grãos (BOARD; SETTIMI, 1986;).

A interação genótipo versus ambiente corresponde a resposta diferencial dos genótipos as mudanças dos ambientes, evidenciando assim a dependência entre os efeitos genéticos e ambientais.

A caracterização das cultivares de soja quanto a partição de matéria seca e demanda nutricional possibilita disponibilizar informações sobre as cultivares mais indicadas para determinadas épocas de semeadura e diferentes usos, agregando valor as cultivares e segmentando sua participação no mercado otimizando a expressão das características de qualidade (PIPOLO, 2002).

O RG é o produto do número de vagens e de grãos, que sobrevivem até a maturidade, além do peso de grão. A sobrevivência dessas estruturas é descrita como função da taxa de crescimento, durante a floração e formação de vagens. Esse período é dinâmico, de forma que a partição da biomassa vegetativa e reprodutiva determina o número de vagens e grãos na maturidade (EGLI; BRUENING, 2006). O número de grãos por planta de soja possui relação linear com a taxa de crescimento no período crítico, reflexo da alta plasticidade reprodutiva, o que permite ajustar o número de estruturas reprodutivas (drenos) com a disponibilidade de recursos (fontes) (VEGA et al., 2001). Assim, a escolha das cultivares, além de influenciar a data de semeadura, pode influenciar o RG da soja.

## **2.4 Recomendação de adubação para a soja**

A fertilidade do solo é um dos fatores que mais contribuem para o aumento da produtividade da soja. Nos EUA, em um período de 30 anos, a partir de 1977 até 2006, os rendimentos nacionais de soja aumentaram em mais de 40%, em comparação com o aumento nas taxas de uso de fertilizantes com P e K para a produção de soja de apenas 2 e 33%, respectivamente (BENDER; HAEGELE; BELOW, 2015).

No Rio Grande do Sul e Santa Catarina, até a 1987, o sistema de adubação oficial consistia em adubação corretiva mais uma dose de manutenção (MIELNICZUK et al., 1969), que era fixa, e maior que a exportação das culturas, devido às perdas então existentes no sistema de cultivo. A partir de 1987, foi introduzido o conceito da adubação de reposição, que variava de acordo com algumas faixas de rendimento para as principais culturas (Trigo, milho, soja e cevada) (SIQUEIRA et. al., 1987). Para as demais, os valores eram estabelecidos sem a indicação da expectativa de rendimento (CQFS, 2004). As quantidades de manutenção de P e K indicadas na adubação foram estimadas pela exportação dos grãos (para um determinado rendimento), mais as perdas do sistema. Em geral, o acréscimo relativo às perdas varia de 20 a 30% da exportação (SBCS, 2016).

Atualmente, o plantio direto de grãos não é um sistema consolidado em grande parte das áreas do RS e SC. Nessas áreas, o uso de soja transgênica predomina, como

adoção de outras tecnologias, como à agricultura de precisão, com mapeamento de variabilidade do solo e aplicação de corretivos e fertilizantes em taxa variável. Com isso, o sistema de recomendação de calagem e adubação para os estados do RS e SC foi revisado, desde os teores críticos, os quais eram baseados em dados de pesquisa das décadas de 1970 e 1980, até a sistemática de recomendação para os diferentes grupos e culturas (SBCS, 2016). Contudo, ainda não existem dados quanto a subdivisões para manejo de adubação com base na segmentação de cultivares de soja quanto a quantidade e eficiência de uso dos nutrientes.

As quantidades de P e K a adicionar ao solo, para uma determinada cultura, podem ser estabelecidas pela quantidade destes nutrientes retirados pelos grãos ou pela massa seca. Levando em consideração a época de semeadura, essa cultivar pode ter acumulado uma quantidade de matéria seca total (MST) maior quando semeada no início do período recomendado quando comparada a mesma cultivar semeada mais tardiamente. Essa diferença medida através do IC de nutriente dentro da cultivar pode ser levado em consideração para manejos mais assertivos de adubação de reposição. A opção de adubar pela reposição (exportação) é indicada somente quando os teores de nutrientes no solo estão na faixa "Muito alto" (GIANELLO; WIETHÖLTER, 2004). Mesmo com teores de P e de K "Muito alto" no solo, algumas culturas beneficiam-se com uma pequena quantidade de fertilizante na semeadura, evidenciando o consumo de luxo de alguns nutrientes (SBCS, 2016).

## **2.5 Demanda e exportação de nutrientes da soja**

A quantidade de nutrientes dos tecidos vegetais pode variar de acordo com a fertilidade do solo e práticas de gestão, como cultivar e época de semeadura, especialmente, no que se refere ao potencial de consumo de luxo de cátions básicos, tais como K, Ca e Mg (HAMMOND; BLACK; NORMAN, 1951; FAGERIA, 2001).

As cultivares de soja e as práticas de gestão têm mudado, desde a década de 1970 (BENDER; HAEGELE; BELOW, 2015). As novas cultivares e o manejo agrônomico diferenciado, mais intensivo, têm modificado o acúmulo de massa seca e partição de

nutrientes na cultura da soja (HANWAY & WEBER, 1971). Apesar da produção de sementes inferior, a extração total de nutrientes em soja pode exceder a de milho de alto rendimento (BENDER et al, 2013).

Em estudos de máximo rendimento de soja, o acúmulo total de nutrientes foi de 614 kg/ha de N, 65 kg/ha de P (148 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 403 kg/ha de K (485 kg/ha de K<sub>2</sub>O), o que equivale entre duas a três vezes maior da quantidade acumulada em lavoura de milho com produção de 12,0 t/ha (BENDER et al., 2013). Um compilado de resultados publicados mostra a variabilidade nos teores extraídos e exportados de nutrientes, obtido na média das cultivares e em diferentes ambientes, o que mostra a variação ambiental e genética (Tabelas 02 e 03).

Tabela 02 – Teor médio de nutrientes extraídos de planta de soja, na maturação fisiológica

Autor	(kg/t)						(g/t)					
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	B	Fe	Mn	Cu	Zn	Mo
1	76	13	38	20	9	3	77	460	130	26	61	6
2	77	14	38	13	4	8	-	-	-	-	-	-
3	82	17	29	12	7	15	-	-	-	-	-	7
4	82	23	38	7	8	7	-	-	-	-	-	-
5	82	17	29	12	7	15	-	-	-	-	-	7
6	83	15	37	12	7	-	77	460	130	26	61	7
7	82	17	29	12	7	15	-	-	-	-	-	-
8	86	13	35	15	9	5	56	-	204	17	66	-
9	93	19	75	30	12	5	94	-	265	23	92	-
10	63	11	47	20	10	4	75	-	321	13	94	-
Média	81	16	42	15	8	9	76	460	210	21	75	7

\* 1: BATAGLIA & MASCARENHAS, 1997; 2: Cordeiro et al., 1979; 3: BORKERT, 1986; 4: DARWICH, 1993; 5: MALAVOLTA, 1997; 6: EMBRAPA, 2008; 7: EMBRAPA 1993; 8, 9, 10: EMBRAPA, 2016

Entre outros fatores, a absorção de nutrientes na fase vegetativa do ciclo da soja depende da quantidade acumulada nas folhas e caules da e é crescente até atingir o ponto



de máximo acúmulo de biomassa, que é 75 dias após a emergência. A partir daí, o acúmulo é decrescente na parte vegetativa (caules e folhas), devido à translocação dos nutrientes para os grãos (CORDEIRO et al., 1979). A maior velocidade de absorção ocorre aos 45 dias, correspondendo ao ponto de inflexão da curva, no início da floração das plantas. Esse período, de trinta dias, entre o ponto de inflexão e o ponto de máximo acúmulo, compreendido da floração ao enchimento das vagens, constitui o “período crítico” da cultura, na qual fatores adversos como estiagem, carência nutricional, ataque de pragas e doenças podem reduzir drasticamente a produção de grãos. Nessa época, a quantidade extraída corresponde a 52% da quantidade máxima acumulada (BENDER et al., 2013).

Tabela 03 – Teor médio de nutrientes exportados no grão de soja, na maturação fisiológica

Autor	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	B	Fe	Mn	Cu	Zn	Mo
	(kg/t)						(g/t)					
1	64	11	22	3	2	2	24	115	43	14	13	5
2	64	11	20	3	2	2	-					-
3	51	11	20	3	2	5	20	70	30	10	10	5
4	58	17	29	3	3	2	-					-
5	59	12	22	2	2	3	-	218	28	15	30	-
6	51	11	20	3	2	5	20	70	30	10	40	5
7	51	10	24	3	2	5	20	70	30	10	40	5
8	51	11	20	3	2	5	20	70	30	10	40	5
9	60	14	24	-	-	-	-					-
10	52	6	23	3	2	3	25		32	8	36	-
Média	56	11	22	3	2	3	23	102	32	11	38	5

\* 1: BATAGLIA & MASCARENHAS, 1997; 2: Cordeiro et al., 1979; 3: BORKERT, 1986; 4: DARWICH, 1993; 5: MALAVOLTA, 1997; 6: EMBRAPA, 2008; 7: EMBRAPA 1993; 8, 9, 10: EMBRAPA, 2016

A extração de nutrientes pela parte aérea da planta (grão + palha) decresce na seguinte ordem: N > K > S > Ca > Mg = P. Entretanto, dos macronutrientes, 84% de N, 87% de P, 56% de K, 15% de Ca, 22% de Mg e 65% de S são exportados pelos grãos. Com base nesses percentuais, a ordem exportada decresce na seguinte ordem: N > K > S > P > Ca > Mg (EMBRAPA 2013).

## 2.6 Índice de colheita

O índice de colheita (IC) é a relação entre RG e o rendimento biológico (peso da planta madura acumulada durante o ciclo, excluindo as raízes), e expressa a eficiência da translocação dos produtos da fotossíntese, para as partes economicamente importantes da planta (DONALD, 1976).

O IC representa a proporção de teor de nutrientes nos grãos, em relação ao total acumulado. Considera-se satisfatório os IC: > 60% de P, N, Cu, e S. Os processos fisiológicos que aumentam o teor de nutrientes em grãos incluem acúmulo de nutrientes após o início do enchimento da semente com a partição direta para desenvolvimento de tecidos de grãos, ou remobilização de nutrientes da folha, tronco, ou das flores e tecidos das vagens (BENDER et al., 2013). Esses processos são dependentes diretamente da genética das cultivares.

O sucesso no aumento de rendimento em cereais, especialmente arroz e trigo, está relacionado com os maiores IC e com pequena variação no rendimento biológico, comparadas com as variedades tradicionalmente usadas pelos agricultores (DONALD, 1976). Enquanto as variedades antigas de arroz apresentavam IC de 0,23 a 0,37, em variedades de alto rendimento podem variar de 0,47 a 0,57 CHANDLER JUNIOR, 1969).

Quando se trata de leguminosas, foram encontradas diferenças em relação ao IC em feijão (*Phaseolus vulgaris*) (WALLACE; MUNGER, 1966), ervilha (*Pisum sativum*) (DONALD, 1976) e soja (GARCIA, 1978; LAWN & BITH, 1974). Experimentos com variedades de soja (JOSHI, 1973; LAWN & BITH, 1974; GARCIA, 1978) mostraram que o rendimento de grãos pode ser correlacionado positivamente com o rendimento biológico, verificando se falta de associação ou mesmo associação negativa entre o rendimento de grãos e o IC.

Cultivares precoces semeadas em épocas diferentes apresentaram valores similares de massa da matéria seca total acumulada, porém, seus índices de colheita foram bem diferentes, com exceção da primeira época de semeadura, sendo de 38% (Ep2), 31%

(Ep3) e 15% (Ep4) para a cultivar M-SOY 8411 e de 29% (Ep2), 17% (EP3) e 11% (EP4) para o BRS 263 [diferente] (CRUZ et al., 2011). Esse comportamento mostra que iguais acúmulos da massa da matéria seca total na planta não resultam em aumentos proporcionais no IC e conseqüentemente, no rendimento final de grãos. (COLASANTE, 1980; BRANDELERO et al., 2002).

Cultivares de menor ciclo de maturação apresentam maiores IC com o atraso da época de semeadura. Assim, a maior capacidade de conversão de matéria seca em produto econômico (produtividade de grãos), numa época em que as condições do meio já não favorecem a cultura da soja (GARCIA, 1991).

A melhoria do IC representa uma mudança fundamental na utilização de germoplasma e produção agrônômica durante os últimos oitenta anos (BENDER; HAEGELE; BELOW, 2015). Para exemplo, correntes de dados apresenta um aumento de duas vezes em produção de biomassa em comparação com (BORST; THATCHER, 1931) e uma melhoria tríplice perto no rendimento de grãos durante o mesmo período de tempo (SPECHT; HUME; KUMUDINI, 1999).

Cultivares modernas tem maior produção de biomassa, produção de grãos e IC, resultando em aumentos simultâneos no acúmulo de nutrientes. Padrões de produção de biomassa e acúmulo de nutrientes são apresentados para um rendimento médio de cerca de 3500 kg/ha e são mais adequados para os produtores almejando este nível de rendimento (BENDER; HAEGELE; BELOW, 2015).

### 3 CAPÍTULO I

Acúmulo e partição de biomassa de cultivares de soja, em épocas de semeaduras contrastantes.

#### 3.1 Resumo

A cultivar e a época de semeadura podem influenciar o rendimento de grão (RG) da soja, principalmente, em anos com deficiência hídrica. O objetivo do trabalho foi avaliar o acúmulo e partição da matéria seca (MS), o índice de colheita (IC) e a influência desses no RG de cultivares de soja, em duas épocas de semeaduras. Foram avaliadas doze cultivares (Raio, 95R51, 54I52, Elite, 5947, Alvo, 7062, 5909, Potência, 6700, Ícone e Antares), semeadas em 05/11/2016 e em 08/12/2016. O experimento foi a campo, em Passo Fundo, RS. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. A MS de folhas (MSF), de hastes (MSH), de legumes (MSL), o RG e a MS total ( $MST=MSF+MSH+MSL+RG$ ) foram avaliadas na maturação fisiológica. A MST e a partição dessa em folhas, hastes e legumes, a soma desses órgãos (MSHFL) e o RG diferem entre cultivares, em ambas as épocas de semeadura. A MSHFL variou de forma inversa ao RG, em ambas as épocas de semeadura. A MS de grão constituiu a maior parte da MST (34 a 50%), seguida de MSH (19 a 33%), MSF (14 a 22%) e MSL (12 a 16%) nas plantas semeadas em 05/11 e foi constituída de MS do grão (40 a 52%), seguida de MSH (19 a 29%), MSF (13 a 19%) e MSL (13 a 16%) nas plantas semeadas em 08/12. O maior IC foi das cultivares Raio e 54I52 (Primeira época de semeadura) e Alvo e Raio (Segunda época de semeadura), e o maior RG foi da 54I52 (Primeira época de semeadura) e da Alvo (Segunda época de semeadura). Quando semeadas mais tardiamente, as cultivares aumentam a eficiência de produção de massa seca de haste, folha e legume em rendimento de grão.

Palavras-chave: 1. Rendimento de grãos. 2. Índice de colheita. 3. Componentes de produtividade. 4. Massa de mil sementes. 5. Massa seca total.

#### 3.2 Introdução

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] destaca-se a nível mundial por ser a principal fonte de proteína para a alimentação animal, e a terceira maior fonte de óleo vegetal (USDA, 2015). O Brasil produziu esse grão, na safra 2017/2018, em uma área de 35,15 milhões de hectares e foi o segundo maior produtor mundial da oleaginosa, com

produção de grão (RG) de 119,3 Mt, o que corresponde a produtividade média de 3,39 t/ha (CONAB, 2019). O Rio Grande do Sul é o terceiro maior produtor de soja do Brasil (cerca de 17% da produção total), com RG médio de 3,01 t/ha (CONAB, 2019). Um dos fatores que tem possibilitado a expansão dessa cultura no RS, mais recentemente, é a antecipação da data de semeadura, o que possibilita cultivar duas safras de grãos de verão, com milho ou feijão, além do menor ciclo das cultivares modernas. Contudo, o RG médio da cultura no estado ainda é muito menor do que a obtida em áreas experimentais e nos concursos de produtividade (> 5,0 t/ha), indicando que o manejo da cultura em lavouras comerciais ainda deve ser melhorado.

Entre os fatores de manejo que interferem no RG da soja, destacam-se a escolha da cultivar e da época de semeadura. Esses fatores tem a relação com o ambiente (radiação solar, temperatura, água, etc) e dependem das características genéticas da planta, que determinam a absorção da energia luminosa, conversão em biomassa e a partição dessa em grãos (parte colhida). A soja é muito sensível ao comprimento do dia, ou seja, à extensão do período de ausência de luz para a indução floral (EMRAPA, 2017). O efeito típico do fotoperíodo na soja, quando uma cultivar é levada para regiões com menor latitude ou quando se retarda a semeadura, é a redução do período compreendido entre a emergência das plântulas e o início do florescimento e, conseqüentemente, do ciclo da cultura. As plantas se adaptam às condições de ambiente, modificando estruturas vegetativas e/ou reprodutivas, dependendo do estágio de desenvolvimento. O entendimento da alocação diferencial de massa seca (MS), sobretudo os fatores e processos relacionados à partição para o grão, pode direcionar para o incremento do RG.

Contudo, a maioria dos estudos publicados sobre o efeito desses fatores foram realizados em agrossistemas temperados (HEIFFIG, L.S. 2002, LIMA, F.Z. et al, 2004, BENDER; HAEGELE; BELOW, 2015). Por outro lado, há lacuna de informações desses fatores, em condições tropicais e subtropicais, e no contexto do sistema de produção típico do RS e do Brasil, com o uso de cultivares de vários grupos de maturação, em solos argilosos e manejado com o sistema plantio direto.

O RG é o produto do número de vagens e de grãos, que sobrevivem até a maturidade, além do peso de grão. A sobrevivência dessas estruturas é descrita como

função da taxa de crescimento, durante a floração e formação de vagens. Esse período é dinâmico, de forma que a partição da biomassa vegetativa e reprodutiva determina o número de vagens e grãos na maturidade (EGLI; BRUENING, 2006). O número de grãos por planta de soja possui relação linear com a taxa de crescimento no período crítico, reflexo da alta plasticidade reprodutiva, o que permite ajustar o número de estruturas reprodutivas (drenos) com a disponibilidade de recursos (fontes) (VEGA et al., 2001). Assim, a escolha das cultivares, além de influenciar a data de semeadura, pode influenciar o RG da soja.

Em lavouras sem irrigação, o crescimento da planta de soja também é limitado pela disponibilidade de água do solo. Em áreas com plantio direto, há muitos anos, e de solos argilosos, com declividade média a elevada, como é típico no RS, é comum a ocorrência de déficit hídrico, em anos normais, e que coincidem com os períodos críticos para o desenvolvimento da soja, como a formação de vagem e o enchimento de grão (Estádios R3 a R7) (ZANON et al., 2016). Entre os fatores de manejo para evitar esse tipo de estresse, valendo-se de mecanismos de escape, pode-se ajustar a data de semeadura da cultura da soja, evitando que os períodos de baixa precipitação pluvial coincidam com os períodos mais críticos. Nesse sentido, busca-se um período de cultivo em que, além de da precipitação média ser próxima a 800 mm, durante o ciclo da soja (ZANON et al., 2016), as temperaturas também devem favorecer a germinação das sementes, e a radiação solar deve possibilitar que as plantas expressem o máximo do potencial produtivo.

A época de semeadura também pode alterar os componentes de rendimento do grão (RG) e as características morfológicas da soja, afetando o porte da planta, a inserção de vagens, o número de ramificações e o grau de acamamento (BISNETA, 2015). A antecipação ou atraso da semeadura pode influenciar no RG e esse efeito tem incentivado os programas de melhoramento a desenvolverem genótipos adaptados a um período mais amplo de semeadura, que no RS varia de setembro a dezembro. Assim, em áreas com pousio no inverno, a semeadura da soja é, tradicionalmente antecipada, e, em áreas com cultivo nessa estação, a semeadura é postergada. O segmento da pesquisa e de extensão

tem verificado as cultivares mais promissoras para cada condição edafoclimática de uma determinada região (EMBRAPA, 2006).

O período ideal de semeadura está descrito no ZARC (Zoneamento Agrícola de Risco Climático) por município apto a receber o cultivo e estimado através das variáveis climáticas (Portaria número 197/2017) (BRASIL, 2018). Além do escalonamento de épocas de semeadura, recomenda-se a diversificação de cultivares, para reduzir riscos de prejuízos por seca.

O aumento da produtividade da soja brasileira, verificado nos últimos anos, está associado aos avanços tecnológicos, ao manejo e eficiência dos produtores (BRASIL, 2015). O sucesso desse aumento depende de cultivares com maiores índice de colheita (IC) (BENDER; HAEGELE; BELOW, 2015). O IC, que é calculado obtendo-se a relação entre o RG e o rendimento biológico (MS da planta, na maturação fisiológica, excluindo as raízes), expressa a eficiência da translocação dos produtos da fotossíntese para o grão. A melhoria do IC representa uma mudança fundamental na utilização de germoplasma e produção agrônômica para essa cultura durante os últimos anos (BENDER; HAEGELE; BELOW, 2015).

O procedimento amostral para determinação do IC é fundamental para representar a partição de biomassa e caracterizar o potencial produtivo das cultivares. O período amostral para determinação do IC pode resultar ou não na inclusão da biomassa das folhas, influenciando o valor final desse índice. Isso ocorre pois algumas cultivares podem ter folhas na maturação fisiológica, enquanto que outras não apresentam esse órgão. Assim, o IC pode ser influenciado pelo procedimento de avaliação, quando a MS das folhas variam entre as cultivares e isso não é considerado na amostragem da biomassa incluída nesse índice.

O objetivo do trabalho foi avaliar se o acúmulo e partição da matéria seca e o índice de colheita variam entre cultivares e a influência dessas no RG de cultivares de soja, em duas épocas de semeaduras.

### 3.3 Material e Métodos

Foram conduzidos dois experimentos no Campo Experimental da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (FAMV/UPF), localizado no município de Passo Fundo, Rio Grande do Sul.

A diferença entre os dois experimentos foi a data de semeadura da soja. No primeiro experimento semeou-se a cultura em 05 de novembro de 2016 (primeira época de cultivo) e no segundo experimento a semeadura foi realizada no dia 08 de dezembro de 2016 (segunda época de cultivo), ambas dentro do período recomendado pelo zoneamento agrícola, que vai de 21/10 à 31/12.

#### 3.3.1 Sujeito da pesquisa

As cultivares de soja foram adquiridas com seus respectivos obtentores. Todas as doze cultivares utilizadas são de hábito de crescimento indeterminado.

Tabela 1. Características das cultivares de soja utilizada nos tratamentos testados nos dois experimentos realizados. Passo Fundo, 2019

Cultivar	Obtentor	Grupo de maturidade relativa	População de plantas (ha)*	População de plantas (ha)**
Raio	Brasmax	5.0	297.222	330.556
95R51	Pionner	5.0	305.556	341.667
54I52	Don Mario	5.4	302.778	266.667
Elite	Brasmax	5.5	344.444	305.556
5947	Monsoy	5.9	330.556	311.111
Alvo	Brasmax	5.9	308.333	258.333
7062	TMG	6.2	225.000	202.778
5909	Nidera	6.2	302.778	261.111
Potência	Brasmax	6.7	263.889	255.556
6700	Nidera	6.7	277.778	280.556
Ícone	Brasmax	6.8	261.111	288.889
Antares	Fundação pró sementes	6.8	244.444	233.333

\*Primeira época de semeadura (05/11/2016); \*\* Segunda época de semeadura (08/12/2016)

Fonte: Dados do autor.



### 3.3.2 Ambiente da pesquisa

O talhão utilizado para condução do experimento está situado a uma altitude média de 687 m, latitude 28° 23' S e longitude 52° 38' W, em um Latossolo Vermelho distrófico típico húmico, da Unidade de Mapeamento Passo Fundo, desse estado (STRECK et al., 2018).

Tabela 2 -Atributos do solo antes da implantação do experimento. Passo Fundo, 2016

Camada	Argila	pH H <sub>2</sub> O	I. SMP	Al	Ca	Mg	H+Al	CTC (pH7,0)	CTC (efetiva)	K	V
(cm)	(%)							(cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )		(mg/dm <sup>3</sup> )	(%)
0-20	39	5,77	5,99	0	5,61	1,92	4,41	12,42	8,01	186	64,5

Camada	MO	P	S	B	Cu	Zn	Mn
(cm)	(%)				(mg/dm <sup>3</sup> )		
0-20	3,6	29,5	11,1	0,35	1,64	1,61	26,9

Fonte: Dados do autor.

Antes do início do experimento, o solo foi amostrado, para determinação dos atributos químicos, conforme procedimentos descritos em Tedesco et al. (1995) (Tabela 2).

O clima de Passo Fundo é subtropical úmido, de acordo com a classificação de Köppen (PEEL et al., 2007). A média anual de temperatura é 17,5° C e precipitação media anual de 1.787,8 mm (EMBRAPA, 2013). A temperatura e precipitação pluvial durante o período do experimento constam na Figura 1.

### 3.3.3 Tratamento e delineamento experimental

Em ambos os experimentos, utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições.

Foram utilizados doze tratamentos, cada um deles corresponde a uma cultivar de soja que é amplamente cultivadas na região de implantação do experimento (Tabela 2). Tais cultivares são de origens ou grupos de maturação diferentes. As sementes foram fornecidas dos respectivos obtentores e seguiu-se as recomendações desses para a época, espaçamento e densidade de semeaduras (Tabela 2).

A parcela experimental foi composta por 8 linhas de semeadura, com 8 m de comprimento, totalizando 32 m<sup>2</sup>. O espaçamento entre linhas foi de 0,5 m. Para avaliação do RG, foram utilizadas as 4 linhas centrais da parcela. As demais avaliações foram feitas com coletas de plantas da segunda e sétima linhas, descartando-se a primeira e a última linha, como bordadura.

### **3.3.4 Procedimentos experimentais**

Antes da semeadura da soja, foi pulverizado, em dessecação 1,5 kg/ha do herbicida glifosato (720 g/kg i.a.) + 800 g/ha de saflufenacil (700 g/kg i.a.).

A adubação seguiu a indicação da pesquisa dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, e consistiu em 6 kg/ha de N, 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg/ha de K<sub>2</sub>O, na forma de formulação NPK, no sulco de semeadura. A área que recebeu o experimento estava com cobertura de aveia preta e a cultura de verão antecessora foi o milho.

As sementes receberam tratamento industrial padrão, com os inseticidas imidacloprido (2 mL/kg de semente 150 g/L i.a.) + tiodicarbe (2 mL/kg de semente, 450 g/L i.a.) + 1,5 g de cobalto e 15 g de molibdênio/kg de semente. Antes da semeadura, as sementes de todas as cultivares foram inoculadas com 2 doses comerciais (100 mL/ha) de *Bradyrhizobium japonicum*, na concentração de 5,0 x10<sup>9</sup> UFC/mL.

Trinta dias após a emergência da soja, procedeu-se o controle químico das plantas daninhas, pulverizando 1,5 kg/ha do herbicida glifosato (720 g/kg i.a.).

Para controle de pragas foram feitas cinco pulverizações de fungicidas e inseticidas (Tabela 3). A primeira aplicação foi realizada quando a soja encontrava-se no estágio fenológico V7 (sexta folha trifoliolada aberta). As aplicações seguintes respeitaram o período indicado pelo fabricante dos princípios ativos.

Tabela 03: Manejo fitossanitário utilizado nos experimentos. Passo Fundo, RS. Safra 16/17

Aplicação	Fungicida	Dose (L ou kg ha <sup>-1</sup> )	Inseticida	Dose (L/ha <sup>-1</sup> )	Óleo	Dose (L/ha <sup>-1</sup> )
1 <sup>a</sup>	Orkestra®	0,35	Nomolt® Connect®	0,25 1	Assist®	0,5
2 <sup>a</sup>	Fox®	0,4	Nomolt® Connect®	0,25 1	Áureo®	0,25
3 <sup>a</sup>	Ativum®	1	Nomolt®	0,25	Assist®	0,5
	Unizeb Gold®	1,2	Fastac Duo®	0,35		
4 <sup>a</sup>	Fox®	0,4	Pirate	1	Áureo®	0,25
	Unizeb Gold®	1,2	Perito	1		
5 <sup>a</sup>	Priori	0,4	Pirate	1	Nimbus®	0,35
	Xtra®		Perito	1		

Fonte: Dados do autor.

### 3.3.5 Avaliações

No estágio R6, foi contado o número de plantas por metro linear, estimando-se, dessa forma, a população final de plantas.

No dia anterior à colheita de cada cultivar, foram coletadas as plantas correspondentes a 2 m lineares, em dois locais diferentes da parcela. Essas amostras foram secas em estufa, a 65<sup>o</sup>, por 2 dias e pesadas em balança de precisão. Com essas plantas foram realizadas as avaliações de: massa seca de haste (MSH); massa seca de legumes (MSL); rendimento de grãos a 13% de umidade (RG); altura de plantas (AL); número de nós (NN); número de Legumes (NL); número de grãos por legume (NGL); massa de mil sementes (MMS).

Para determinação da massa seca de folha (MSF), foram coletadas as folhas junto ao solo sob a palhada da cultura antecessora (trigo) e acrescidas as folhas que permaneceram fixas a planta mãe até o dia da colheita.

O índice de colheita (IC) foi calculado através da divisão do RG pelo total de matéria seca acumulada (MSH + MSL). Para determinação do IC foram levadas em conta apenas a MSF das plantas das cultivares que possuíam folhas ainda grudadas a planta mãe, desconsiderando a MSF coletada junto a palhada.

O IC com uso da folha (ICF) foi calculado através da divisão do RG pelo total de matéria seca acumulada (MSH + MSL + MSF). Para determinação do ICF foi levado em conta a MSF de todas cultivares, considerando a massa de folhas coletadas sob a palhada mais a massa de folhas grudadas a planta mãe.

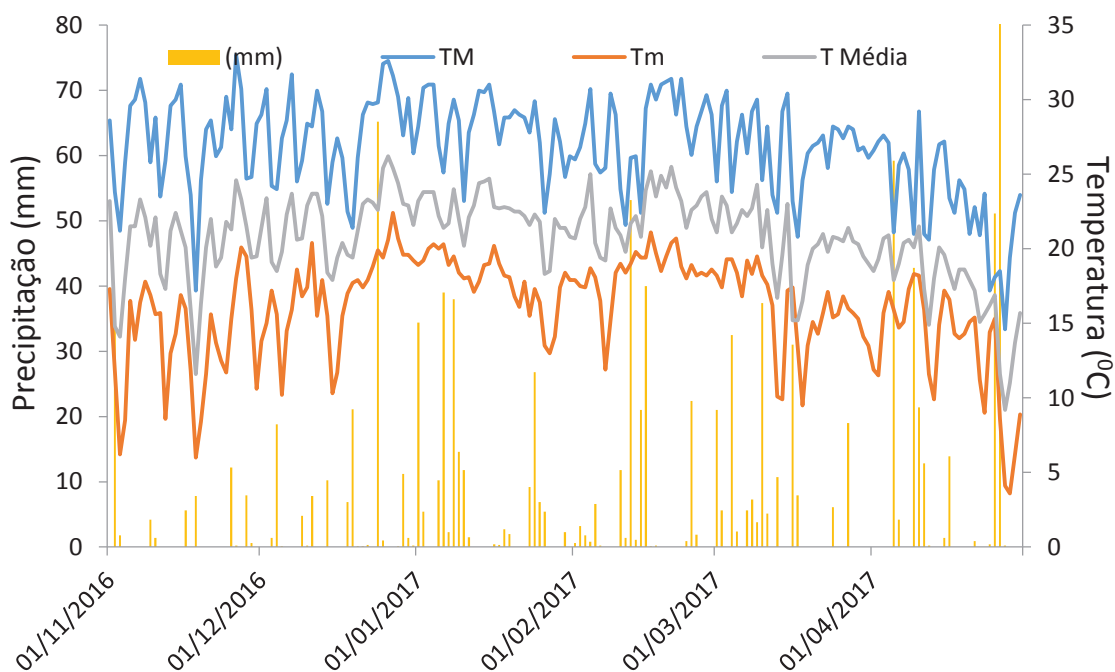
### **3.3.6 Análise estatística**

Os dados dos dois experimentos foram submetidos à análise de variância, em modelo de fatorial simples (Cultivar), após verificar se tinham distribuição normal, utilizando o teste de D'Agostino-Pearson ( $p < 0,05$ ). As médias das cultivares foram comparadas pelo teste de Scott-knott ( $p < 0,05$ ) que foi utilizado para agrupar as cultivares com valores sem diferenças estatísticas e ranquear esses grupos, utilizando o valor da média das cultivares. As análises foram realizadas com auxílio dos pacotes estatísticos CoStat (Teste de normalidade) e SASM-Agri (Demais testes).

## **3.4 Resultados e Discussão**

Em ambas as épocas de semeadura, o volume de precipitação pluvial foi satisfatório, tanto na média dos meses, como na distribuição dela ao longo do tempo. A temperatura também pode ser considerada normal dentro da média histórica dos últimos 30 anos (Figura 1). Portanto, as condições climáticas, além do manejo fitossanitário e da cultura possibilitaram condição de ambiente e de manejo semelhantes entre as épocas de semeadura dos experimentos realizados.

Figura 1 - – Temperatura e precipitação pluvial do período experimental (01/11/2016 a 30/4/2017) e da normal meteorológica. Passo Fundo, 2019



Precipitação: milímetros (mm), temperatura máxima (TM), temperatura mínima (Tm), temperatura média (T Média).

Fonte: Embrapa (2017).

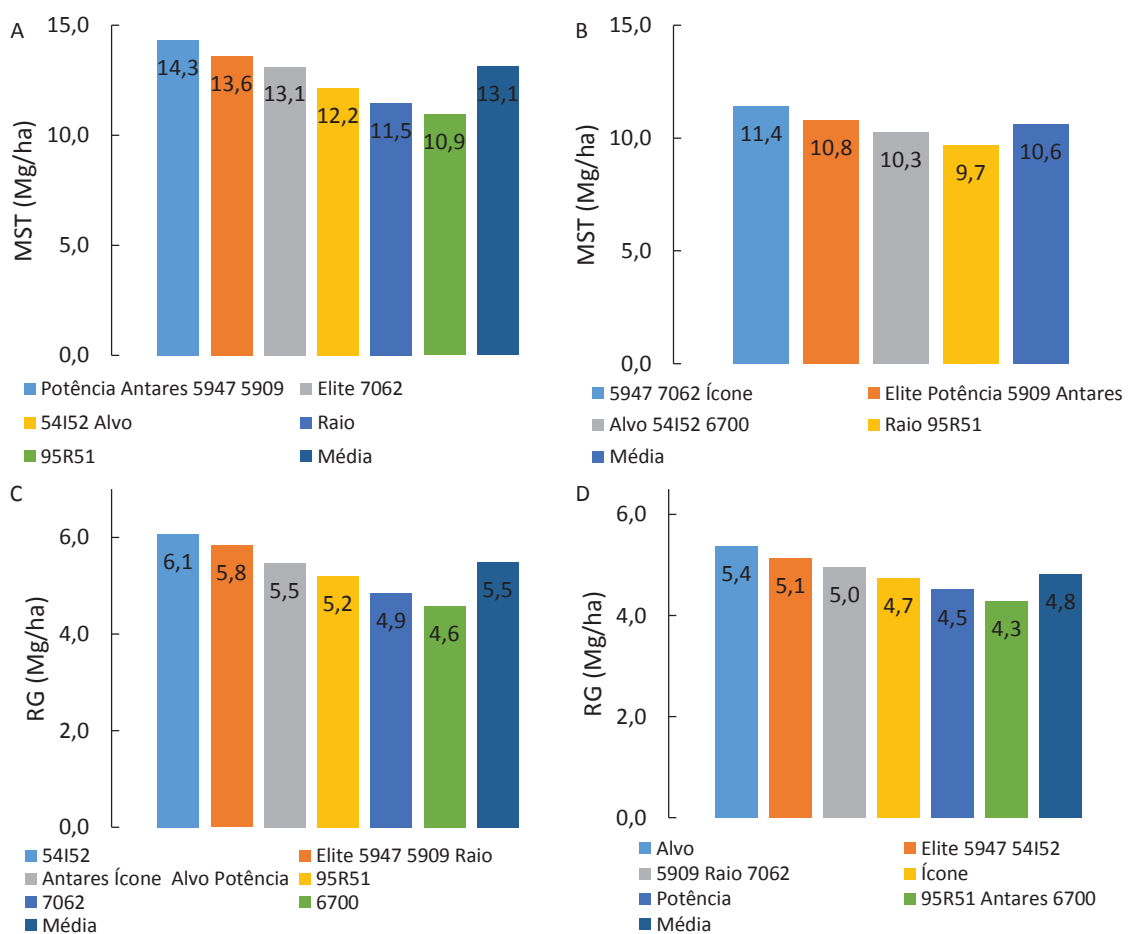
### 3.4.1 Produção e partição da matéria seca

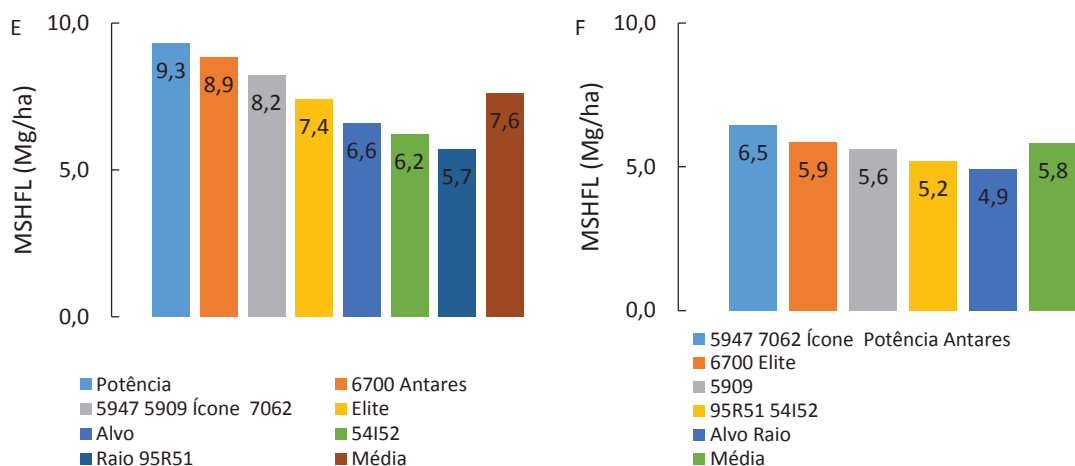
A massa seca total (MST) e a partição dessa em massa de hastes (MSH), folhas (MSF), legumes (MSL), ou a soma desses três órgãos (MSHFL) e o RG diferiram entre as cultivares ( $p < 0,05$ ) (Tabelas 4 e 6), em ambas as épocas de semeadura (Figura 2).

Seis grupos de cultivares foram obtidos com o teste de Scott-Knott, na análise dos dados de produção de MST na primeira época de semeadura e quatro grupos foram formados, na segunda época (Figuras 2-A e 2-B). Comparando os valores de MST entre épocas, observa-se que o crescimento das plantas foi maior na semeadura da primeira época. Nesse experimento, as cultivares que mais cresceram foram: Potência, Antares, 5947 e 5909 (Média = 14,3 Mg/ha). Em geral, a MST dos grupos de cultivares diferiu em cerca de 0,70 Mg/ha, decrescendo na seguinte ordem, a partir do grupo com maior

produção de biomassa de planta: cultivares Ícone e 6700 (Média = 13,60 Mg/ha); Elite e 7062 (Média = 13,1 Mg/ha); 54I52 e Alvo (Média = 12,2 Mg/ha); Raio (11,5 Mg/ha) e 95R51 (10,9 Mg/ha) (Figura 2-A).

Figura 2 - Massa seca total da parte aérea (MST), rendimento de grão (RG) e soma de hastes, folhas e legumes (MSHFL) de cultivares de soja, semeadas em duas épocas (05/11/2016 e 08/12/2016, Figuras A, C, E e B, D, F, respectivamente), Passo Fundo, RS, 2019





Fonte: Dados do autor.

Nota: Letras distintas sobre linha e colunas indicam diferença pelo teste de Scott-knott ( $p < 0,05$ ).

No experimento da segunda época de semeadura, os grupos de cultivares, classificados de acordo com a MST, diferiram dos obtidos na primeira época, embora algumas cultivares foram incluídas no mesmo grupo do ranking formado anteriormente (Figura 2-B). Em geral, a MST dos grupos de cultivares diferiu em cerca de 0,60 Mg/ha, semelhante ao observado na primeira época de semeadura, e decresceu na seguinte ordem: 5947, 7062 e Ícone (Média = 11,40 Mg/ha); Elite, Potência, 5909 e Antares (Média = 10,80 Mg/ha); Alvo, 54152 e 6700 (Média = 10,30 Mg/ha); Raio e 95R51 (Média = 9,7 Mg/ha) (Figura 2-B). A cultivar 5947 foi a única em liderar a produção de MST, em ambas as épocas de semeadura, enquanto que a cultivar 95R51 esteve na classificação de menor MST em ambos os experimentos, seguida da Raio que foi antepenúltima na primeira época de semeadura e última na segunda época de semeadura (Figuras 2-A e 2-B).

Em geral, houve maior acúmulo de MST nas cultivares de GMR mais tardios, tanto na primeira época (Potência, Antares, 5947 e 5909) e na segunda época de semeadura (5947, 7062 e Ícone), quando comparados aos de GMR mais curto. Essas cultivares são do GMR 5.9 ou maior. Por outro lado, o menor acúmulo de MST foi das cultivares Raio e 95R51, que são do GMR 5.0 (Figuras 2-A, 2-B). Isso pode ser atribuído à duração do período juvenil (período a partir da emergência em que a planta está inapta a receber a indução ao florescimento, mesmo em condições de fotoperíodo e temperatura

favoráveis), ao fotoperíodo crítico e à sensibilidade de cada cultivar ao fotoperíodo e à temperatura (CÂMARA et al., 1998).

A quebra do período juvenil depende do genótipo. O estímulo ao florescimento é recebido na planta através de um fitocromo. Ao absorver a luz vermelha (650 nm) o fitocromo se oxida e se transforma numa forma ativa, por uma reação fototérmica, que se reverte durante a noite (DESTRO et al., 2001). Conforme o balanço entre tempo de luz e sombra, a planta transforma os meristemas vegetativos em reprodutivos (RODRIGUES et al., 2001).

Na primeira época de semeadura, a cultivar 54I52 se destacou com maior RG (6,1 Mg/ha), 50% maior que a média de produtividade do estado do RS, na safra 2017/18 (CONAB, 2019), seguida do grupo das cultivares Elite, 5947, 5909 e Raio (Média = 5,8 Mg/ha), Antares, Ícone, Alvo e Potência (Média = 5,5 Mg/ha), 95R51 (5,2 Mg/ha), 7062 (Média = 4,5 Mg/ha) e 6700 (Média = 4,6 Mg/ha) (Figura 2-C). Na segunda época, a cultivar mais produtiva foi a Alvo (5,4 Mg/ha), seguida do grupo das cultivares Elite, 5947 e 54I52 (Média = 5,1 Mg/ha), 5909, Raio e 7062 (Média = 5,0 Mg/ha), Ícone (4,7 Mg/ha), Potência (4,5 Mg/ha) e 95R51, Antares e 6700 (Média = 4,3 Mg/ha).

As cultivares Elite e 5947 se mantiveram no segundo grupo de maior produtividade nas duas épocas de semeadura, o que indica pouca influência desse fator no RG. Isso também foi verificado com a cultivar 6700, incluída no grupo com menor RG, em ambas as épocas de semeadura, e que foi a menos produtiva na primeira época de semeadura. O RG médio foi 12% menor na segunda época de semeadura, evidenciando a importância da escolha da data de semeadura para que as cultivares possam expressar o máximo do potencial produtivo.

O RG dos experimentos pode ser atribuído a fertilidade adequada do solo da área experimental, associado à distribuição pluviométrica regular na fase reprodutiva da cultura (Figura 1), ao manejo fitossanitário e controle de ervas daninhas, que também contribuíram para o RG observado no grupo de cultivares mais produtivas.



Entre as cultivares do grupo com maior RG, somente a 5947 e a 5909 foram incluídas no grupo com maior produção de MST, enquanto que a 54I52 e a Raio não se destacaram nessa variável (Figura 2-C). Isso também foi observado em outras cultivares, em ambas as épocas de semeadura, como a Alvo (Figuras 2-A, B, C, D), e pode ser atribuído ao maior IC dessas cultivares (Figuras 4-A, B), pois tanto esse índice como a MST e a MSHFL influenciaram a produção de MSG (Figura 2-E, F).

A MSHFL, que compreende a parte área da planta (MSH, MSF e MSL) subtraído o RG, formou sete grupos de cultivares na primeira época de semeadura, evidenciando o diferencial de acúmulo entre elas. Com maior crescimento vegetativo, destacou-se a cultivar Potência (9,3 Mg/ha), seguido da 6700 e Antares (Média = 9,3 Mg/ha), 5947, 5909, Ícone e 7062 (Média = 8,2 Mg/ha), Elite (7,4 Mg/ha), Alvo (6,6 Mg/ha), 54I52 (6,2 Mg/ha) e Raio e 95R51 (Média = 5,7 Mg/ha) (Figura 2 – E). É possível observar uma tendência das cultivares com maior MSHFL produzirem menos grão, como a 54I52, que produziu a maior MSG (Figura 2-C), na primeira época de semeadura, mas somente superou a Raio em MSHFL (Figura 2-E).

Na segunda época de semeadura, formaram-se cinco grupos de cultivares, de acordo com a produção de MSHFL. Os maiores acúmulos dessa biomassa foram das cultivares 5947, 7062, Ícone, Potência e Antares (Média = 6,5 Mg/ha), seguido da 6700 e Elite (Média = 5,9 Mg/ha), 5909 (5,6 Mg/ha), 95R51 e 54I52 (Média = 5,2 Mg/ha) e Alvo e Raio (Média = 4,9 Mg/ha) (Figura 2 – F). A média da MSHFL, na segunda época de semeadura, foi 23% menor que a primeira época de cultivo. A amplitude no valor da MSHFL foi menor, em relação a primeira época de semeadura. A relação inversa entre essa variável e o RG não foi tão clara, como observado na primeira época de semeadura, mas as cultivares dos GMR maiores que 6.2 produziram menos grão, embora produziram mais MSHFL, exceto a 95R51, do GMR 5.0, cujo RG e MSHFL estão incluídos no grupo de menor produção.

Na primeira época de semeadura, o percentual de contribuição de cada parte da MS das plantas para a massa de grão tendeu a ser maior nas cultivares de ciclo mais curto, em relação aos cultivares de ciclo mais longo, representando cerca de 40% da biomassa

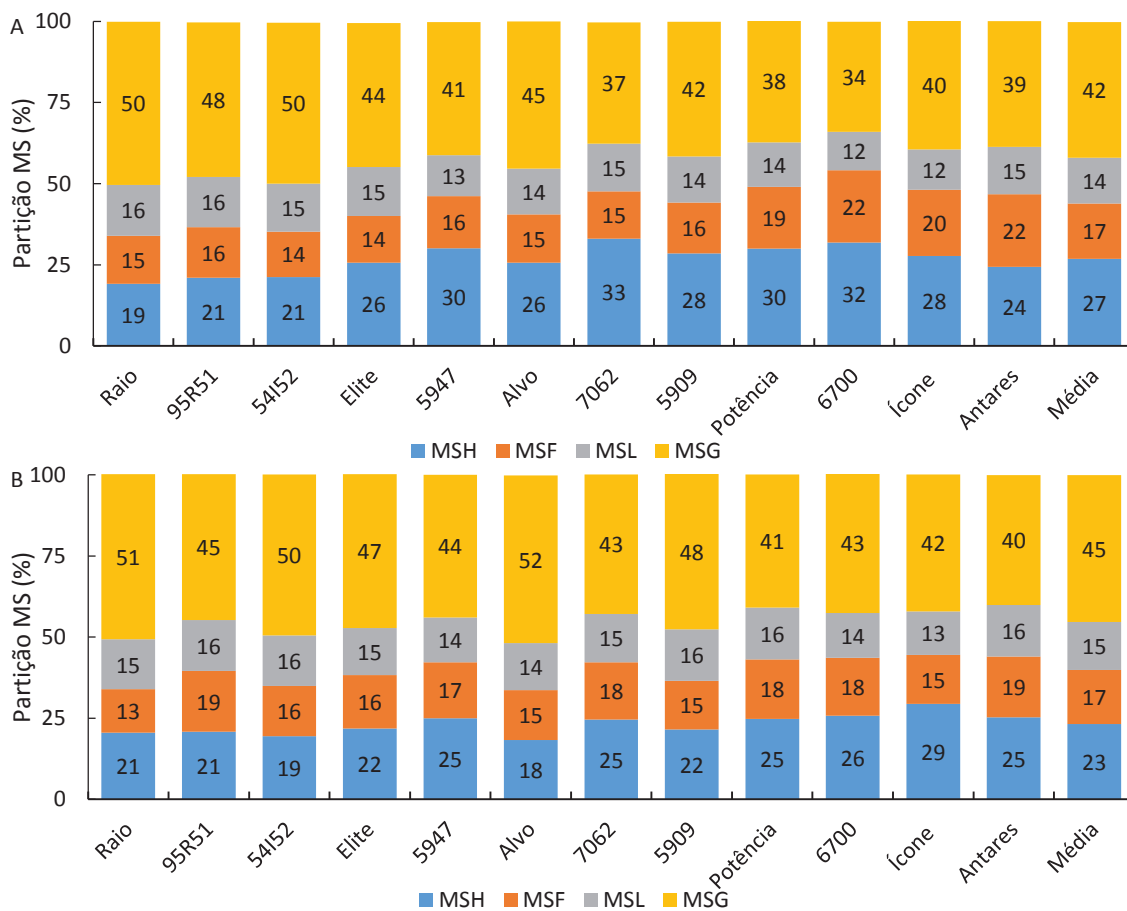
total. A MSL não variou entre as cultivares, enquanto a MSF e a MSH tenderam a aumentar com o aumento do GMR. A MSH representou a segunda maior locação de biomassa, variando de 19% (cultivar Raio) a 33% (cultivar 7062), e foi menor nas cultivares de GMR menores (Figura 3 – A). A contribuição média do percentual de MS de cada parte da planta estudada foi maior no RG (42%), decrescendo na seguinte ordem: MSH > MSF > MSL (27%, 17% e 14%, respectivamente).

A partição da biomassa das cultivares foi similar ao relatado por Bender, Haegele e Below (2015), que obteve 37% de massa total na forma de grão, 33% na forma de MSH, 16% para MSF e 14% na forma de MSL, em variedades de soja sob diferentes manejos de fertilidade, em Illinois/EUA.

Na segunda época de semeadura, embora com a maior partição da biomassa na forma de MSG, o RG foi 11% menor do que a primeira época de semeadura. A MSL manteve-se estável entre as cultivares e também épocas, assim como a MSF, que variou entre as cultivares. Já a MSH teve a mesma tendência da primeira época, concentrou mais nas cultivares de GMR mais baixos e apresentou variação média nas demais cultivares. A contribuição média do percentual de MS de cada parte da planta foi maior no RG (45%), decrescendo na seguinte ordem: MSH > MSF > MSL (23%, 17% e 15%, respectivamente) (Figura 3-B), o que foi semelhante ao observado na primeira época de semeadura. Embora a quantidade de MS produzida pela soja varie com o ambiente, fatores como estresse de água e temperatura, contribuem para variações intra-sazonais no crescimento das plantas e acúmulo de MS. A duração do período de acúmulo de biomassa também influencia o peso seco das plantas e a partição, especialmente durante o desenvolvimento da semente (SADLER; KARLEN, 1995).

Quando comparado o particionamento de MS entre as épocas de semeadura, nota-se que a proporção de MSL se manteve igual e a MSF aumentou apenas 1% na segunda época em relação a primeira (Figura 3 – A, B). A proporção do RG na segunda época foi 3% maior em relação a MST e a MSH decresceu 4% da primeira época em relação a segunda (Figura 3 – A, B).

Figura 3 – Partição de matéria seca entre partes da planta de cultivares de soja, Passo Fundo, RS, 2019. A- semeadas em 05/11/2016 e B- semeadas em 08/12/2016



Fonte: Dados do autor.

### 3.4.2 Índice de colheita

Os IC obtidos com os dois métodos amostrais diferiu entre as cultivares ( $p < 0,05$ ) e em ambas as épocas de semeadura (Figura – 4). Quando obtido com o procedimento amostral tradicionalmente usado, isto é, excluindo a MSF já decídua, a diferença média entre as 12 cultivares foi de 18%, em relação ao ICF, isto é, em que as folhas caídas no solo foram incluídas (Tabela 2 e 4, Apêndices).

Em ambas as épocas de semeadura, foram formados vários grupos de cultivares com diferenças de IC, indicando variabilidade genética quanto a eficiência dessas em

produzir grão, em relação a MST. Na primeira época de semeadura, o grupo com maior valor de IC foi formado pelas cultivares Raio e 54I52 (Média = 0,50). O oposto foi verificado com a cultivar 6700, que teve o menor IC (0,34) (Figura 4 – A).

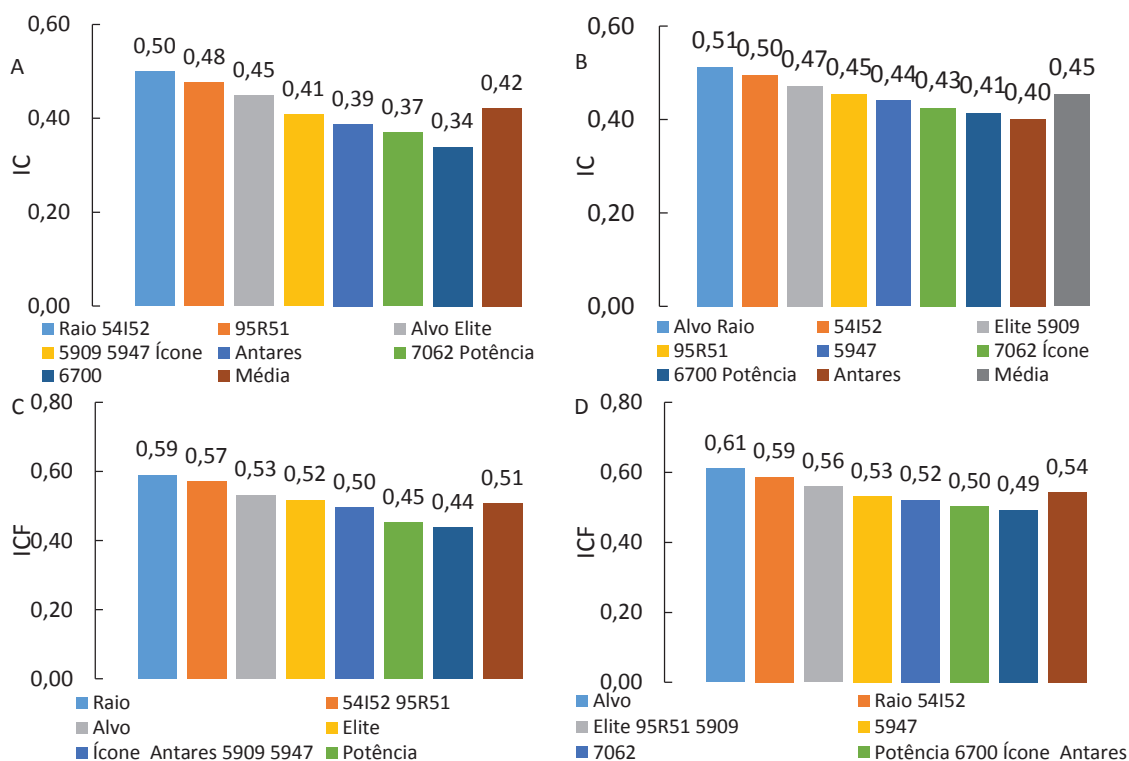
Na segunda época de semeadura, foram formados oito grupos de cultivares, destacando a Alvo e a Raio com maior IC (Média = 0,51). O menor IC foi o da cultivar Antares (0,40) (Figura 4 – B). Em ambas as épocas de semeadura, as cultivares Potência, Antares, 6700 e Ícone, dos GMR 6.7 e 6.8, formaram os grupos com menores valores de IC (0,49 e 0,50), e, portanto, foram menos eficientes em converter palha em grão.

Sete grupos de cultivares foram distinguidos, com os resultados do ICF, em ambas as épocas de semeadura (Figura 4 – C, D). Comparando a formação dos grupos entre os dois métodos de determinação do IC, observa-se mudança na distribuição do ranking das cultivares, provando que o método amostral influencia o IC. Com a inclusão das folhas coletada no solo, o IC de todas as cultivares, em ambas as épocas de semeadura, são menores que o obtido quando essas não são incluídas. Isso demonstra que para padronização dos resultados, o método amostral a ser empregado deverá ser o mesmo.

Os menores valores de IC das cultivares Potência, Antares, 6700 e Ícone podem ser atribuídos ao abortamento de legumes, que pode provocar um desbalanço na relação fonte-dreno e, conseqüentemente, provocar retenção foliar na maturação. Isso ocorre, pois os legumes são drenos dos fotoassimilados armazenados e o abortamento desses impede que os fotoassimilados armazenados nas folhas e hastes sejam translocados. Como consequência, esses acumulam nesses órgãos, retardando a senescência, enquanto os legumes estão prontos para serem colhidos (NEUMAIER et al., 2000).

O IC expressa a eficiência da cultura em converter a fitomassa em produtividade de órgãos de interesse comercial. De acordo com Fageria e Santos (2008), há correlação positiva entre IC e MSG. Contudo, nossos resultados indicam que nem todas as cultivares foram eficientes em translocar os fotoassimilados das folhas para o grão, como ocorreu com as cultivares Potência, 6700, 7062 (Primeira época de semeadura) e Potência, 6700, Ícone e Antares (Segunda época de semeadura) (Figuras 4-A e 4-B).

Figura 4 – Índice de colheita (IC) e Índice de colheita com folha (ICF) de cultivares de soja, semeadas em duas épocas (05/11/2016 e 08/12/2016, Figuras A, C, B e D respectivamente), Passo Fundo, RS, 2019



Fonte: Dados do autor.

### 3.4.3 Componente de produtividade

Na primeira época de semeadura, oito grupo de cultivares foram distinguidos, em relação à altura de planta, que variou de 0,87 m (Raio) a 1,42 m (7062). A altura média entre as cultivares foi 1,17 m (Figura 5 - A). Na segunda época de semeadura, a média de altura foi 16% menor, em relação à primeira, e a variabilidade entre cultivares também foi menor, identificando-se seis grupos distintos, com altura variando de 0,73 m (Raio) a 1,14 m (Antares) (Figura 5 - B).

Em ambas as épocas de semeadura, a cultivar com menor estatura foi a Raio. As demais variaram entre os grupos de ranqueamento, o que indica que essa característica depende da época de semeadura. A estatura da cultivar 54I52, que apresentou maior RG

na primeira época de semeadura, foi classificada no sexto grupo de ranqueamento das cultivares mais alta (Média = 1,08 m) (Figura 5 – A). A cultivar Alvo, que apresentou maior RG na segunda época de semeadura, foi incluída no quarto grupo de ranqueamento das cultivares que mais cresceram nessa época (Média = 0,85 m) (Figura 5 – B). Ambas foram ranqueadas em grupos intermediários de altura de planta, porém, essa característica variou com a época de semeadura.

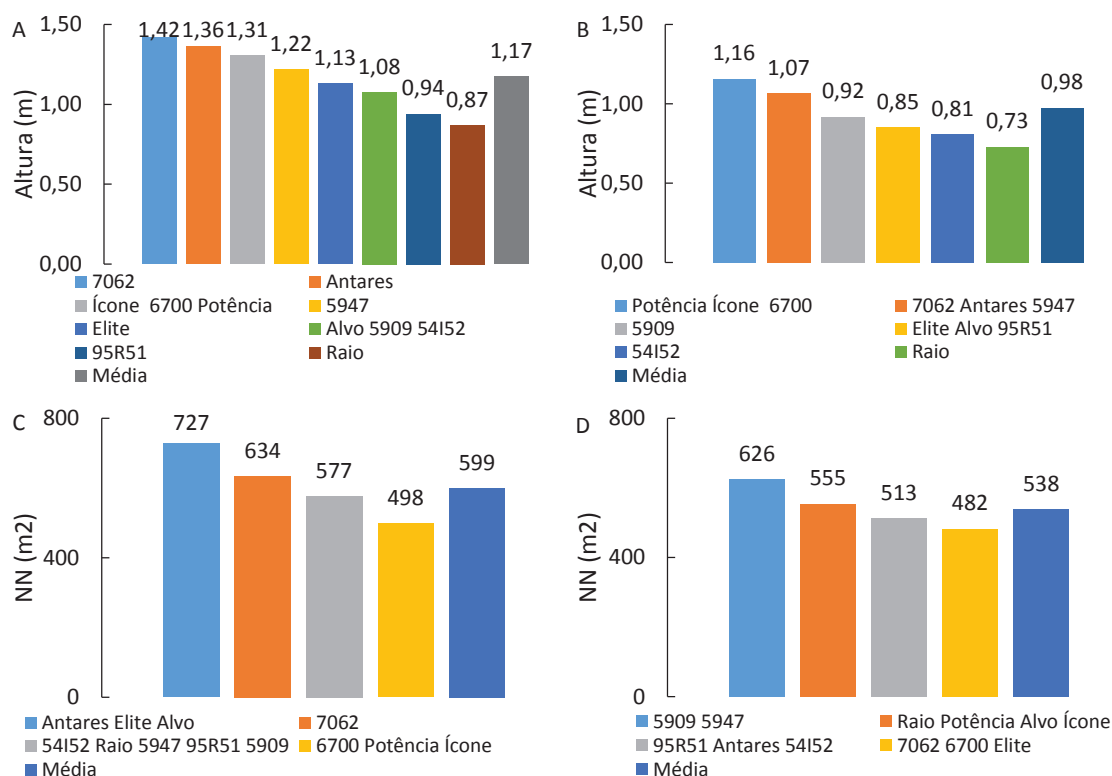
A altura das plantas de soja é característica fundamental na determinação da cultivar a ser introduzida em uma região. A pesquisa tem buscado, em soja, plantas de porte menor, que sejam de fácil mecanização (colheita) com arquitetura equilibrada e que sejam capazes de suportar grande número de vagens e de grãos até o momento da colheita, para isso, o encurtamento de entrenós é fundamental no ideotipo de uma planta de soja perfeita (SINGH, 2001).

A altura pode variar com a época de semeadura, cultivar, espaçamento de plantas, suprimento de umidade, temperatura, fertilidade do solo e outras condições gerais do meio ambiente (CARTTER; HARTWIG, 1962). Desses fatores, apenas a cultivar variou dentro do experimento, portanto, essa característica pode ser utilizada para diferenciar cultivares, dentro da mesma época de semeadura.

O fotoperíodo e a temperatura, notadamente, exercem influência sobre o número de primórdios reprodutivos e a taxa de desenvolvimento, com reflexos sobre a estatura de planta, o ciclo e o potencial de produtividade da cultura (BRACCINI et al., 2004; RODRIGUES et al., 2006; JIANG et al., 2011).

Plantas mais compactas, mais equilibradas podem ser mais eficientes na fotossíntese. O fornecimento de maior quantidade de luz para plantas de soja que se encontrem no início do florescimento (estádio R1) possibilitaram maior quantidade de vagens efetivas no final do ciclo (incremento em mais de 100%) e conseqüente aumento da produtividade. Tal resposta foi proporcionada principalmente pela manutenção da fotossíntese em folhas da parte inferior do dossel da planta (LIU et al., 2010).

Figura 4 – Altura e Número de nós (NN) de cultivares de soja, semeadas em duas épocas (05/11/2016 e 08/12/2016, Figuras A, C, B e D respectivamente), Passo Fundo, RS, 2019



Fonte: Dados do autor.

Na primeira época de semeadura, Antares, Elite e Alvo formaram o grupo com maior número de nós (Média = 727). Esse grupo foi seguido das cultivares 7062 (634), 54I52, Raio, 5947, 95R51 e 5909 (Média = 577) e 6700, Potência e Ícone (Média = 498) (Figura 5 - C). Na segunda época, as cultivares 5947 e 5909 foram as que apresentaram maiores número de nós (626), as quais foram seguidas das cultivares Raio, Potência, Alvo e ícone (Média = 555), 95R51, Antares e 54I52 (Média = 513) e 7062, 6700 e Elite (Média = 482) (Figura 5 - D). A cultivar 54I52 e Alvo foram intermediárias em formar número de nós, não sendo esse, então, o principal componente do RG dessas cultivares.

A diferença média da primeira época de semeadura, em relação a segunda época, foi 10%. Levando em consideração a diferença de 18%, em relação a altura de plantas, pode-se inferir que quando semeados mais tardiamente as cultivares estudadas diminuem o espaçamento entre os nós da haste principal.

A emissão de nós é a principal característica morfológica utilizada para caracterizar o estágio vegetativo em soja, e pode ser determinado através do plastocrono, que é o tempo necessário para o aparecimento de dois nós sucessivos na haste principal da (Sinclair, 1984). O plastocrono da soja varia entre 450C dia/nó a 700C nó/dia, de acordo com cultivar e época de semeadura. Integrando a taxa de emissão de nós ao tempo, tem-se o número de nós acumulados na haste principal (STRECK et al., 2005). O número de nós é utilizado para caracterizar o desenvolvimento vegetativo e está associado a evolução da área foliar da planta (STRECK et al., 2008).

A altura e o número de nós são considerados indiretos, pois não afetam diretamente o RG, mas, os componentes principais ou diretos (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

Na primeira época de semeadura, três grupos de cultivares foram distinguidos, em relação ao número de legumes, que foi maior na cultivar Antares (1651/m<sup>2</sup>), a qual foi seguida do grupo com Potência, Elite, 5909, 5947 e Alvo (Média=1492/m<sup>2</sup>) e 6700, 54I52, 95R51, Ícone, Raio e 7062 (Média = 1325/m<sup>2</sup>) (Figura 6 – A).

Na segunda época de semeadura, verificou-se maior variabilidade entre as cultivares, que foram reunidas em cinco grupos distintos, em relação ao número de grãos legumes. O grupo com maior valor dessa variável foi o da cultivar 5947 (1568/m<sup>2</sup>), a qual foi seguida da Elite, 54I52 e 5909 (Média = 1428/m<sup>2</sup>), Ícone, Antares, Potência, 6700, Alvo e Raio (Média = 1314/m<sup>2</sup>), 95R51 (1205) e 7062 (1067/m<sup>2</sup>) (Figura 6 – B).

A cultivar que foi mais produtiva, na primeira época de semeadura (54I52), foi incluída no grupo com menor número de legumes, enquanto que a mais produtiva da segunda época (Alvo) incluiu-se no grupo intermediário. Esse foi o componente menos influenciado pela época de semeadura, tendo um decréscimo de 6%, entre a primeira e a segunda época de semeadura. Por outro lado, o número de legumes é o componente mais variável com a modificação da população de plantas, com maiores modificações da utilização de práticas de manejo, uma vez que o número de grãos por legume e a MMS são mais influenciados pela genética e pelo ambiente (Ritchie et al., 1994).



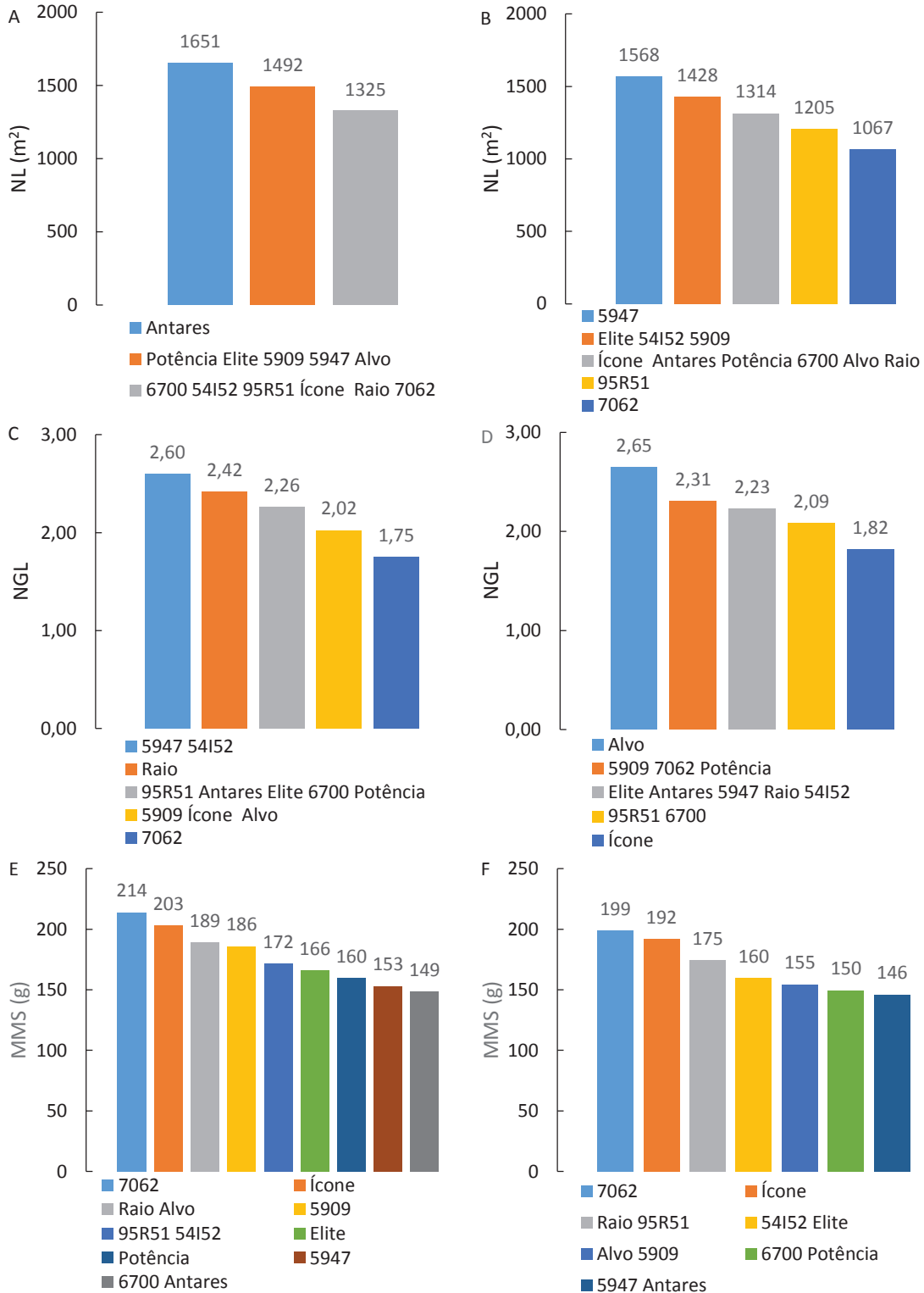
O número de legumes depende diretamente da quantidade de flores produzidas e fixadas, durante o período reprodutivo da cultura (THOMAS, 2014). É necessário ajustar a densidade de plantas na lavoura, de acordo com as características genéticas das cultivares, de modo a estimular o aumento do número de nós por área e, sem ocorrer restrição de radiação, principalmente, no terço médio e inferior do dossel. O número de legumes considerado ótimo, na média das cultivares, foi de 1950/m<sup>2</sup>, em trabalho de nove anos em vários locais, épocas de semeadura e cultivares, relatado por WEBBER (2017).

Na primeira época da semeadura, formaram-se cinco grupos de cultivares, distinguidos de acordo com o número de grão por legume. Os maiores valores dessa variável foram obtidos com as cultivares 5947 e 54I52 (Média = 2,60), que foram seguidas pela Raio (2,42), 95R51, Antares, Elite, 6700 e Potência (Média = 2,26), 5909, Ícone e Alvo (Média = 2,02) e 7062 (1,75) (Figura 6 – C). Na segunda época de semeadura, a cultivar Alvo foi a que mais produziu grãos por legume (2,65), e essa foi seguida das cultivares 5909, 7062, Potência (Média = 2,31), Elite, Antares, 5947, Raio e 54I52 (Média = 2,23), 95R51 e 6700 (Média = 2,09) e Ícone (1,82) (Figura 6 – D).

O número de grão por legume médio das cultivares foi semelhante entre as épocas de semeadura (cerca de 1,8), o que pode ser atribuído a essa característica ser mais influenciada pela cultivar, que a época de semeadura, com exceção da Alvo, cujo número de grão por legume foi o menor, na primeira época, e o maior, na segunda época (Figura 6 – C, D). As cultivares mais produtivas foram as que também apresentaram maior número de grão por legume, o que indica que esse foi o componente que mais influenciou o RG.

Número de plantas por área, número de legumes por planta, número de grãos por legume e massa de grãos são considerados componentes diretos de produtividade, ou seja, quando alterados impactam fundamentalmente na produtividade de grãos (NAVARRO JUNIOR; COSTAS, 2002).

Figura 6 – Número de legumes (NL), número de grãos por legumes (NGL) e massa de mil sementes (MMS) de cultivares de soja, semeadas em duas épocas (05/11/2016 e 08/12/2016, Figuras A, C, E e B, D, F, respectivamente), Passo Fundo, RS, 2019



Fonte: Dados do autor.

O enchimento de grão é o período de acúmulo de MS e de nutrientes nesse órgão e em que é definido a MMS. Na primeira época de semeadura, nove grupos de cultivares foram distinguidos, com os resultados dessa variável. A MMS média foi de 176 g, variando de 149 (Cultivares 6700 e Antares) até 214 g (Cultivar 7062) (Figura 6 – E). Na segunda época de semeadura, houve menor variabilidade, mas foram formados sete grupos de cultivares. A MMS variou de 146 g (Média das cultivares 5947 e Antares) até 199 g (Cultivar 7062) (Figura 6 – F), decrescendo, na média das cultivares, em 7%, em relação a da primeira época de semeadura.

A distribuição e formação dos grupos de cultivares foram similares, entre as épocas de semeadura, e seguiram uma mesma tendência entre os dois experimentos. A maior MMS foi da cultivar 7062, enquanto a menor foi da Antares, em ambas as épocas de semeadura. Essa cultivar foi seguida das cultivares Ícone e Raio. Não houve uma relação forte entre a MMS e o RG. Isso pode ser atribuída ao efeito da genética nessa característica, que é também muito dependente do manejo e do ambiente de cultivo. Essa variável tem relação com estresses bióticos e abióticos, que ocorrem na fase de enchimento de grão, em que é definido a MA matéria seca total da planta e a partição dessa em haste, folha e legumes, a soma desses órgãos e o RG difere entre as cultivares, em ambas as datas de semeadura (05/11/2016 e 08/12/2016).

### **3.5 Conclusão**

1 - A matéria seca total da planta e a partição dessa em haste, folha e legumes, a soma desses órgãos e o rendimento de grão difere entre as cultivares, em ambas as datas de semeadura (05/11/2016 e 08/12/2016).

2 - A massa seca de hastes, folhas e legumes das cultivares avaliadas varia de forma inversa em relação ao rendimento de grão em ambas as épocas de semeadura. O rendimento de grão das cultivares é mais influenciado pela variação na massa seca de hastes, seguido de folhas e legumes, em ambas as épocas de semeadura.

3 – O maior rendimento de grão da semeadura de 05/11/2016 é o da cultivar 54I52, seguida das cultivares Elite, 5947, 5909 e Raio; Antares, Ícone, Alvo e Potência; 95R51; 7062 e 6700. Na semeadura de 08/12/2016, a cultivar mais produtiva é Alvo, seguida das cultivares Elite, 5947 e 54I52; 5909, Raio e 7062; Ícone; Potência; 95R51, Antares e 6700.

4 – O índice de colheita de grãos varia entre cultivares e é menor na semeadura de 05/11/2016, que na de 08/12/2016, refletindo maior conversão na massa seca de hastes, folhas e legumes em rendimento de grão.

5 - Quando a soja é semeada em 08/12/2016, a massa seca total das plantas varia menos entre cultivares, em relação a semeadura de 05/11/2016.

6 - Quando semeadas mais tardiamente, as cultivares aumentam a eficiência de produção de massa seca de haste, folha e legume em rendimento de grão.

## 4 CAPÍTULO II

### Acúmulo e partição de nutrientes em cultivares de soja, semeadas em duas épocas

#### 4.1 Resumo

Novas cultivares de soja são lançadas no mercado agrícola com diferentes acúmulos e partição de matéria seca e nutrientes, o que pode influenciar o manejo da adubação, mas isso ainda foi pouco explorado pela pesquisa. O objetivo do trabalho foi verificar se o acúmulo e a partição de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Zn, Mn, Fe, B, Cu) varia entre cultivares de soja, semeadas em duas épocas. Foram avaliadas doze cultivares de soja (Raio, 95R51, 54I52, Elite, 5947, Alvo, 7062, 5909, Potência, 6700, Ícone e Antares), semeadas em 05/11/2016 (primeira época) e em 08/12/2016 (segunda época). O experimento foi a campo, em Passo Fundo, RS. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os teores de nutrientes foram avaliados na folha diagnose, coletada em R2, no grão e no restante da parte, na maturação fisiológica. O teor variou entre as cultivares de soja, dependendo da parte da planta (palha ou grão), da data de semeadura (05/11/2016 e 08/12/2016) e do nutriente. Na palha, apenas o teor de Zn, B e Cu (semeadura de 05/11/2016) e de Mg (semeadura de 08/12/2016) não diferiram entre as cultivares, já no grão, esse comportamento foi similar para N, P, K, S, Zn, e Cu, de ambas as datas de semeadura; e Mg, Mn e Fe, da semeadura de 08/12/2016. As cultivares com maior IC de nutriente na primeira época de semeadura foram: Raio (N, P, Mn, Zn, Fe e B); 5947 (K); 5909 (Ca, K e S); 54I52 (Mg e S); Elite (Cu); e, na segunda época de semeadura foram: 6700 (N, Mg e S); Ícone (P, K); Elite (Ca); Antares (Mn, Fe e Cu) e 7062 (B). A variabilidade nos teores de nutrientes, sugere que a criação de grupos de cultivares que apresentem maior e menor efetividade no acúmulo e translocação do nutriente da palha para o grão possa trazer uma faixa mais adequada de adubação de reposição e por consequência tornar o manejo mais assertivo.

Palavras-chave: 1. Extração de nutrientes. 2. Exportação de nutrientes. 3. Índice de colheita. 4. Macronutrientes. 5. Micronutrientes.

#### 4.2 Introdução

No Brasil, a produtividade de grão (RG) de soja foi 1,48 Mg/ha, na década de 1970; e aumentou para 2,91 Mg/ha, na última década; e foi de 3,39 Mg/ha, na safra 2017/2018 (CONAB, 2019). Esse crescimento deve-se, principalmente, ao aumento da

área de cultivo, uma vez que a produtividade cresceu à taxa de 1,3% ao ano, nos últimos 17 anos, sendo impulsionado pela região sul e sudeste, cuja área plantada aumentou em 56,6 e 49,7%, respectivamente, superior à taxa nacional (CONAB, 2017). Os avanços tecnológicos, manejos, entre eles o da adubação e a eficiência dos produtores são de fundamental importância para o crescimento da produção (BRASIL, 2015).

A necessidade de adubação é definida a partir da diferença entre a quantidade de nutrientes que as plantas precisam para atingir as produtividades desejadas e a quantidade que o solo pode fornecer. Essa é estimada a partir da análise de solo, levando-se em consideração as variáveis bióticas e abióticas que definem a eficiência de absorção de cada um dos nutrientes. A necessidade das culturas é definida a partir da quantidade extraída e exportada de nutriente, o que varia com a produtividade (CQFS, 2016). A opção de usar a adubação de reposição (exportação) é indicada somente quando os teores de nutrientes no solo estão na faixa "Muito alto" (CQFS, 2016).

A quantidade de nutrientes dos tecidos vegetais pode variar de acordo com os níveis de fertilidade do solo e práticas de gestão, especialmente, o potencial de consumo luxuoso de cátions básicos, tais como K, Ca e Mg (HAMMOND; BLACK; NORMAN, 1951; FAGERIA, 2001).

As cultivares e práticas de gestão têm mudado desde a década de 1970 (BENDER; HAEGELE; BELOW, 2015). Tais cultivares e o manejo agrônomico diferenciado, mais intensivo, modificam o acúmulo de matéria seca (MS) e particionamento de nutrientes na cultura da soja. Apesar da produção de grãos inferior, a captação total de nutrientes essenciais em soja pode exceder a de milho de alto rendimento (FLANNERY, 1986; BENDER et al, 2013). As variações na absorção e eficiência nutricional têm implicações para o manejo de culturas e solo, reprodução e qualidade de sementes, como ilustrado para o sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench; CIAMPITTI e PRASAD, 2016], milho (*Zea mays* L.; CIAMPITTI e VYN, 2012, 2014), trigo (*Triticum aestivum* L.; GUTTIERI et al., 2017) e leguminosas e oleaginosas (SADRAS, 2006).

O nível de tecnologia adotado e a variabilidade climática explicam grande parte das flutuações no RG das culturas, que ocorrem em diferentes safras e entre locais. A implementação do Programa de Zoneamento Agrícola, a partir da safra de inverno de 1996, pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), como principal instrumento de apoio à política agrícola do governo federal, na área de crédito e seguridade rural, buscou reduzir as perdas causadas por adversidades climáticas na agricultura brasileira (CUNHA et al., 2011).

A adaptação das espécies à determinada região depende, principalmente, das disponibilidades hídricas e térmicas, a soja tem sua adaptação controlada, preponderantemente, pelo fotoperíodo. Cada cultivar possui um fotoperíodo crítico, o qual se desenvolve vegetativamente de maneira adequada, a soja floresce somente quando o fotoperíodo do ambiente de cultivo passa a ter valor inferior ao fotoperíodo crítico (MONDINE et al., 2001).

O objetivo do trabalho foi verificar se o acúmulo e a partição de nutrientes varia entre cultivares de soja, semeadas em duas épocas.

### **4.3 Material e Métodos**

Os resultados apresentados e discutidos neste capítulo foram obtidos dos dois experimentos descritos no Capítulo 1 da dissertação. Assim, o sujeito, o ambiente, os tratamentos e os procedimentos experimentais da pesquisa são os mesmos mencionados no Capítulo anterior.

#### **4.3.1 Avaliações**

O RG foi quantificado através da coheita das 3 linhas centrais de cada parcela com colheitadeira de parcelas Wintersteiger. Esses grãos foram secos em estufa a 65<sup>o</sup> por dois dias e assim determinados a umidade.

No dia da colheita de cada cultivar, foram coletadas as plantas correspondentes a 2 m lineares, em dois locais diferentes da parcela. Dessas plantas, foram separados os grãos do restante da parte aérea (massa seca de haste, folha e legumes), para determinação dos teores de nutrientes, em cada uma das partes. As amostras foram secadas em estufa, a 65<sup>o</sup>, por 2 dias e pesadas em balança de precisão. Após, as amostras foram trituradas em moinho de facas tipo Wiley, equipado com peneira com abertura de malha de 1 mm.

Para a determinação dos teores de nutrientes na folha diagnose, foram coletadas as folhas do terceiro trifólio, contados do ápice para base, levando em consideração o primeiro que esteja completamente expandido, no estágio R2 da escala de Ferh e Caviness (1977), em todas as cultivares e épocas de semeadura. Foram coletados aleatoriamente 20 trifólios por parcela. Após a coleta, as amostras foram secadas em estufa, a 65<sup>o</sup>, por 2 dias, e trituradas no mesmo moinho em que o restante da planta foi moído.

A extração do N do grão, palha e folha diagnose foi efetuada conforme Tedesco et al. (1995), utilizando bloco digestão aquecido, com controle eletrônico de temperatura, e ácido sulfúrico concentrado e catalizadores. A determinação foi efetuada após destilação, em titulação com esse mesmo ácido (0,025 mol/L).

O P, K, Ca, Mg, S, Mn, Zn, Cu, B, Fe e Mo (apenas na folha diagnose) foram extraídos em blocos de digestão aquecido, com controle eletrônico de temperatura, utilizando solução nítriperclórica. Na extração desses nutrientes e do N, em cada bloco de 40 amostras, foi incluída uma prova em branco (Todos os reagentes, menos a amostra) e um padrão interno, com valor conhecido, para controle de qualidade dos resultados. Exceto o N, a determinação dos nutrientes foi efetuada em espectrofotômetro de emissão atômica com fonte de indução de plasma acoplada (ICP-OES), modelo Optima 8300 (Perkin Elmer).

Para o cálculo de extração de nutrientes, foi utilizado a massa seca de hastes + massa seca de grãos + folhas + legumes (MSHFL), determinada no Capítulo 1, e a seguinte equação:



kg/ha de nutriente = (MSHFL (kg/ha) x teor do nutriente (%) da MSHFL)/100.

Para o cálculo da exportação, foi utilizado os resultados de RG, determinados no Capítulo I, e a seguinte fórmula:

kg/ha de nutriente = (RG a 13% (Mg/ha) x teor de nutriente no grão (%))/100. As quantidades de P e K foram expressas na forma de óxidos, multiplicando os resultados obtidos pelas constantes 2,29 e 1,20, respectivamente.

#### **4.3.2 Análise estatística**

Os resultados de variáveis sem distribuição normal, indicada pelo Teste de D'agostini e Pearson, foram transformados, calculando o valor do logaritmo natural dos teores de Fe da palha, de Mg do grão e da exportação de B, da primeira época de semeadura. Os teores de Zn da palha (Primeira época de semeadura) e de Ca e Cu dessa parte da planta (Segunda época de semeadura) foram transformados calculando a raiz quadrada do dado original. Essa transformação também foi aplicada a quantidade de S e Fe da palha (Primeira época de semeadura), e de Ca e Mn dessa parte da planta (Segunda época de semeadura), e da quantidade total de Fe da planta (Primeira época de semeadura). Após essas transformações matemáticas, essas variáveis apresentaram homocedasticidade. A seguir, os resultados foram submetidos à análise da variância (ANOVA,  $p < 0,05$ ).

As médias das cultivares foram comparadas com o teste de Scott-knott ( $p < 0,05$ ). As análises foram realizadas com auxílio do pacote estatístico CoStat versão 6.4 (COHORT SOFTWARE, 2008).

## 4.4 Resultados e Discussão

### 4.4.1 Teor foliar de nutrientes

Os teores de macronutrientes da folha diagnose diferiram entre as cultivares, com exceção do N, nas duas épocas de semeadura (Média = 5,44 e 5,01%, respectivamente) e do Mg, na segunda época de semeadura (Média = 0,33%), correspondendo a faixa de suficiência (4,5 a 5,5% de N e 0,3 a 1,0 % de Mg) (Tabela 4). Como mostram os resultados dessa tabela, a faixa de variação desses nutrientes, entre as cultivares, foi em ordem decrescente: K, Ca, S, Mg, P e N (33%, 31%, 28%, 21%, 16% e 15%, respectivamente), na primeira época de semeadura; e K, Mg, S, Ca e P (31%, 24%, 24%, 20%, 18% e 16%, respectivamente), na segunda época de semeadura (Tabela 4).

O teor médio de K foliar, da segunda época de semeadura, foi 2,89%, e é maior que o limite superior da faixa de suficiência (1,7 a 2,5%). Isso deve-se as maiores concentrações desse nutriente nas folhas das cultivares, com exceção da Raio e da Elite (2,32 e 2,43%, respectivamente) (Tabela 4). Isso também foi verificado na primeira época de semeadura, com as cultivares Antares, 6700 e ícone (2,98, 2,63 e 2,54%, respectivamente).

A menor concentração na folha de K na primeira época de semeadura, pode ser atribuída ao efeito de diluição, já que teve um decréscimo médio de 0,5 Mg/t na MSF e de 1,8 Mg/t na MSHFL da primeira em relação a segunda época de semeadura (Tabelas I e II, Apêndices). Essa diminuição da concentração de nutrientes, em função do crescimento da planta, possivelmente, se deve ao “efeito de diluição” (STEENBERG, 1951; citado por EPSTEIN; BLOOM, 2006). Esse efeito ocorre quando a quantidade absorvida de um nutriente é menor do que o aumento da MS do órgão em que o nutriente se encontra.

Da mesma forma que o observado com o teor de K da folha diagnose, coletada na segunda época de semeadura, os teores médios de S (0,70 e 0,69%, na primeira e na segunda época de semeadura, respectivamente) foram maiores que o da faixa de

suficiência da soja (0,21 a 0,40 %; Tabela 4). Esses teores elevados de S sugerem que pode ter ocorrido consumo de luxo desse nutriente, pois os resultados de MS da folha, da planta e o RG não indicam que possam ter atingido níveis de toxidez (Capítulo I, Tabela II). Esse consumo de luxo pode ser atribuído, entre outros fatores, ao alto teor de S do solo.

Tabela 4 – Teor de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) da folha diagnose de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016 (Ep. 1) e em 08/12/2016 (Ep. 2). Passo Fundo, 2019

Cultivar	N		P		K		Ca		Mg		S	
	Ep. 1	Ep. 2	Ep. 1	Ep. 2	Ep. 1	Ep. 2	Ep. 1	Ep. 2	Ep. 1	Ep. 2	Ep. 1	Ep. 2
	(%)											
Raio	5,46 ns	4,91 ns	0,31 b	0,31 b	1,99 c	2,32 b	0,88 a	1,01 b	0,34 a	0,28 ns	0,64 b	0,62 b
95R51	5,19	4,67	0,31 b	0,30 b	2,24 c	2,69 b	1,01 a	0,98 b	0,31 b	0,32	0,70 b	0,59 b
54I52	5,76	5,24	0,35 a	0,33 b	2,36 c	2,67 b	0,73 c	1,00 b	0,30 b	0,37	0,59 b	0,66 b
Elite	5,17	5,06	0,33 b	0,33 a	2,33 c	2,43 b	0,90 a	1,03 b	0,29 b	0,36	0,70 b	0,71 a
5947	5,32	5,00	0,31 b	0,35 a	2,10 c	3,40 a	0,87 a	1,12 a	0,33 b	0,30	0,67 b	0,66 b
Alvo	5,93	5,03	0,37 a	0,36 a	2,45 c	2,94 a	0,89 a	1,01 b	0,36 a	0,34	0,72 b	0,63 b
7062	5,65	5,58	0,33 b	0,36 a	2,36 c	3,01 a	0,81 b	1,23 a	0,37 a	0,33	0,81 a	0,75 a
5909	5,73	4,81	0,33 b	0,33 b	2,19 c	3,07 a	0,94 a	1,00 b	0,31 b	0,34	0,75 a	0,77 a
Potência	5,59	4,59	0,33 b	0,32 b	2,39 c	2,92 a	0,80 b	0,99 b	0,32 b	0,33	0,68 b	0,66 b
6700	5,32	4,73	0,35 a	0,34 a	2,63 b	3,31 a	0,69 c	1,03 a	0,30 b	0,36	0,66 b	0,69 a
Ícone	5,14	5,73	0,34 b	0,36 a	2,54 b	2,63 b	0,91 a	1,10 a	0,37 a	0,33	0,83 a	0,72 a
Antares	4,99	4,74	0,34 b	0,34 a	2,98 a	3,27 a	0,98 a	1,09 b	0,29 b	0,35	0,67 b	0,78 a
Média	5,44	5,01	0,33	0,34	2,38	2,89	0,87	1,05	0,32	0,33	0,70	0,69
C.V. (%)	11,0	10,9	5,3	5,3	9,6	11,2	8,2	9,5	6,7	10,5	8,1	9,3
Variação	4,99 - 5,93	4,67 - 5,73	0,31 - 0,37	0,30 - 0,36	1,99 - 2,98	2,32 - 3,40	0,69 - 1,01	0,98 - 1,23	0,29 - 0,37	0,28 - 0,37	0,59 - 0,83	0,59 - 0,78
FS	4,5 - 5,5		0,26 - 0,50		1,7 - 2,5		0,4 - 2,0		0,3 - 1,0		0,21 - 0,40	

Fonte: Dados do autor.

Nota: Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Scott-knott ( $p < 0,05$ ).

FS: Faixa de suficiência para os estados do RS e SC (CQFS – RS/SC, 2004).

Ns: Não significativo.

C.V.: Coeficiente de variação

Os teores de P e de Ca, das amostras foliares coletadas em ambas as épocas, e de Mg, da primeira época de semeadura, corresponderam aos da faixa de suficiência, em todas as cultivares (Tabela 4). Quando comparado os teores de nutrientes entre as épocas, apenas o K e o Ca tenderam a ser maior na segunda época de semeadura, os demais foram semelhantes entre as épocas de semeadura (Tabela- 4).

O intervalo entre o limite inferior e superior da faixa de suficiência sugerida para os teores de P, Ca e Mg pode implicar em pouca sensibilidade na identificação de

carências e excessos desses nutrientes. Os teores da faixa de suficiência adotados no Brasil são praticamente os mesmos estabelecidos por Sfredo et al. (1986). Esses foram obtidos a partir das médias dos teores definidos para cinco estados norte-americanos produtores de soja (Indiana, Michigan, Minnesota, Ohio e Wisconsin), apresentadas por Peck (1979) (KURIHARA, 2004). É possível que esses nutrientes possam apresentar limitações considerando-se a existência de diferenças marcantes na eficiência de absorção de nutrientes e no potencial produtivo das cultivares, bem como no fator capacidade do solo (HARGER, 2008).

Na primeira época de semeadura, os menores teores foliares de macronutrientes foram observados, em geral, nas cultivares mais produtivas (54I52, Elite, 5947, 5909, Raio e Antares), com exceção da 54I52 (P), Antares (P, K, Ca), Raio (Ca, Mg), Elite (Ca e S), 5947 (Ca, Mg) e 5909 (Ca, S). Por outro lado, os maiores teores foliares foram observados, em geral, nas cultivares menos produtivas (Alvo, Ícone, Potência, 95R51, 7062 e 6700), com exceção da 95R51 (P, K, Mg), 7062 (P, K, Ca), Potência (P, Ca, Mg e S) e 6700 (Ca, Mg e S). Isso também foi constatado, na segunda época de semeadura, em que os menores teores foliares de macronutrientes foram, em geral, o das cultivares mais produtivas (Alvo, Elite, 5947, 54I52, 5909, Raio e 7062), com exceção da 5947 (P, K, Ca), Alvo (P, K), 7062 (P, K, Ca, S), 5909 (K, S) e Elite (S) e os maiores teores foram observados nas cultivares menos produtivas (Ícone, Potência, 95R51, Antares e 6700), com exceção da Ícone (K e Mg), Potência (P, Ca, Mg e S), 95R51 (todos os nutrientes), 6700 (Ca e Mg) e 6700 (Ca e Mg). Essa relação inversa entre concentração de nutrientes foliares e RG indica que a análise isolada do nutriente dentro da faixa de suficiência é um indicativo para o estado nutricional da cultura, porém, como a amplitude da faixa de suficiência é muito grande, mesmo estando dentro dela a planta pode estar desequilibrada.

Os teores de micronutrientes da folha diagnose diferiram entre as cultivares, com exceção do Mn (Média = 118 mg/kg), com todas as cultivares ficando acima da faixa de suficiência (20 a 100 mg/kg). O teor foliar de B (Média = 47 mg/kg) e de Cu (Média = 11,7 mg/kg), situaram-se dentro da faixa de suficiência (21 a 55 mg/kg e 10,0 a 30,0 mg/kg, respectivamente), ambas na segunda época de semeadura (Tabela 5). Como mostram os resultados dessa tabela, a faixa de variação desses nutrientes, entre as

cultivares foi, em ordem decrescente: Fe, Zn, Mo, Mn, B, Cu, (33, 28, 27, 24, 18 e 17%, respectivamente) na primeira época de semeadura e Fe, Mo, Cu, Zn, Mn, e B (37, 37, 23, 22, 18, e 13%, respectivamente) na segunda época de semeadura (Tabela 5).

Tabela 5 – Teor de manganês (Mn), zinco (Zn), ferro (Fe), boro (B), cobre (Cu) e molibdênio (Mo) da folha diagnose de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016 (Ep. 1) e em 08/12/2016 (Ep. 2). Passo Fundo, 2019

Cultivar	Mn		Zn		Fe		B		Cu		Mo	
	(mg/kg)											
	Ep. 1	Ep. 2	Ep. 1	Ep. 2	Ep. 1	Ep. 2	Ep. 1	Ep. 2	Ep. 1	Ep. 2	Ep. 1	Ep. 2
Raio	71 b	118 ns	30 b	35 b	102 b	88 c	46 b	43 ns	11,3 a	10,2 ns	0,76 a	0,65 c
95R51	82 a	115	34 a	35 b	104 b	76 c	52 a	43	11,4 a	11,1	0,71 a	0,61 c
54I52	65 b	120	27 b	36 b	96 b	101 b	44 b	49	10,3 b	12,0	0,74 a	0,78 b
Elite	74 b	119	29 b	40 a	94 b	98 b	54 a	51	10,8 b	12,9	0,61 b	0,74 b
5947	71 b	110	31 b	37 b	96 b	94 c	51 a	49	10,6 b	10,8	0,74 a	0,66 c
Alvo	79 a	108	33 a	34 b	103 b	90 c	51 a	46	11,8 a	10,6	0,74 a	0,75 b
7062	78 a	128	36 a	38 b	116 a	101 b	51 a	48	12,2 a	12,0	0,74 a	0,77 b
5909	85 a	118	38 a	38 b	95 b	105 c	53 a	47	11,4 a	11,5	0,69 a	0,65 c
Potência	84 a	121	32 a	35 b	84 c	89 c	49 a	44	10,3 b	10,8	0,55 b	0,77 b
6700	64 b	115	27 b	34 b	99 b	104 b	46 b	46	10,1 b	11,8	0,56 b	0,97 a
Ícone	79 a	119	34 a	38 b	126 a	112 a	54 a	48	12,1 a	12,3	0,70 a	0,75 b
Antares	76 a	133	29 b	44 a	84 c	121 a	51 a	49	10,0 b	13,9	0,66 a	0,64 c
Média	76	118	32	37	100	98	50	47	11,0	11,7	0,7	0,73
C.V. (%)	8,2	8,3	11,1	8,1	8,5	7,4	7,1	8,7	9,0	11,2	12,0	13,1
Varição	64 - 85	108 - 133	27 - 38	34 - 44	84 - 126	76 - 121	44 - 54	44 - 51	10,0 - 12,1	10,6 - 13,9	0,55 - 0,76	0,61 - 0,97
FS	20 - 100		20 - 50		50 - 350		21 - 55		10,0 - 30,0		1,0 - 5,0	

Fonte: Dados do autor.

Nota: Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Scott-knott ( $p < 0,05$ ).

FS: Faixa de suficiência para os estados do RS e SC (CQFS – RS/SC, 2004).

Ns: Não significativo.

C.V.: Coeficiente de variação

Os teores médios de Mo foliar, em contrapartida, foram menores (0,70 e 0,73 mg/kg, na primeira e segunda época de semeadura, respectivamente) aos da faixa de suficiência (1,0 a 5,0 mg/kg) (Tabela 5) e em todas as cultivares os maiores valores foram menores que o limite inferior sugerido nessa faixa (Tabela 5).

Os teores de Zn e de Fe, em ambas as épocas; e de Mn, B e Cu, na primeira época de semeadura; variaram entre cultivares, mas não extrapolaram os limites da faixa de suficiência (Tabela 5). Quando comparadas as duas épocas de semeadura, apenas o teor de Mn tendeu a ser maior na segunda, em relação a primeira época de semeadura. Os demais nutrientes variaram pouco entre as épocas (Tabela 5).

Como observado com os macronutrientes, em geral, os menores teores foliares de micronutrientes foram observados nas cultivares mais produtivas (54I52, Elite, 5947, 5909, Raio e Antares) com exceção da 54I52 (Mo), Elite (B), 5947 (Fe e B), 5909 (Mn, Zn, B, Cu e Mo), Raio (Fe, Cu e Mo) e Antares (Mn e B), na primeira época de semeadura; ocorrendo o contrário com as cultivares menos produtivas (Alvo, Ícone, Potência, 95R51, 7062 e 6700), com exceção da Potência (Fe, B, Cu e Mo) e 6700 (Todos os micronutrientes). Isso também foi observado na segunda época de semeadura, em que os menores teores foliares de micronutrientes foram os das cultivares mais produtivas (Alvo, Elite, 5947, 54I52, 5909, Raio e 7062), com exceção da Alvo (Mo), Elite (Mn, Zn, B, Cu e Mo), 5947 (B), 54I52 (Mn, Fe, B, Cu e Mo), 5909 (Zn, Fe e B), 7062 (Todos os micronutrientes). Já os maiores teores foliares de micronutrientes foram os das cultivares menos produtivas (Ícone, Potência, 95R51, Antares e 6700), com exceção da Potência (Zn, Fe, B, Cu e Mo), 95R51 (Todos os micronutrientes), Antares (Mo) e 6700 (Mn, Zn e B).

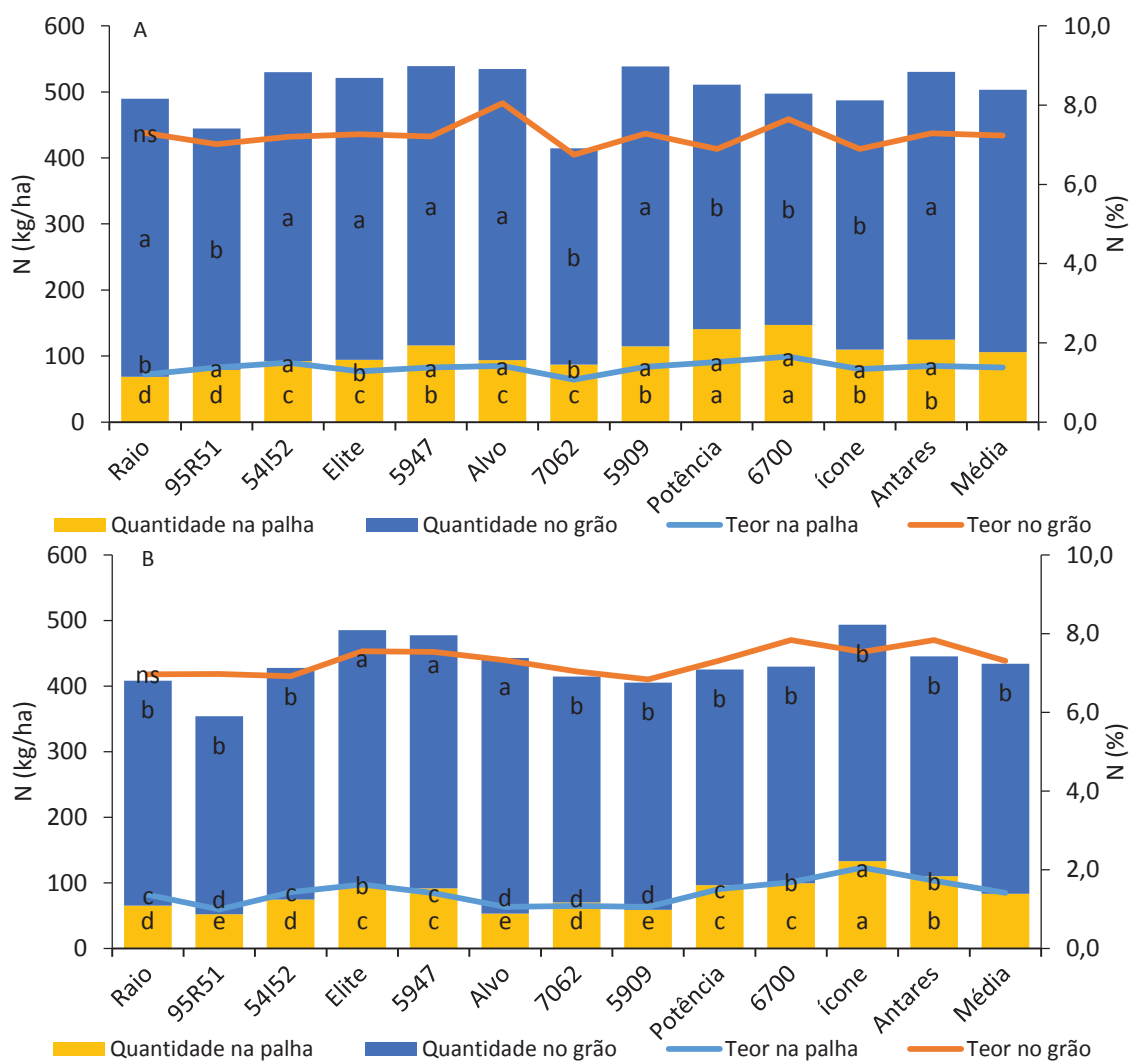
Espera-se que faixas de suficiência de menor amplitude permitam maior sensibilidade no diagnóstico do estado nutricional da cultura, especificando a variação que ocorre entre cultivares, uma vez que evitam equívocos decorrentes de interpretação como suficiente de um nutriente que realmente esteja em deficiência ou em excesso melhorando o diagnóstico do estado nutricional da soja, adequando-se as faixas de suficiência para as condições regionais de solo, clima e potencial genético apresentado pelas variedades atualmente cultivadas.

#### **4.4.2 Macronutrientes na palha e grão**

Entre os macronutrientes analisados, o teor de Ca do grão, em ambas as épocas de semeadura e o de Mg na primeira época, diferiram entre as cultivares. O teor de N, P, K e S, em ambas as épocas, e o Mg apenas na segunda época de semeadura não diferiram entre as cultivares de soja. A média do teor desses nutrientes, obtida com os resultados das cultivares, foram semelhantes entre as épocas de semeaduras (Figuras 2, 3, 4, 5 e 6 – A, B).

A quantidade exportada de macronutrientes no grão, o teor e a quantidades de extraída na palha variaram entre as cultivares, em ambas as épocas de semeadura, com exceção do teor de Mg na palha, na segunda época de semeadura (Média = 0,34%) (Figuras 2, 3, 4, 5 e 6 – A, B).

Figura 2 - Quantidade (kg/ha) e teor (%) de nitrogênio (N) em palha e grão de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016 (A) e em 08/12/2016 (B), Passo Fundo, RS, 2019.



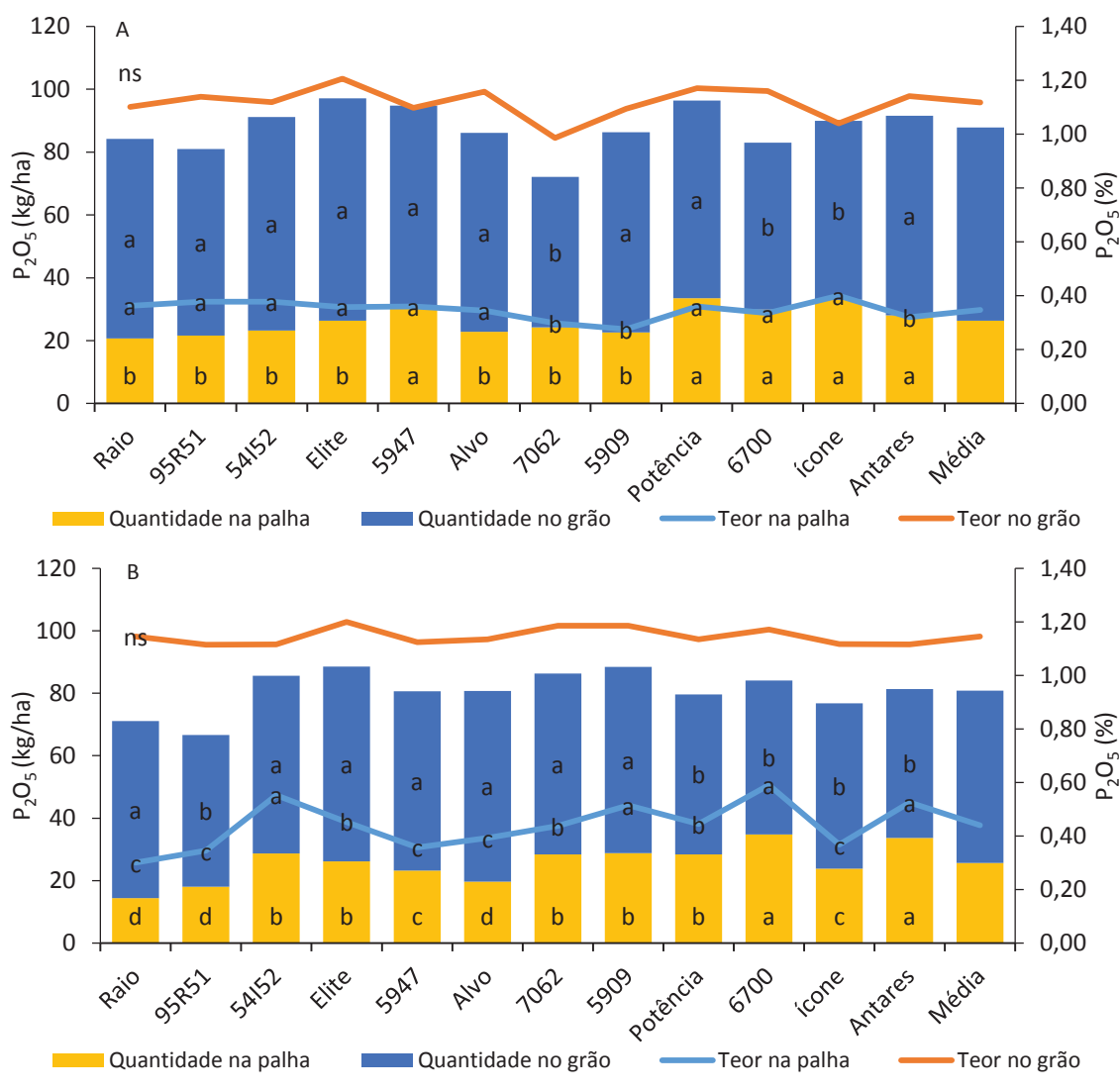
Fonte: Dados do autor

O teor de P, K, Mg e S do grão, em ambas as épocas de semeadura, foram semelhantes aos encontrados na literatura (Tabela 3, Revisão de Literatura). O teor de N foi 22% maior que a média relatada na literatura (5,6%), cuja amplitude foi de 5,0 a 6,4%

(Tabela 2, Revisão de Literatura). O teor de N tem relação com o nível de matéria orgânica e o teor de S do solo, além da eficiência da inoculação realizada nos experimentos, que devem ter favorecido o acúmulo desse nutriente. Por outro lado, o teor de Ca foi o mesmo do limite inferior relatado na literatura (0,2 a 0,3%; Tabela 3, Revisão de Literatura).

Na primeira época de semeadura, o grupo de cultivares com maior teor de Ca foi: Elite, Alvo, 5909, Potência, 6700, Antares e 5947, enquanto que de Mg a 5909 e Alvo se destacaram (Figura 5 e 6 – A).

Figura 3 - Quantidade (kg/ha) e teor (%) de fósforo ( $P_2O_5$ ) em palha e grão de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016 (A) e em 08/12/2016 (B), Passo Fundo, RS, 2019.

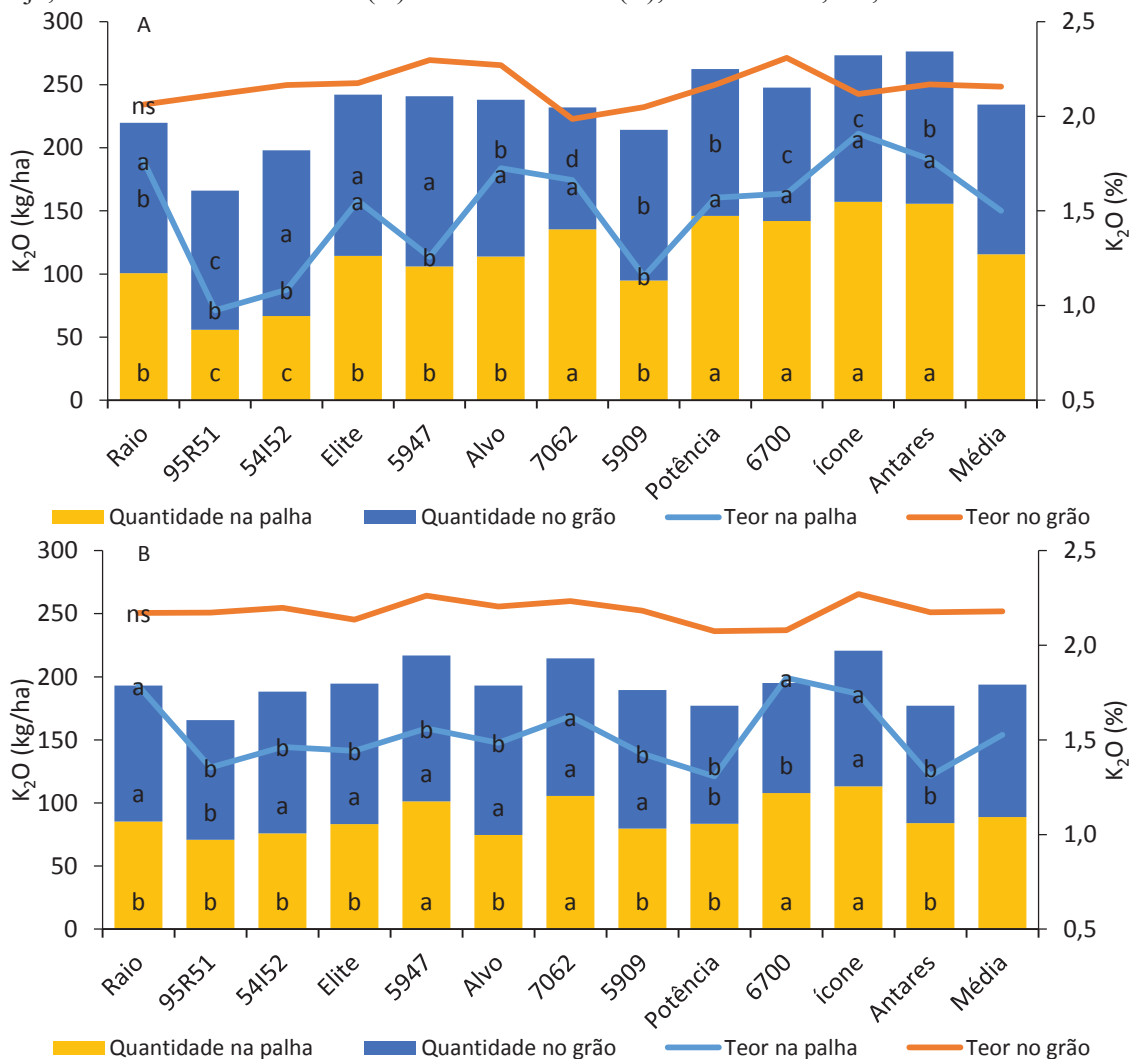




Fonte: Dados do autor

Na primeira época de semeadura, o grupo de cultivares com maior exportação dos macronutrientes foi: Alvo e 5909 (N, P, Ca, Mg e S), 54I52 (N, P, K, Mg e S), Elite e 5947 (N, P, K, Ca e S), Raio (N e P) e Antares (N, P e S), Potência e Ícone (S). As cultivares 95R51, 7062 e 6700 não ficaram no grupo das que mais exportam para nenhum dos macronutrientes.

Figura 4 - Quantidade (kg/ha) e teor (%) de potássio (K<sub>2</sub>O) em palha e grão de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016 (A) e em 08/12/2016 (B), Passo Fundo, RS, 2019.

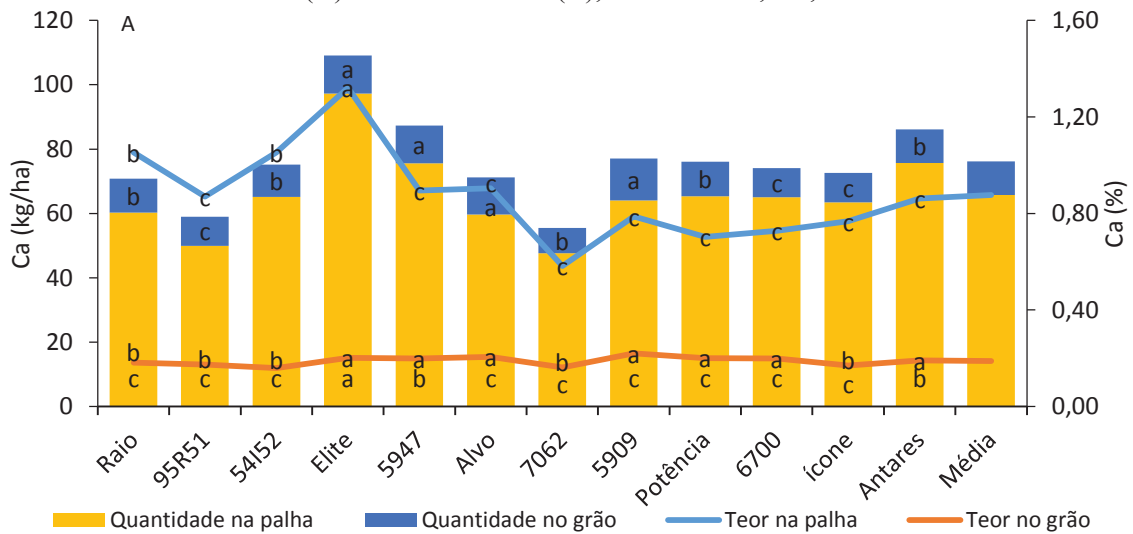


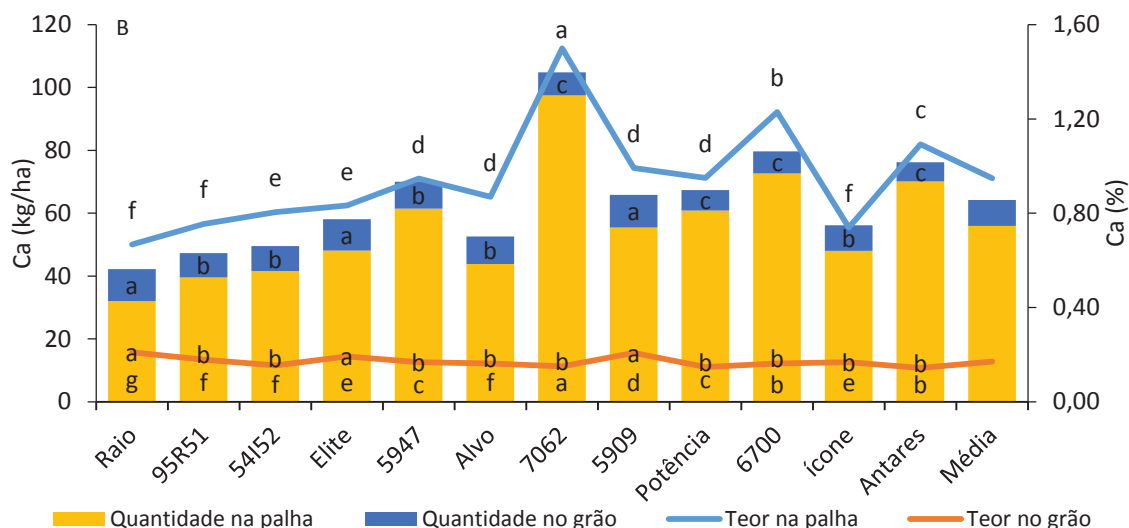
Fonte: Dados do autor

Em geral, a diferença de exportação desse nutriente pode ser atribuída ao RG das cultivares (Figura 2, Capítulo 1), já que os teores de N, P, K e S não diferiram. Assim, as cultivares mais produtivas (54I52, Elite, 5947, 5909, Raio e Antares) exportaram mais desses nutrientes, enquanto as menos produtivas (Alvo, Ícone, Potência, 95R51, 7062 e 6700) exportaram menos, com exceção da Alvo (N, P e K) e Potência (P) cujos valores de RG e teor desses nutrientes, combinados, influenciaram. Esse comportamento foi semelhante para Ca e de Mg.

Na primeira época de semeadura, o grupo das cultivares com maior teor de macronutrientes na palha foi: Ícone e Potência (N, P, K, Mg e S), Elite (P, K, Ca, Mg, S), Alvo (N, K, Mg, S), Raio (P, K, Mg, S), 6700 (N, P, K e S), 54I52 (N, P, Mg e S), 95R51 e 5947 (N, P e S), Antares (N e K) e 5909 (N). Apenas as cultivares 5909 e 7062 não ficaram em nenhum grupo das que mais concentraram macronutrientes na palha.

Figura 5 - Quantidade (kg/ha) e teor (%) de cálcio (Ca) em palha e grão de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016 (A) e em 08/12/2016 (B), Passo Fundo, RS, 2019.





Fonte: Dados do autor

O teor dos macronutrientes na palha, em ambas as épocas de semeadura, ficaram abaixo da média dos trabalhos citados na revisão de literatura, porém, dentro da faixa de amplitude entre eles, de N (1,1 a 3,5%), P (0,4 a 0,7%), K (0,5 a 5,1%), Ca (0,4 a 2,7%), Mg (0,2 a 0,8%) e S (0,1 a 1,2%) (Figura 2 e 3, Capítulo 1). A diferença pode ser atribuída ao aumento no IC desses nutrientes nas cultivares modernas, proporcionado pela genética e condição de ambiente.

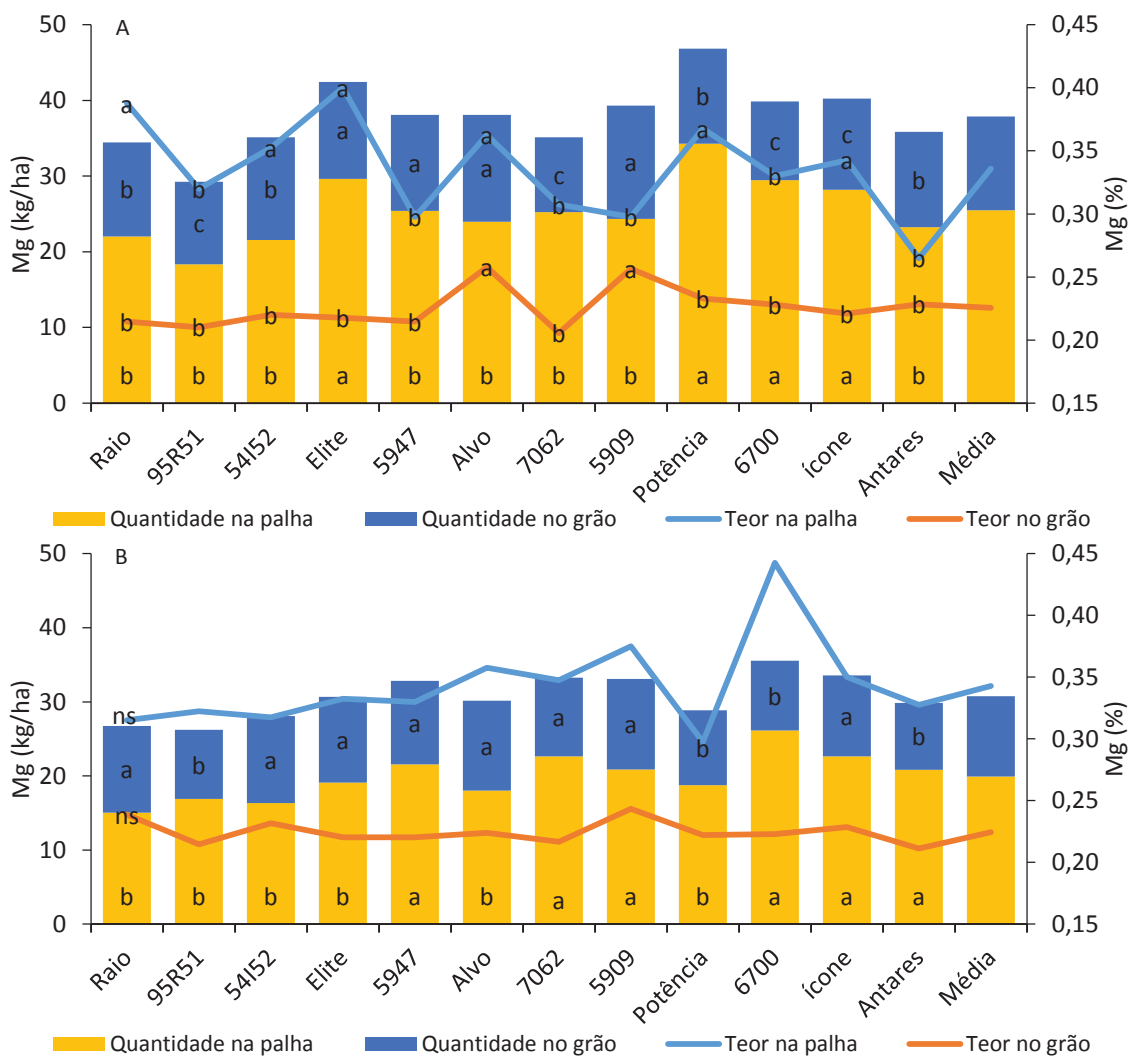
Na primeira época de semeadura, o grupo das cultivares com maior extração de macronutrientes na palha foi: 6700 e Potência (N, P, K, Mg e S), Ícone (N, K, Mg e S), Antares (P e K), 5947 (P e S), Elite (Ca e Mg) e 7062 (K). As cultivares 5909, Alvo, 5947, 54I52, 95R51 e Raio não ficaram entre as cultivares que mais extraíram nenhum dos macronutrientes.

A extração de N, P, K, Ca, Mg e S na palha, da primeira época de semeadura, pode ser atribuído a três fatores: 1- A quantidade de MSHFL produzida; 2 - Ao teor do nutriente nessa parte da planta; 3 - A ambos os fatores. Cada cultivar demonstrou um comportamento específico para cada nutriente. Em ordem decrescente na produção de MSHFL estão as cultivares: 5947 (Ambos os fatores influenciaram o N, K, Ca, Mg e S e o teor influenciou o P); 7062 (MSHFL influenciou o N e P, ambos os fatores influenciaram o K, Ca, Mg e S); 5909 (Ambos fatores influenciaram o N, K, Ca e Mg e a

MSHFL o P e o S), Potência (Ambos fatores influenciaram o N e o Mg, enquanto que a MSHFL o P, K, Ca e o S e ambos influenciaram o Mg); 6700 (Ambos os fatores influenciaram o N e a MSHFL que mais influenciou o P, K, Ca, Mg e S); Ícone (Ambos os fatores para N, Ca e S e o teor para P, K e Mg); Antares (Ambos os fatores para N, K e Mg, teor para P e MSHFL para Ca e S); Raio (Ambos os fatores para N, P, teor para K, Ca, Mg e S); 95R51 (Teor para N e S, ambos P, K, Ca e Mg), 54I52 (Teor para N, Ca, Mg e S e ambos P, K), Elite (Teor para N, P, Ca e Mg e ambos K e S) e Alvo (Teor para N, K e Mg e ambos para P, Ca e S).

Na segunda época de semeadura, o teor no grão foi diferente entre as cultivares apenas para Ca. Assim as cultivares 5909, Raio e Elite concentraram mais desse nutriente nessa parte da planta. (Figura 5 – B).

Figura 6 - Quantidade (kg/ha) e teor (%) de magnésio (Mg) em palha e grão de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016 (A) e em 08/12/2016 (B), Passo Fundo, RS, 2019.



Fonte: Dados do autor

Na segunda época de semeadura, o grupo das cultivares com maior exportação no grão dos macronutrientes foi: Elite (N, P, K, Ca, Mg e S), Alvo e 5947 (N, P, K, Mg e S), Raio e 5909 (P, K, Ca, Mg e S), 7062 (P, K e Mg), 54I52 (K, Mg e S) e Ícone (K e Mg). Assim como na primeira época de semeadura, a cultivar 6700 não ficou no grupo das que mais exportam macronutrientes, além da Potência e Antares, apenas na segunda época.

A diferença de exportação pode ser atribuída ao RG das cultivares (Figura 2, Capítulo 1) já que os teores de N, P, K, Mg e S não diferiram. Assim, as cultivares mais produtivas (Alvo, Elite, 5947, 54I52, 5909, Raio e 7062) exportaram mais desses nutrientes, enquanto as menos produtivas (Ícone, Potência, 95R51, Antares e 6700)

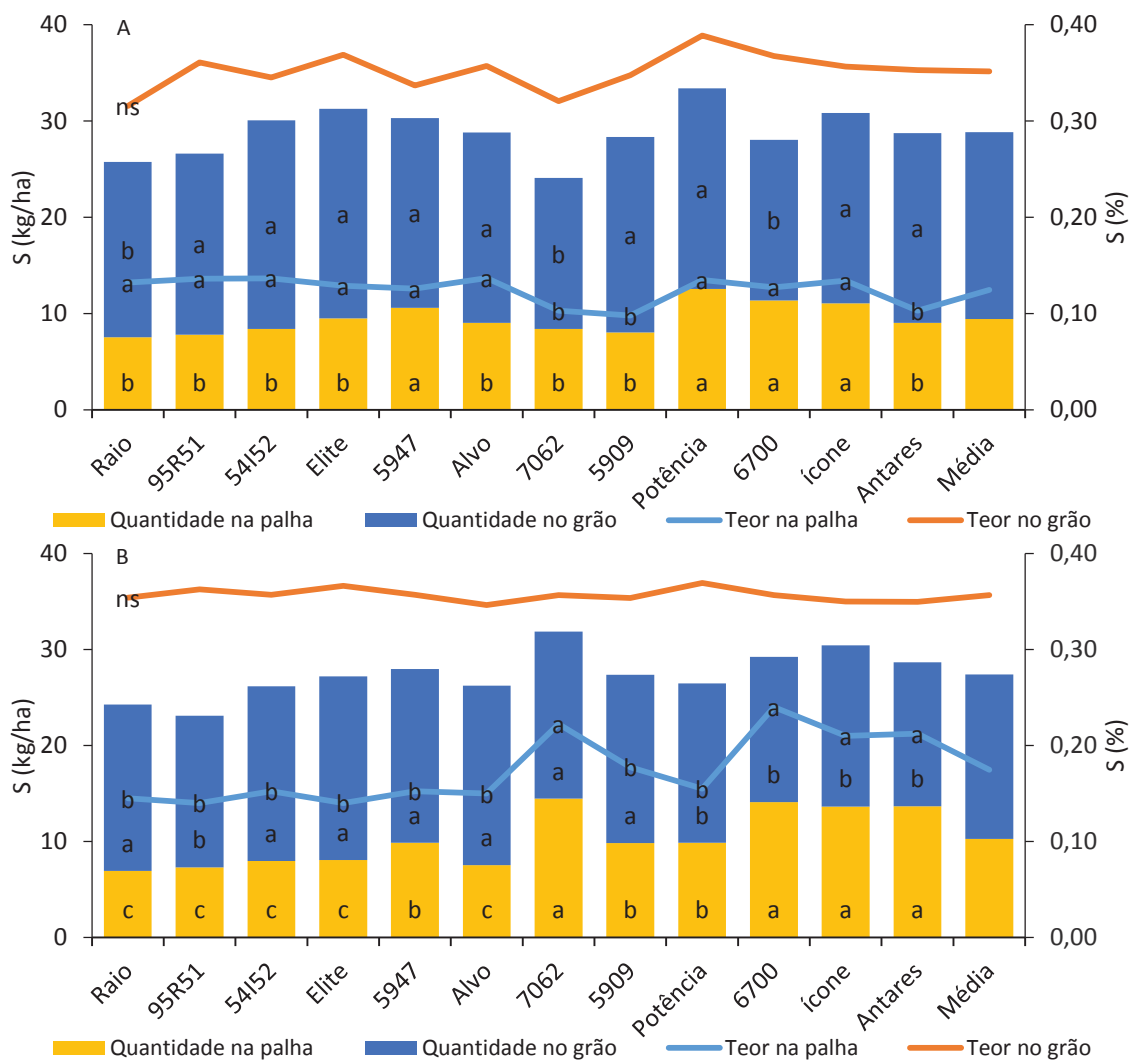
exportaram menos, com exceção da cultivar Ícone que foi menos produtiva e ficou no grupo com maior exportação de N e K, e das cultivares Raio, 7062 e 5909 que ficaram no grupo das mais produtivas e tiveram menor exportação de N, ambas estão no limite superior do grupo das cultivares menos produtivas. Para Ca, tanto o teor como o RG influenciaram.

Na segunda época de semeadura, o grupo das cultivares com maior teor de macronutrientes na palha foram: Ícone (N, K e S), 7062 (K, Ca e S), 6700 (P, K e S), 54I52 e 5909 (P), Raio (K) e Antares (P e S).

Na segunda época de semeadura, o grupo das cultivares com maior quantidade extraída na palha foi: Ícone (N, K, Mg e S), 7062 (K, Ca, Mg e S), 6700 (P, K e S), Antares (P e S), 5947 (K e Mg), 54I52, Elite, Alvo, 5909 e Raio (Mg).

A extração na palha, da segunda época de semeadura, segue a mesma lógica de atribuições da primeira época. Cada cultivar demonstrou um comportamento específico para cada nutriente, com exceção do Mg que não teve diferença entre cultivares, logo, foi mais influenciado pela produção de MSHFL. Em ordem decrescente na produção de MSHFL estão as cultivares: 5947 (quantidade de MSHFL para todos os nutrientes); 7062 (MSHFL para P, teor para Ca e ambos influenciaram para N, K e S); Ícone (MSHFL para Ca e ambos influenciaram N, P, K e S); Potência (MSHFL para N, K e Ca e ambos influenciaram para P e S); Antares (MSHFL para P e K e ambos influenciaram para N, Ca e S); 6700 (teor para K e S, e ambos influenciaram para N, P e Ca); Elite (teor para P e S e ambos influenciaram para N, K e Ca); 5909 (MSHFL para P, teor para N e ambos influenciaram para K, Ca e S); 95R51 (teor para P e ambos influenciaram para N, K, Ca e S); 54I52 (teor para N e P e ambos influenciaram para K, Ca e S); Alvo (teor para P e Ca e ambos influenciaram para N, K e S); Raio (teor para N, P, K e S e ambos influenciaram para Ca).

Figura 7 - Quantidade (kg/ha) e teor (%) de enxofre (S) em palha e grão de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016 (A) e em 08/12/2016 (B), Passo Fundo, RS, 2019.



Fonte: Dados do autor

Entre os macronutrientes, em ambas épocas de semeadura, a ordem de teor na palha e exportação na MSHFL foi: K>N>Ca>P>Mg>S; enquanto que o teor no grão foi: N>K>P>S>Ca>Mg; e a exportação pelo grão: N>K>P>S>Ca>Mg. A extração total (MSHFL + RG) foi: N>K>PCa>Mg>S (Tabela – 6, 7). Esses resultados são semelhantes com os obtidos em outros trabalhos, citados na revisão de literatura (Tabela 2, Revisão de literatura).

O IC demonstra que a eficiência em translocar nutrientes da palha para para o grão foi maior para o N, seguido do K, P, Ca, Mg e S, o que explica a taxa de exportação do

nutriente. O IC foi mais influenciado pelas cultivares do que a época de semeadura para ambos os nutrientes (Tabela 7).

Tabela 6 – Teor e quantidade mínima e máxima de nitrogênio (N), fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e potássio (K<sub>2</sub>O) no grão e na palha de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016 (Ep. 1) e em 08/12/2016 (Ep. 2). Passo Fundo, 2019

Partição	N				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				K <sub>2</sub> O			
	Ep. 1		Ep. 2		Ep. 1		Ep. 2		Ep. 1		Ep. 2	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Grão (%)	7,2*		7,3*		1,1*		1,2*		2,2*		2,2*	
Grão (kg/ha)	358,0	425,0	338,0	389,0	52,0	65,0	50,0	59,0	97,0	131,0	92,0	112,0
Palha (%)	1,18	1,44	1,04	2,05	0,31	0,36	0,35	0,55	1,12	1,69	1,42	1,74
Palha (kg/ha)	74,0	144,0	55,0	133,0	23,0	31,0	17,0	35,0	61,0	147,0	80,0	107,0
IC	0,83	0,75	0,86	0,75	0,69	0,68	0,75	0,63	0,61	0,47	0,53	0,51

Fonte: Dados do autor.

Nota: \* Valor médio de variável sem diferença estatística pelo teste de Scott-knott (p<0,05).

IC: Índice de colheita

Cultivares: Raio, 95R51, 54I52, Elite, 5947, Alvo, 7062, 5909, Potência, 6700, Ícone e Antares.

Tabela 7 - Teor e quantidade mínima e máxima de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) no grão e na palha de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016 (Ep. 1) e em 08/12/2016 (Ep. 2). Passo Fundo, 2019

Partição	Ca				Mg				S			
	Ep. 1		Ep. 2		Ep. 1		Ep. 2		Ep. 1		Ep. 2	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Grão (%)	0,17	0,20	0,16	0,20	0,22	0,26	0,22*		0,35*		0,36*	
Grão (kg/ha)	9,0	12,0	7,0	10,0	11,0	14,0	9,0	12,0	17,0	20,0	16,0	18,0
Palha (%)	0,79	1,32	0,72	1,5	0,3	0,37	0,34*		0,10	0,13	0,15	0,22
Palha (kg/ha)	61,0	97,0	32,0	97,0	23,0	29,0	17,0	22,0	8,0	11,0	8,0	14,0
IC	0,13	0,11	0,18	0,09	0,32	0,33	0,35	0,35	0,68	0,65	0,67	0,56

Fonte: Dados do autor.

Nota: \* Valor médio de variável sem diferença estatística pelo teste de Scott-knott (p<0,05).

IC: Índice de colheita

Cultivares: Raio, 95R51, 54I52, Elite, 5947, Alvo, 7062, 5909, Potência, 6700, Ícone e Antares.

#### 4.4.3 Micronutrientes na palha e grão

Entre os micronutrientes estudados, o teor no grão diferiu entre as cultivares para Mn e Fe, na primeira época de semeadura e B em ambas as épocas de semeadura,



enquanto que Zn e B em ambas as épocas e Mn, Fe apenas na segunda época de semeadura não diferiram (Figura 8, 9, 10, 11 e 12 – A, B).

A quantidade exportada no grão, com exceção do Cu na primeira época de semeadura, o teor na palha, com exceção do B e Cu na primeira época de semeadura e a quantidade extraída na palha, tiveram diferença entre as cultivares, em ambas as épocas de semeadura (Figura 8, 9, 10, 11 e 12 – A, B).

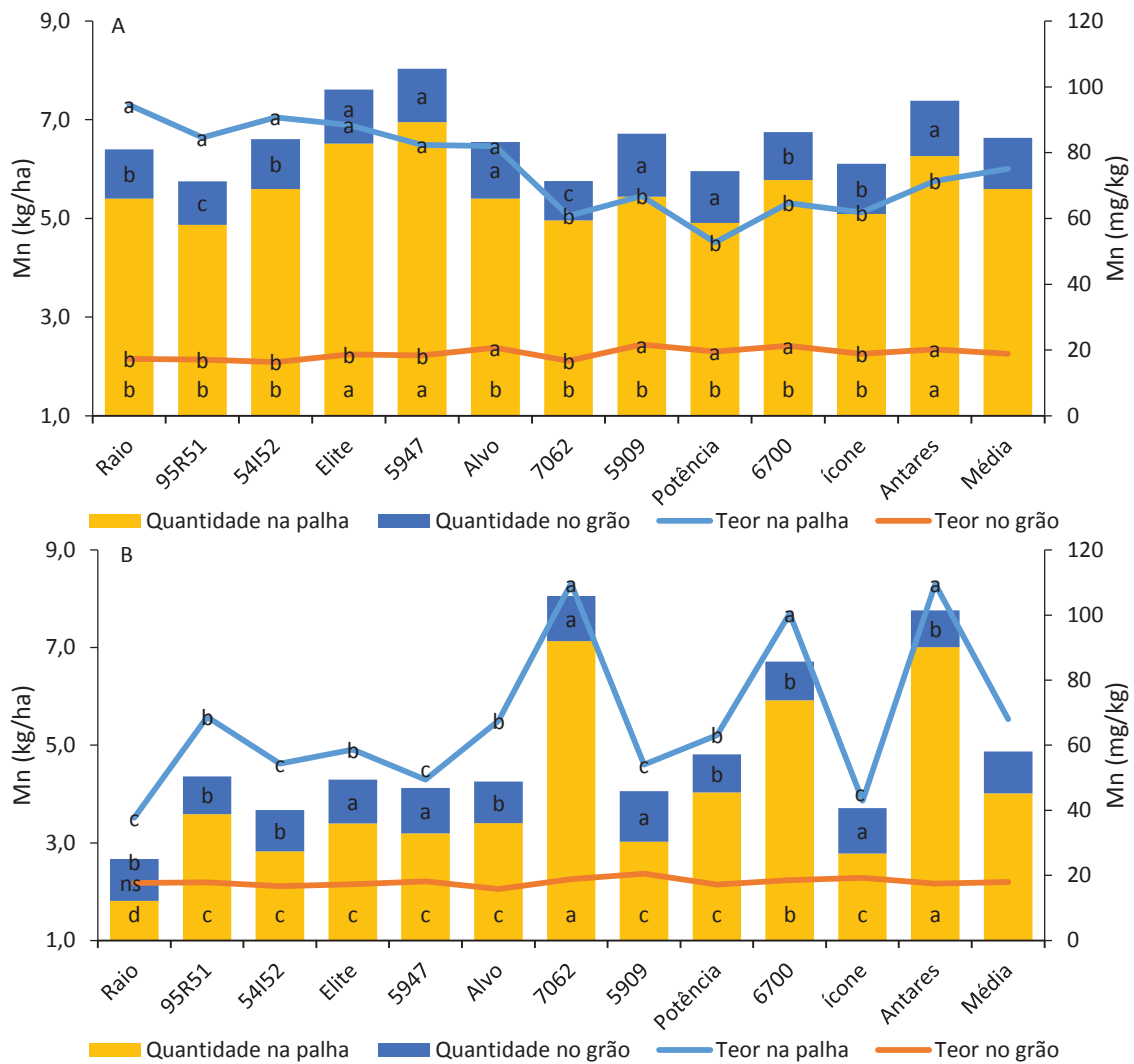
Na primeira época de semeadura, as cultivares de soja se comportaram de formas distintas entre Mn, Fe e B quanto ao teor no grão. Destacaram-se o grupo das cultivares 6700, 5909, Alvo, Potência e Antares (Mn e Fe) e Raio (B) com maior concentração desses nutrientes.

Na primeira época de semeadura, a exportação no grão foi maior no grupo das cultivares 5909 (Mn, Zn e Fe), Alvo, Antares, Elite, 5947 e Potência (Mn e Zn), Raio (Zn e B), 54I52 e Ícone (Zn).

A diferença de exportação do Zn e do Cu são atribuídos especificamente ao RG das cultivares (Figura 2, Capítulo 1) já que os teores não diferiram. Assim, as cultivares mais produtivas (54I52, Elite, 5947, 5909, Raio e Antares) exportaram mais desses nutrientes enquanto as menos produtivas (Alvo, Ícone, Potência, 95R51, 7062 e 6700) exportaram menos. Já para o Mn, Fe e B, tanto o RG como o teor dos nutrientes influenciaram para a variabilidade da exportação desses nutrientes.

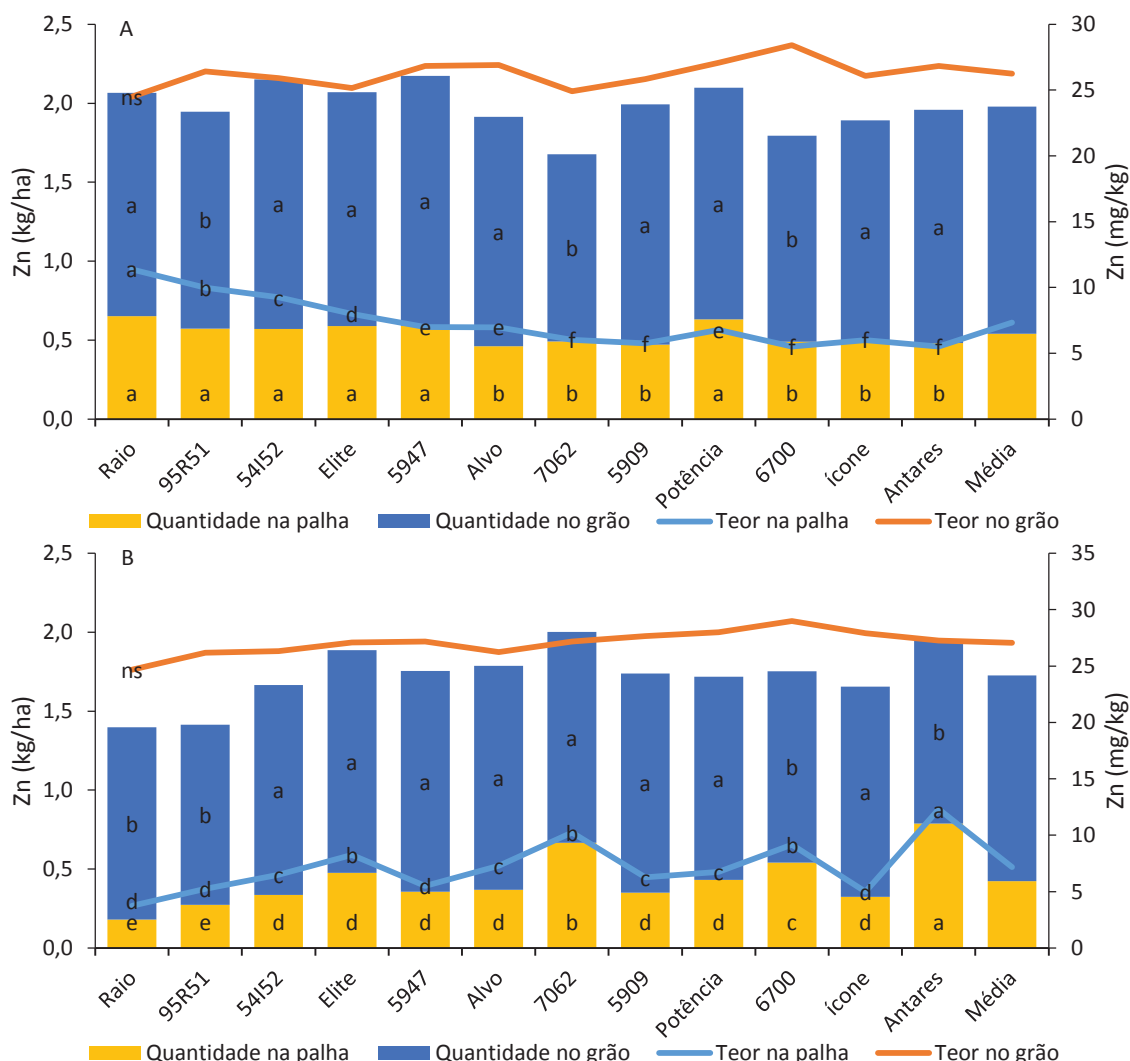
Na primeira época de semeadura, as cultivares com maior teor de micronutrientes na palha foram Raio (Mn e Zn), 95R51 e 54I52 (Mn e Fe) e Elite, 5947 e Alvo (Mn).

Figura 8 - Quantidade (kg/ha) e teor (%) de manganês (Mn) em palha e grão de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016 (A) e em 08/12/2016 (B), Passo Fundo, RS, 2019.



O teor dos micronutrientes na palha, em ambas as épocas de semeadura, ficaram abaixo da média dos trabalhos citados na revisão de literatura, inclusive inferiores aos limites extremos de Zn (21 a 58 mg/kg), Fe (345 a 390 mg/kg), B (35 a 57 mg/kg) e Cu (5 a 16 mg/kg), com exceção do Mn que ficou dentro da faixa de amplitude Mn (60 a 289 mg/kg) (Figura 2 e 3, Capítulo 1), A diferença pode ser atribuída ao aumento no IC desses nutrientes nas cultivares modernas, proporcionado pela genética e condição de ambiente e também ao efeito de diluição desses nutrientes.

Figura 9 - Quantidade (kg/ha) e teor (%) de zinco (Zn) em palha e grão de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016 (A) e em 08/12/2016 (B), Passo Fundo, RS, 2019.

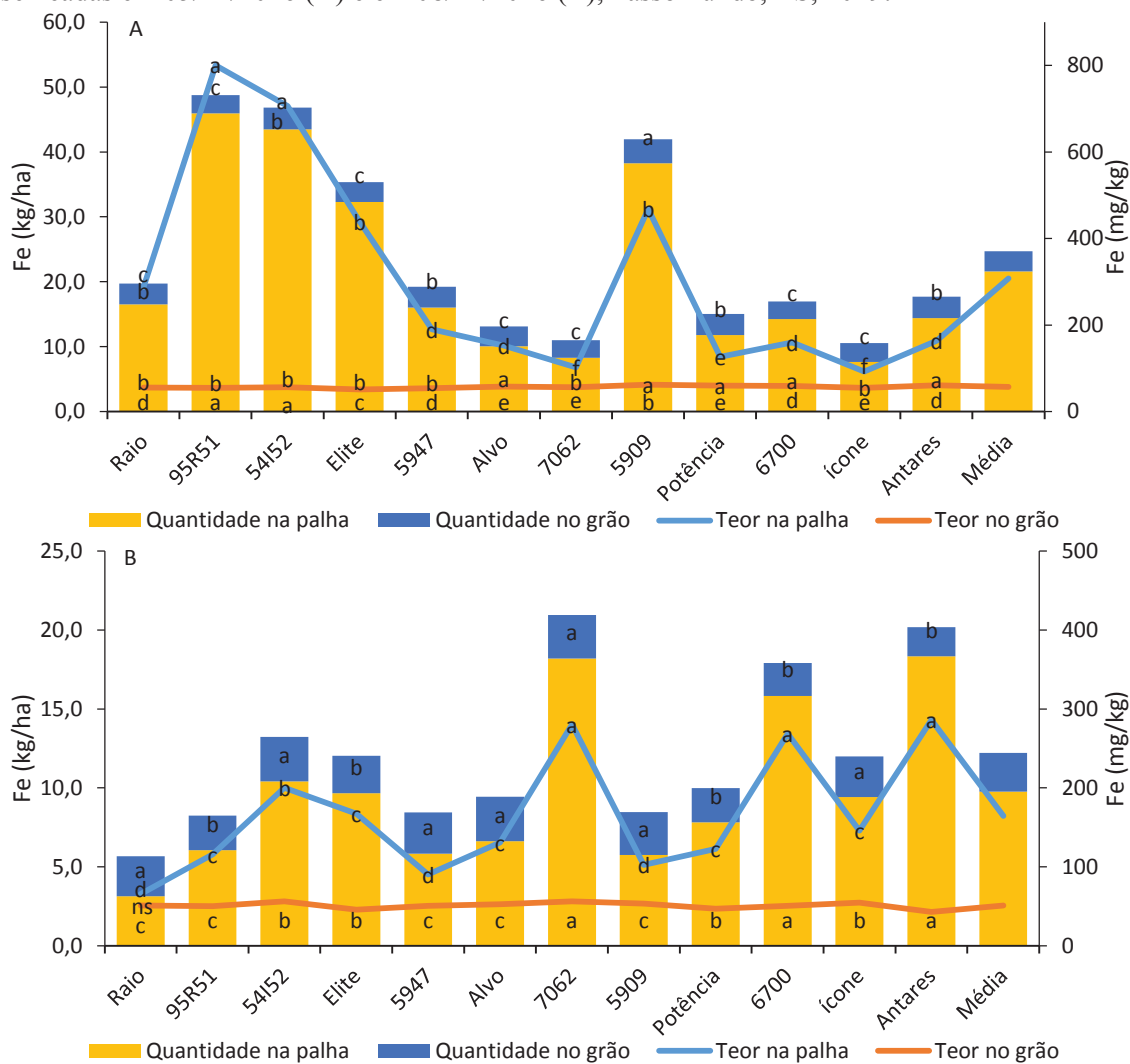


Na primeira época de semeadura, a extração na palha foi maior para o grupo das cultivares 5947 (Mn, Zn e Cu), Elite (Mn, Zn e Cu), Antares (Mn e Cu), Potência (Zn, B e Cu), 95R51 e 54I52 (Zn e Fe), Raio (Zn), Ícone, 5909 e Alvo (Cu)

A extração de Mn, Zn, Fe, B e Cu, em ambas épocas de semeadura, pode ser atribuído aos mesmo fatores citados para os macronutrientes. Cada cultivar demonstrou um comportamento específico para cada nutriente.

Na segunda época de semeadura, o teor no grão foi diferente entre as cultivares apenas para o B. O grupo de cultivar que se destacou com maior teor foi a Raio (Figura 11 – B).

Figura 10 - Quantidade (kg/ha) e teor (%) de ferro (Fe) em palha e grão de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016 (A) e em 08/12/2016 (B), Passo Fundo, RS, 2019.

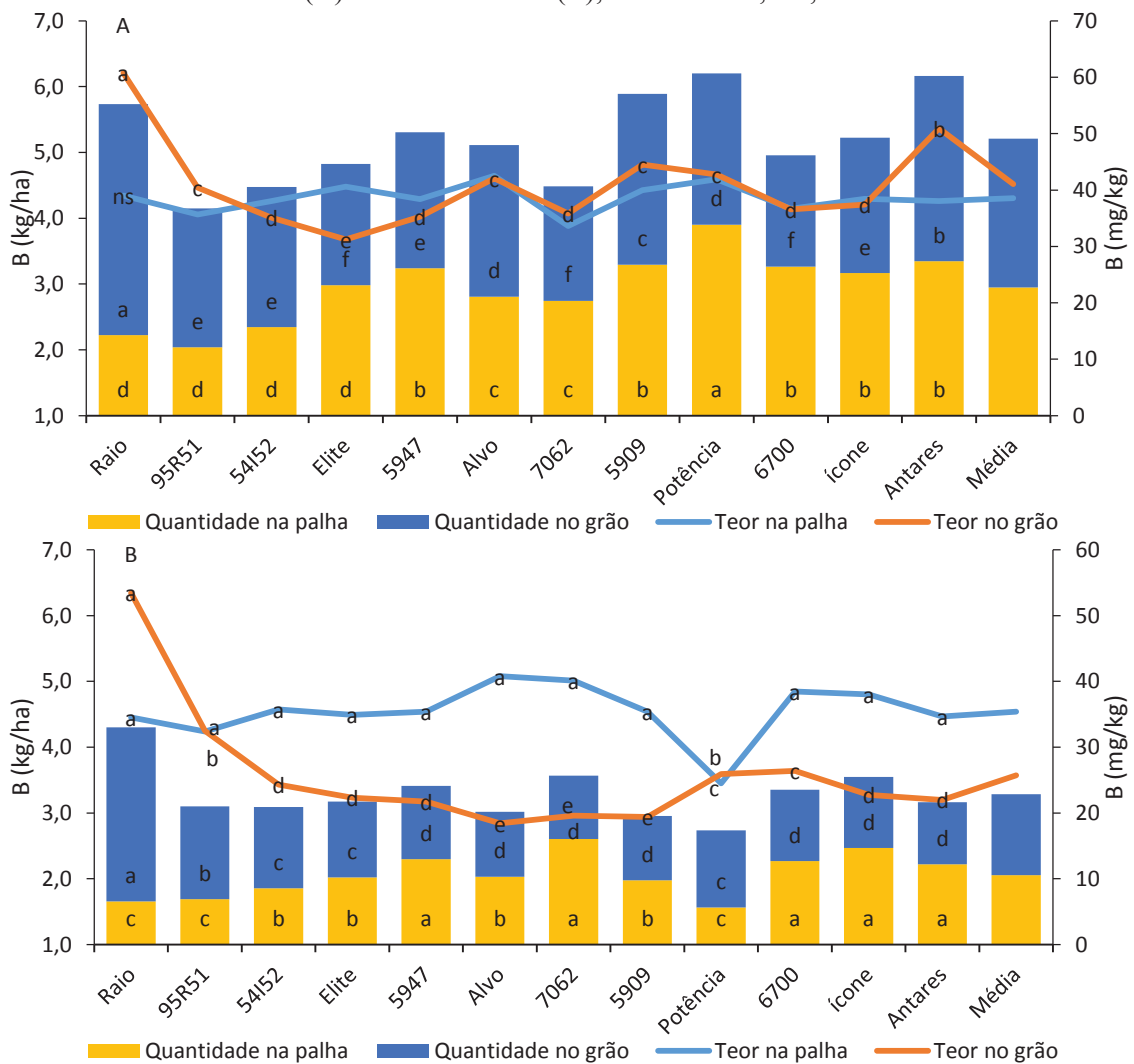


Na segunda época de semeadura, a exportação no grão variou com as cultivares para os elementos 5947, 7062 e 5909 (Mn, Zn, Fe e B), Elite (Mn, Zn e Cu), Ícone (Mn, Zn e Fe), 54I52 e Alvo (Zn, Fe e Cu), Raio (Fe e B) e Potência (Zn).

Assim como na primeira época de semeadura, a diferença de exportação desses nutrientes pode ser atribuída ao RG das cultivares (Figura 2, Capítulo 1) já que os teores

de Mn, Zn, Fe e Cu não diferiram. Assim, as cultivares mais produtivas (Alvo, Elite, 5947, 54152, 5909, Raio e 7062) exportaram mais desses nutrientes, enquanto as menos produtivas (Ícone, Potência, 95R51, Antares e 6700) exportaram menos, com exceção da cultivar Ícone que foi menos produtiva e ficou no grupo com maior exportação de Zn e Fe, e Potência que exportou mais Ferro. Já a 5947, Alvo, 7062 e 5909 que ficaram no grupo das mais produtivas e tiveram menor exportação de Fe. Para o B, tanto o teor como o RG influenciaram.

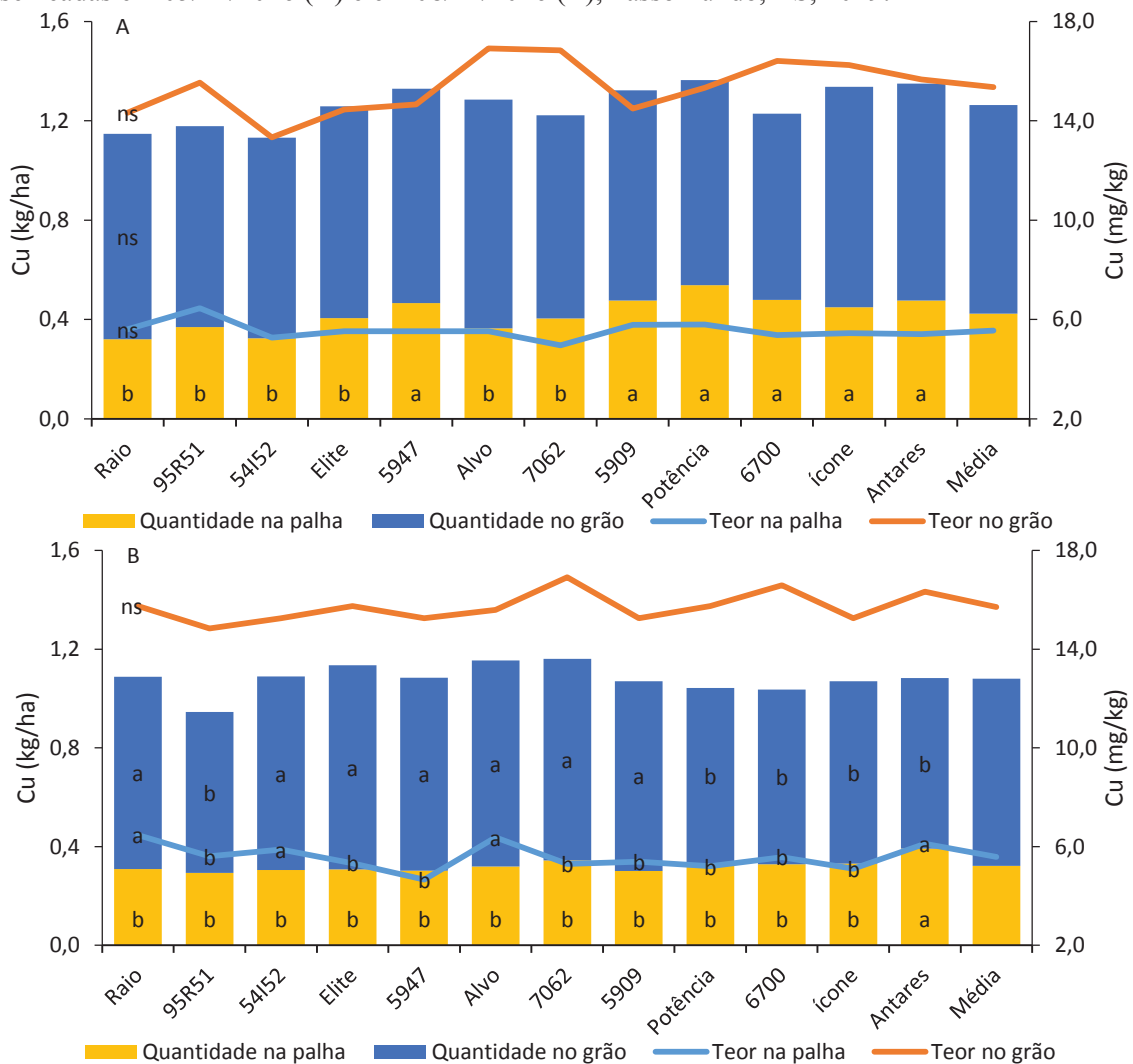
Figura 11 - Quantidade (kg/ha) e teor (%) de boro (B) em palha e grão de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016 (A) e em 08/12/2016 (B), Passo Fundo, RS, 2019



Na primeira época de semeadura, as cultivares com maior teor de micronutrientes na palha foram Antares (Mn, Zn, Fe, B e Cu), 6700 e 7062 (Mn, Fe e B), Raio e Alvo (B e Cu) e 95E51, 54I52, Elite, 5947 e Ícone (B).

Na segunda época de semeadura, a extração de Mn na palha também variou entre cultivares, Antares (Mn, Zn, Fe, B e Cu), 7062 (Mn, Fe e B), 6700 (Fe e B) e 5947 (B).

Figura 12 - Quantidade (kg/ha) e teor (%) de Cu (Cu) em palha e grão de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016 (A) e em 08/12/2016 (B), Passo Fundo, RS, 2019.



Entre os micronutrientes o Fe teve a maior extração total (MSHFL + RG) e extração na palha, seguido do Mn, B, Zn e Cu, enquanto que a exportação no grão foi maior para Fe seguido de B, Zn, Mn e Cu na primeira época de semeadura e em ordem

decrecente Fe, Zn, B, Mn e Cu na segunda época de semeadura (Tabela - 8), com comportamento similar ao apresentado na revisão (Tabelas 2, Item Revisão). A extração total, na palha e no grão são mais influenciadas pelas cultivares, com exceção da exportação de B e Zn que foram influenciadas também pela época de semeadura (Tabela - 8).

Os teores na palha seguiram a mesma tendência para as duas épocas sendo em ordem decrescente maiores para Fe, seguido de Mn, B, Zn e Cu. Para teores no grão, houve diferença no ranking entre épocas, na primeira foi Fe, B, Mn, Zn e Cu enquanto que na segunda época de semeadura foi Fe, Mn, B, Cu e Zn (Tabela 8).

O IC demonstra que a eficiência em translocar nutrientes da palha para para o grão foi maior para o Zn, seguido do Cu, B, Mn e Fe o que explica a taxa de exportação do nutriente. O IC foi mais influenciada pelas cultivares do que para a época de semeadura para os nutrientes ambos os nutrientes (Tabela 8).

Tabela 8 – Teor e quantidade mínima e máxima de Manganês (Mn), Ferro (Fe), Zinco (Zn), Boro (B) e Cobre (Cu) no grão e na palha de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016 (Ep. 1) e em 08/12/2016 (Ep. 2). Passo Fundo, 2019

Partição	Mn		Fe				Zn				B				Cu					
	Ep. 1		Ep. 2		Ep. 1		Ep. 2		Ep. 1		Ep. 2		Ep. 1		Ep. 2		Ep. 1		Ep. 2	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Grão (%)	18,0	21,0	17,9*	55,0	60,0	51,1*	26,0*	27,1*	31,0	61,0	19,0	53,0	15,3	15,7*						
Grão (kg/ha)	0,8	1,1	0,8	0,9	2,9	3,7	2,1	2,7	1,3	1,5	1,2	1,4	1,7	3,5	1,1	2,6	0,8*	0,7	0,8	
Palha (%)	63,0	87,0	48,0	107,0	97,0	753,0	86,0	278,0	5,7	11,4	4,9	12,3	39,1*	24,0	36,0	5,5*	6,2	5,3		
Palha (kg/ha)	5,3	6,6	1,8	7,1	11,0	46,0	5,5	17,5	0,5	0,6	0,2	0,8	2,2	3,9	1,7	2,4	0,5	0,4	0,3	0,4
IC	0,14	0,15	0,31	0,12	0,21	0,07	0,28	0,13	0,73	0,71	0,84	0,63	0,44	0,47	0,38	0,52	0,64	0,64	0,69	0,67

Fonte: Dados do autor.

Nota: \* Valor médio de variável sem diferença estatística pelo teste de Scott-knott ( $p < 0,05$ ).

IC: Índice de colheita

Cultivares: Raio, 95R51, 54I52, Elite, 5947, Alvo, 7062, 5909, Potência, 6700, Ícone e Antares.

## 4.5 Conclusão

1 - O total acumulado no grão e na palha de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, Zn, Fe, B, Cu e Mo varia conforme as cultivares, em ambas as épocas de semeadura, com exceção

do cobre, na segunda época de semeadura. A ordem de acúmulo de nutrientes em, ordem decrescente, foi: N>K>P>Ca>Mg>S>Fe>Mn>B>Zn>Cu.

2 - Os teores dos nutrientes analisados variam entre as cultivares se soja analisadas, dependendo da parte da planta (palha ou grão), da data de semeadura (05/11/2016 e 08/12/2016) e do nutriente. O teor de nutrientes da palha que varia entre as cultivares é maior que o do grão. Nessa parte da planta, os teores de N, P, K, S, Zn, e Cu, de ambas as datas de semeadura; e o de Mg, Mn e Fe, da semeadura de 08/12/2016; não diferiram entre as cultivares avaliadas, enquanto que na palha somente os teores de Zn, B e Cu (semeadura de 05/11/2016) e de Mg (semeadura de 08/12/2016) não diferem entre as cultivares. Contudo, isso não influencia a adubação de reposição dos nutrientes analisados, pois essa depende da produção de massa seca fe grãos, em detrimento do teor do nutriente. Da mesma forma, isso se aplica a ciclagem de nutrientes pela palha.

3 - As cultivares com maior índice de colheita de N, P e K são: Raio, Raio e 5947/5909, na primeira época de semeadura e 6700, Ícone e Ícone, respectivamente, na segunda época. Por outro lado, as cultivares com menor índice de colheita são: 6700, Ícone e Ícone na primeira época de semeadura e Ícone, Antares/ 6700 e 6700, na segunda época de semeadura, respectivamente. As cultivares com maior índice de colheita de Ca, Mg e S são 5909, 54I52 e 54I52/5909, respectivamente, na primeira época de semeadura; e Elite, 6700 e 6700, respectivamente, na segunda época de semeadura. Entre os micronutrientes Mn, Zn, Fe, B e Cu, na primeira época de semeadura, os maiores índices de colheita são todos da cultivar Raio, com exceção do cobre que é da Elite, já na segunda época, é Antares, 7062, Antares, 7062 e Antares, respectivamente.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução do rendimento de grão e do índice de colheita da soja, influenciados pelo período mais longo de reprodução e de enchimento de grãos das cultivares modernas (SHEN e LIU, 2015), aliados a semeadura antecipada (SACOS e KUCHARIK, 2011) e a resistência a pragas e doenças (FOULKES et al., 2009), implicam em variações na absorção de nutrientes. Essa variação está diretamente relacionada a eficiências nutricional e no manejo de adubação e de solo, assim como na qualidade de sementes, como citado para milho (*Zea mays* L.; CIAMPITTI e VYN, 2012, 2014), trigo (*Triticum aestivum* L.; GUTTIERI et al., 2017) e leguminosas e oleaginosas (SADRAS, 2006).

Poucos estudos quantificaram o acúmulo de matéria seca e nutrientes em cultivares modernas, principalmente no que diz respeito a produtividade acima de 4,5 Mg/ha. Bender et al. (2015) relataram rendimentos máximos de 3,5 Mg/ha enquanto que Gaspar et al. (2017) avaliaram a absorção de nutrientes para a soja em uma faixa de rendimentos (3,6-5,4 Mg/ha). Além disso, os estudos encontrados na literatura têm foco principal em N (Divito et al., 2016; Cafaro La Menza et al., 2017), menos em P (van de Wiel et al., 2016), e alguns em K (Parvej et al., 2015).

O diferencial na produção de matéria seca e rendimento de grãos entre as cultivares, aliado a variabilidade nos teores de nutrientes, segere que a criação de grupos de cultivares que apresentem maior e menor efetividade no acúmulo e tranlocação do nutriente da palha para o grão possa trazer uma faixa mais adequada de adubação de reposição e por consequência tornar o manejo mais assertivo.

## 6 CONCLUSÃO GERAL

As cultivares de soja de diferentes origens e grupos de maturação diferem quanto ao acúmulo e a partição de matéria seca e de nutrientes. O conhecimento é importância para o melhorar o manejo da adubação, e a produtividade da cultura.

A produção e partição de matéria seca possibilita inferir sobre a eficiência da cultivar em produzir grão. Essa característica, além de variar com a cultivar, depende da época de semeadura, já que a cultura da soja é responsiva ao fotoperíodo. A produção de massa seca de grão e do restante da planta tende a ser maior quando a semeadura é antecipada, o que demonstra maior efetividade em converter massa seca de hastes, folhas e legumes em rendimento de grão.

A matéria seca de palha e o rendimento de grão devem ser levados em conta para avaliação da demanda nutricional das cultivares de soja.

O diferencial na produção de matéria seca e rendimento de grãos entre as cultivares, aliado a variabilidade nos teores de nutrientes, sugere que a criação de grupos de cultivares que apresentem maior e menor efetividade no acúmulo e translocação do nutriente da palha para o grão possa trazer uma faixa mais adequada de adubação de reposição e por consequência tornar o manejo mais assertivo.

## 7 REFERÊNCIAS

- BARNI, N. A. Práticas agrícolas para minorar o impacto das secas e racionalizar a irrigação. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.) **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. 2.ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, p.116-125. 1999.
- BATAGLIA, O.C.; MASCARENHAS, H.A.A. Absorção de nutrientes pela soja. Campinas: Instituto Agrônomo, **Boletim Técnico**, n. 41. p. 36, 1977.
- BENDER, R. R.; HAEGELE, J.; W, BELOW, F. E. Nutrient Uptake, Partitioning, and Remobilization in Modern Soybean Varieties. **Soil Fertility & Crop Nutrition**, v. 107, p. 563 – 573, 2015.
- BENDER, R. R.; HAEGELE, J. W.; RUFFO, M. L.; BELOW, F. E. Nutrient Uptake, Partitioning, and Remobilization in Modern, Transgenic Insect-Protected Maize Hybrids **Agron. Journal**, v. 105, p. 161-170, 2013.
- BENDER, R. R.; HAEGELE, J. W.; RUFFO, M. L.; BELOW, F. E. Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids. **Agronomy Journal**, v. 105, p.161–170, 2015.
- BISNETA, M. V. Influência do tipo de crescimento, época e densidade de semeadura em caracteres morfoagronômicos de cultivares de soja. Dissertação (Mestrado - Programa de PósGraduação em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, p. 136, 2015.
- BOARD, J. E.; HARVILLE, B. G. Explanation for greater light interception in narrow- vs. Wide-Row soybean. **Crop Science**, v.32, p.198-202, 1992.
- BOARD, J. E.; SETTIMI, J. R. Photoperiod effect before and after flowering on branch development in determinate soybean. **Agronomy Journal**, v.78, p.995-1002, 1986.
- BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, p. 817, 1999.
- BORST, H. L., THATCHER, L. E. Life history and composition of the soybean plant. **Ohio Agric. Exp. Stn. Wooster**. p. 51–96, 1931.
- BRACCINI, A. de L. e; MOTTA, I. de S.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M. do C.L.; ÁVILA, M.R.; MESCHÉDE, D.K. Características agronômicas e rendimento de sementes de soja na semeadura realizada no período de safrinha. **Bragantia**, v.63, p.81-92, 2004.

BORKET, C. M. 1986. Extração de nutrientes pela soja, in: REUNIAO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIAO SUL, 14, C hapecó, SC. **Anais. Chapecó, EMPASC/EMBRAPA-CNPSO**, p. 164-5, 1986.

BRANDELERO, E.; PEIXOTO, C. P.; SANTOS, J. M. B.; MORAES, J. C. C, PEIXOTO, M. F. S. P.; SILVA V. Índices fisiológicos e rendimento de cultivares de soja no Recôncavo Baiano, **Magistra**, v.14, p. 77-8, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA. **PORTARIA Nº 154, DE 25 DE JULHO DE 2018**, 2018. DISPONÍVEL EM: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/portarias/safra-vigente/rio-grande-do-sul>>. Acesso em 02. Fev. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA. **Zoneamento Agrícola de Risco Climático – ZARC**, 2019. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/3933/zoneamento-agricola-de-risco-climatico---zarc>>. Acesso em: 5. fev. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA. Vegetal, culturas, soja 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>>. Acesso em: 05 de jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento- MAPA. **Soja**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/arquivos-de-estatisticas/soja-15.pdf/view>> Acesso em: 10. dez. 2018.

CAFARO LA MENZA.; MONZON, J. P.; SPECHT, J. E.; GRASSINI, P. Is soybean yield limited by nitrogen supply. **Field Crops Res**, v. 213, p. 204–212, 2017.

CÂMARA, G. M. de S.; PIEDADE, S. M. S.; MONTEIRO, J. H; GUERZONI, R. A. Desempenho vegetativo e produtivo de cultivares e linhagens de soja de ciclo precoce no município de Piracicaba-SP. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 3, p. 403-412, 1998.

CAMPOS, M. C. Fatores da expansão do complexo sojicultor no território Brasileiro. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Três Lagoas, v. 7, n. 11, p. 1-28, 2010.

CARTTER, J.L; HARTWIG, E. E. 1962. The management of soybeans. **Advance in Agronomy**, San Diego, v. 14, p. 359-412, 1962.

CEPEA- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Índices de exportação do agronegócio**, 2019. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indices-de-exportacao-do-agronegocio.aspx>>. Acesso em: 13. fev. 2019.

CHANDLER JUNIOR, R. F. Plant morphology and stand geometry in relation to nitrogen. In: EASTIN, J.D. Physiological aspects of crop yield. Madison, **Amer. Soc, Agron**, p. 265-85, 1969.

COLASANTE, L. O. **Uso de índice de colheita e do rendimento biológico na comparação da eficiência de variedades de soja.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 480, 1980.

CONAB- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim de grãos**, janeiro de 2019, 2019. Disponível em:< <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em: 10. fev. 2019.

CONAB- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Séries Históricas de área plantada, produtividade e produção.** Disponível em:<http://www.conab.gov.br/conteudos>. Acesso em 02 fev. 2019.

CORDEIRO, D. S.; SFREDO, G. J.; BORKERT, C. M.; SARRUGE, J. R.; PALHANO, J. B.; CAMPO, R. J. Calagem, adubação e nutrição mineral. In: EMBRAPA. **Ecologia, manejo e adubação da soja.** Londrina, p. 128, 1979.

CQFS- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/ SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004.

CQFS. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** p. 376, 2016.

CRUZ, T. V.; PEIXOTO, C. P.; MARTINS, M. C.; BRUGNERA, A.; LOPES, P. V. L. Índices fisiológicos de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia**, v.7, n.13, 2011.

CUNHA, G. R.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M. et al. Regiões para trigo no Brasil: ensaios de VCU, zoneamento agrícola e época de semeadura. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. (Ed.). Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável. Passo Fundo, RS: **Embrapa Trigo**, 2011. p. 27-40, 2011.

DESTRO, D.; PÍPOLO, V. C.; KIIHL, R. A. S.; ALMEIDA, L. A. Photoperiodism and genetic control of the long juvenile period in soybeans: a review. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 1, n. 1, p. 72-92, 2001.

DIVITO, G.A.; ECHEVERRÍA, H. E.; ANDRADE, F. H.; SADRAS, V.O. Soybean shows an attenuated nitrogen dilution curve irrespective of maturity group and sowing date. **Field Crops Res**, v. 186, p. 1–9, 2016

DONALD, C.M. In search of yield. J. Aust. Inst. Agric. Sci, Melbourne, 28:171-8, 1962. & JIAMBALI, J. The biological yield and harvest index of cereals as agronomic and plant breeding criteria. **Adv. Agron.**, New York, v. 28, p. 351-405, 1976.

EGLI, D. B.; BRUENING, W. P. Temporal profiles of pod production and pod set in soybean. **European Journal of Agronomy**, v.24, p.11-18, 2006.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **TECNOLOGIAS de produção de soja - região central do Brasil 2009 e 2010.** Londrina: Embrapa Soja, p. 261, 2008.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Estádios fenológicos e marcha de absorção de nutrientes da soja.** 2016. Disponível em <https://www.embrapa.br/soja/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1047123/estadios-fenologicos-e-marcha-de-absorcao-de-nutrientes-da-soja>. Acesso em 05 março 2019.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA.. **Informações meteorológicas,** 2017. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/app/principal/agromet.php>>. Acesso em: 9 nov. 2018.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistemas de Produção Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil,** 2010.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil.** Londrina: Embrapa Soja, 268p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, n.16), 2013.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil.** Londrina: Embrapa Soja, p. 268, 2006.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas.** 2 ed. Londrina: Editora Planta, p. 401, 2006.

FAGERIA, N. K. Response of upland rice, dry bean, corn and soybean to base saturation in cerrado soil. **Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient**, v.5, n. 3, p. 416–424, 2001.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. dos. Yield physiology of dry bean. **Journal of Plant Nutrition**, v.31, p.983-1004, 2008.

FAGERIA, N. K. Resposta de arroz de terras altas, feijão, milho e soja à saturação por base em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, p.416-424, 2001.

FOULKES, M. J.; REYNOLDS, M. P.; SYLVESTER-BRADLEY, R. Genetic improvement of grain crops: Yield potential. In: V.O. Sadras and D.F. Calderini, editors, **Crop physiology: Applications for genetic improvement and agronomy.** Elsevier, Burlington, MA. p. 355–385, 2009.

GARCIA, A. **Estudo do índice de colheita e de outras características agronômicas de dez cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Menti) e de suas correlações com a produção**

**de grãos, em duas épocas de semeadura.** 1978. Dissertação (Mestrado), Universidade de Federal de Viçosa, UFV, MG.

GARCIA, A. Manejo da cultura da soja para alta produtividade. In: Simpósio sobre cultura e produtividade da soja, 1, Piracicaba, 1991. **Anais.Piracicaba: FEALQ**, p. 213-235, 1992.

GASPAR, A.P.; LABOSKI, C. A. M.; NAEVE, S. L.; CONLEY, S. P. Dry matter and nitrogen uptake, partitioning, and removal across wide range of soybean seed yield levels. **Crop Sci**, v. 57, p. 2170–2182, 2017.

GIANELLO, C.; WIETHÖLTER, S. Novo sistema de adubação para as culturas de grãos nos Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. In: Reunião Sul-Brasileira de Ciência do solo, 5. Resumos expandidos, Florianópolis:SBSC-NRS, 2004

GUTTIERI, M.J.; K. FRELS, K.;REGASSA, T.; WATERS, B. M.; BAENZIGER, P.S. Variation for nitrogen use efficiency traits in current and historical Great Plains hard winter wheat. **Euphytica**, 2017.

HAMMOND, L. C.; BLACK, C. A.; NORMAN, A. G. Nutrient uptake by soybeans on two Iowa soils. Res. Bull. 384. Iowa Agric. Exp. Stn., Ames, p. 463–512, 1951.

HANWAY, J.J.; WEBER, C. R. Dry matter accumulation in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) plants as influenced by N, P, and K fertilization. **Agron. J.** v. 63, p. 263–266, 1971.

HARGER, N. **Faixas de suficiência para teores foliares de nutrientes em soja, definidas pelo uso do método DRIS, para solos de origem basáltica.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 88p, 2008.

JIANG, Y.; WU, C.; ZHANG, L.; HU, P.; HOU, W.; ZU, W.; HAN, T. Long-day effects on the terminal inflorescence development of a photoperiod-sensitive soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] variety. **Plant Science**, v.180, p.504-510, 2011.

JOSHI, J. Study of seed yield efficiency, hibrid vigor and phenotypic correlations in *Glycine max* (L.) Merrill. **Field Crop Abstr., Berks**, 28, p. 450, 1975.

KURIHARA, C. H.; VENEGAS, V. H. A.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS R. F. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em soja, como variável do potencial produtivo. **Rev. Ceres**, v. 60, n. 5 p. 690-698, 2013.

LAWN, R. J.; BITH, D. E. Response of soybeans to planting date iri South Eastern Queensland. 11. Vegetative and reproductive deveiopment. **Aust. J. Agric. Res.**, Melbourne, v. 25, p. 723-37, 1974.

LIU, B.; LIU, X.-B.; WANG, C.; JIN, J.; HERBERT, S. J.; HASHEMI, M. Responses of soybean yield and yield components to light enrichment and planting density. *Int.J. Plant Prod.*, Gorgan/Iran, v. 4, n. 1, p. 001- 009, 2010.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, p. 319, 1997.

MONDINE, M. L.; VIEIRA, C. P.; CAMBRAIA, L. A. Época de semeadura: um importante fator que afeta a produtividade da cultura da soja. Dourados: **Embrapa Agropecuária Oeste**, 2001.

MOTA, F.S. Condições climáticas e produção de soja no sul do Brasil. **In: VERNETTI, F. de J. (Coord.) Soja**. Campinas: Fundação Cargill, p. 463, 1983.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A.L. Soja: **Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. UFRGS, 2005. Disponível em: [www.efrgs.br/agronomia/plantas/destaques/livro\\_soja.php](http://www.efrgs.br/agronomia/plantas/destaques/livro_soja.php)> Acesso em: 10. dez. 2018.

NAVARRO J. R. H. M.; COSTA, J. A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.269-274, 2002.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L.; FARIAS, J.R.B.; OYA, T. Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. In: Bonatto, E.R. (eds.). **Estresses em soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, cap.1, p.19-44, 2000.

PAULETTI, V. **Nutrientes: Teores e Interpretações** 2. Ed. Castro, PR, 2004.

PARVEJ, M. R.; SLATON, N. A.; PURCELL, L. C.; ROBERTS, T. L. Potassium fertility effects yield components and seed potassium concentration of determinate and indeterminate soybean. **Agron. J.** 107:943–950, 2015.

PEIXOTO, G. P.; CÂMARA, G. M.; MARCHIORI, L. F. S.; GUERZONI, R. A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes de produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n 1. 1, p. 46-61, 2000.

PENARIOL, A. **Soja, cultivares no lugar certo**. Informações Agrônômicas, n. 90. 2000.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, p.1633–1644, 2007.

PÍPOLO, A. E. **Influência da temperatura sobre as concentrações de proteínas e óleo em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 2002 128f. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.



RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; BERTAGNOLLI, P. F.; LUZ, J. S. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 431-437, 2001.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; TEIXEIRA, M. C.; GUARESCHI, R. Efeito da temperatura e do fotoperíodo na duração e na taxa de crescimento de grãos de soja. (Embrapa Trigo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento online, 35), Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 28, 2006.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. **How a soybean plant develops.** Ames: Iowa State University of Science and Technology-Cooperative Extension Service, p. 20, 1994.

SADLER, E.J.; KARLEN D.L. Aerial dry matter and nutrient accumulation comparisons among five soybean experiments. **Commun. Soil Sci. Plant Anal**, v. 26, p. 3145–3163, 1995.

SADRAS, V.O. The N:P stoichiometry of cereal, grain legume and oilseed crops. **Field Crops Res**, v. 95, p. 13–29, 2006.

SANTOS, O.S. **A cultura da soja – 1: Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.** São Paulo: Globo, p. 299, 1988.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. C. **Melhoramento da Soja.** In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas.** Viçosa: UFV, cap. 14, p. 487-531, 1999.

SFREDO, G. J.; LANTMANN, A. F.; CAMPO, R. J.; BORKERT, C. M. **Soja: nutrição mineral, adubação e calagem.** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, p. 51, 1986.

SHEN, Y.; LI, X. Phenological changes of corn and soybeans over U.S. by Bayesian change-point model. **Sustainability**, v. 7, p. 6781–6803, 2015.

SIGH, T.P. Harvest index in lentil. **Euphytica**, Wageningen, v. 26, n. 3, p. 833-9, 1977.

SINGH, S.P. Broadening the genetic base of common bean cultivars: a review. **CropSci**, Stanford, v. 41, n.6, p. 1659-1675, 2001.

SIQUEIRA, O. J. F.; SCHERER, E. E.; TASSINARI, G.; ANGHINONI, I.; PATELLA, J. F.; TEDESCO, M. J.; MILAN, P. A.; ERNANI, P. R. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Passo Fundo: Embrapa-CNPT, p.100, 1987.

SPECHT, J.E.; HUME, D.J.; KUMUDINI, S.V. Soybean yield potential—A genetic and physiological perspective. **Crop Sci**. v. 39, n.6, p. 1560–1570, 1999.

STRECK, N. A.; TIBOLA, T.; LAGO, I.; BURIOL, G. A.; HELDWEIN, A. B.; SCHNEIDER, F. M.; ZAGO, V. Estimativa do plastrocono em meloeiro (*Cucumis melo*

L.) cultivado em estufa plástica em diferentes épocas do ano. **Ciência Rural**, v.35, p. 1275-1280, 2005.

STRECK, N.A.; DE PAULA, G. M.; CAMERA, C.; MENEZES, N. L.; LAGO, I. Estimativa do plastocrono em cultivares de soja. **Bragantia**, v.67, p.67-73, 2008.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. Solos do Rio Grande do Sul. 3. ed. **UFRGS: EMATER/RS-ASCAR**, Porto Alegre, p. 251, 2018.

THOMAS, A. L.; LANGE, C.E. (Org.) Soja em solos de várzea do sul do Brasil. 1<sup>o</sup> ed. Porto Alegre: **Evangraf**, p. 128, 2014.

USDA- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Oilseeds: World Markets and Trade. Brazil ships soybeans at record pace. **Circular Series**, 2015.

VAN DE WIEL, C.C.M., VAN DER LINDEN, C. G.; SCHOLTEN, O. E. Improving phosphorus use efficiency in agriculture: Opportunities for breeding. **Euphytica**, v. 207, p. 1–22, 2016.

VEGA, C. R. C.; ANDRADE, F. H.; SANDRAS, V. O.; UHART, S.A.; VALENTINUZ, O. R. Seed number as a function of growth: A comparative study in soybean, sunflower, and maize. **Crop Science**, v. 41, n. 3, p. 748-754, 2001. Disponível em: < <https://www.crops.org/publications/cs/abstracts/41/3/748> >. Acesso em: 02 fev. 2019.

WALLACE, D. H.; MUNCER, H. M. Studies of the physiological basis for yield differences. II. Variations in dry matter distribution among aerial organs for several dry bean varieties. **Crop Science**. v. 6, p. 503-7, 1966.

WEBER, P.S. **Componentes de rendimento e grupo de maturidade relative que influenciam o potencial de produtividade da soja**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, p. 34, 2017.

ZANON, A.J.; STRECK, N. A.; ROCHA, T. S. M.; ALBERTO, C. M.; BARTZ, A. C.; PAULA, G. M.; TOMIOZZO, R.; COSTA, L.C.; FENSTERSEIFER, C. A.; TAGLIAPIETRA, E. L.; CARDOSO, A. P.; WEBER, P. S.; BEXAIRA, K. P. Efeito do tipo de crescimento no desenvolvimento de cultivares modernas de soja após o início do florescimento no Rio Grande do Sul. **Bragantia**, v.75, p.445-458, 2016.

## APÊNDICES

Apêndice I Massas secas de hastes (MSH), folhas (MSF), legumes (MSL), soma dessas partes (H+F+L), grão (MSG) e total da parte aérea (MST) de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019

Massas secas de hastes (MSH), folhas (MSF), legumes (MSL), soma dessas partes (H+F+L), grão (MSG) e total da parte aérea (MST) de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019

Cultivar	MSH		MSF		MSL		MSHFL		RG 13%		MST	
	Mg/há	%	Mg/ha	%	Mg/ha	%	Mg/ha	%	Mg/ha	%	Mg/ha	
Raio	2,2	G 19	1,7	c 15	1,8	b 16	5,7	g 50	5,77	b 50	11,5	e
95R51	2,3	G 21	1,7	c 16	1,7	b 16	5,7	g 52	5,21	d 48	10,9	f
54I52	2,6	f 21	1,7	c 14	1,8	b 15	6,2	f 51	6,07	a 50	12,2	d
Elite	3,4	d 26	1,9	c 14	2,0	a 15	7,4	d 56	5,87	b 44	13,2	c
5947	4,3	a 30	2,3	b 16	1,8	b 13	8,4	c 59	5,87	b 41	14,3	a
Alvo	3,1	e 26	1,8	c 15	1,7	b 14	6,6	e 55	5,48	c 45	12,1	d
7062	4,3	a 33	1,9	c 15	1,9	a 15	8,1	c 62	4,86	e 37	13,0	c
5909	4,0	b 28	2,2	b 16	2,0	a 14	8,2	c 58	5,83	b 42	14,0	a
Potência	4,4	a 30	2,8	a 19	2,0	a 14	9,3	a 63	5,37	c 37	14,7	a
6700	4,3	a 32	3,0	a 22	1,6	b 12	8,9	b 66	4,58	f 34	13,5	b
Ícone	3,8	c 28	2,8	a 20	1,7	b 12	8,2	c 60	5,48	c 40	13,7	b
Antares	3,5	d 24	3,2	a 22	2,1	a 15	8,8	b 61	5,57	c 39	14,3	a
Média	3,5	27	2,3	17	1,8	14	7,6	58	5,5	42	13,1	
CV (%)	4,0		10,5		5,8		3,6		2,1		2,5	

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem entre tratamentos, conforme o Teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ); C.V. (%): coeficiente de variação.

Apêndice II Índice de colheita sem (IC) e com a massa de folha (ICF), altura de planta (Al), número de nós (NN), de legumes (NL), grãos por legume (NGL) e massa de mil sementes (MMS) de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019.

Índice de colheita sem (IC) e com a massa de folha (ICF), altura de planta (Al), número de nós (NN), de legumes (NL), grãos por legume (NGL) e massa de mil sementes (MMS) de cultivares de soja, semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019.

Cultivar	IC	ICF	Al	NN	NL	NGL	MMS
			m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	g
Raio	0,50 a	0,59 a	0,87 h	506 d	1261 c	2,42 b	189 c
95R51	0,48 b	0,56 b	0,94 g	457 d	1336 c	2,30 c	172 e
54I52	0,50 a	0,58 b	1,07 f	530 d	1373 c	2,55 a	171 e
Elite	0,44 c	0,52 d	1,13 e	634 b	1506 b	2,27 c	166 f
5947	0,41 d	0,49 e	1,22 d	751 a	1457 b	2,65 a	153 h
Alvo	0,45 c	0,53 c	1,08 f	583 c	1442 b	1,97 d	189 c
7062	0,37 f	0,44 g	1,42 a	547 c	1258 c	1,75 e	214 a
5909	0,42 d	0,49 e	1,08 f	723 a	1504 b	2,10 d	186 d
Potência	0,37 f	0,45 f	1,29 c	707 a	1553 b	2,20 c	160 g
6700	0,34 g	0,44 g	1,31 c	562 c	1408 c	2,22 c	150 i
Ícone	0,40 d	0,50 e	1,32 c	603 c	1315 c	2,00 d	203 b
Antares	0,39 e	0,50 e	1,36 b	590 c	1651 a	2,30 c	147 i
Média	0,42	0,51	1,14	600	1422	2,23	176
C.V. (%)	2,0	1,6	2,15	9,96	5,64	5,24	1,08

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem entre tratamentos, conforme o Teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ); C.V. (%): coeficiente de variação;

Apêndice III Massa seca de haste (MSH), folha (MSF), legume (MSL) e soma dessas partes (H+F+L), massa seca de grão (MSG) e do total acumulado de parte aérea (MST) de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019



Massa seca de haste (MSH), folha (MSF), legume (MSL) e soma dessas partes (H+F+L), massa seca de grão (MSG) e do total acumulado de parte aérea (MST) de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019.

Cultivar	MSH		MSF		MSL		MSHFL		RG 13%		MST	
	Mg/ha	%	Mg/ha	%	Mg/ha	%	Mg/ha	%	Mg/ha	%	Mg/ha	
Raio	2,0	e 21	1,3	d 13	1,5	b 15	4,8	e 49	4,95	c 51	9,7	d
95R51	2,0	e 21	1,8	b 19	1,5	b 16	5,2	d 54	4,36	f 45	9,6	d
54I52	2,0	e 19	1,6	c 16	1,6	b 16	5,2	d 51	5,10	b 50	10,3	c
Elite	2,4	c 22	1,8	b 16	1,6	b 15	5,8	b 53	5,21	b 47	11,0	b
5947	2,9	b 25	2,0	a 17	1,6	b 14	6,5	a 56	5,11	b 44	11,6	a
Alvo	1,9	e 18	1,6	c 15	1,5	b 14	5,0	e 48	5,38	a 52	10,4	c
7062	2,8	b 25	2,0	a 18	1,7	a 15	6,5	a 57	4,89	c 43	11,4	a
5909	2,3	d 22	1,6	c 15	1,7	a 16	5,6	c 52	5,03	c 47	10,7	b
Potência	2,7	b 25	2,0	a 18	1,6	b 15	6,4	a 59	4,51	e 41	10,9	b
6700	2,6	b 26	1,8	b 18	1,4	b 14	5,9	b 58	4,20	f 42	10,1	c
Ícone	3,3	a 29	1,7	b 15	1,5	b 13	6,5	a 58	4,74	d 42	11,2	a
Antares	2,7	b 25	2,0	a 19	1,7	a 16	6,4	a 60	4,28	f 40	10,7	b
Média	2,5	23	1,8	17	1,6	15	5,8	55	4,8	45	10,6	
CV (%)	3,6		6,8		5,8		3,1		2,2		2,4	

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem entre tratamentos, conforme o Teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ); C.V. (%): coeficiente de variação;

Apêndice IV Índice de colheita sem (IC) e com a massa de folha (ICF), altura de planta (Al), número de nós (NN), de legumes (NL), grãos por legume (NGL) e massa de mil sementes (MMS) de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019.

Índice de colheita sem (IC) e com a massa de folha (ICF), altura de planta (Al), número de nós (NN), de legumes (NL), grãos por legume (NGL) e massa de mil sementes (MMS) de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019.

Cultivar	IC	ICF	Altura	NN	NL	NGL	MMS
			m	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	g
Raio	0,51 a	0,59 b	0,73 f	568 b	1282 c	2,22 c	175 c
95R51	0,45 d	0,56 c	0,84 d	519 c	1205 d	2,10 d	174 c
54I52	0,50 b	0,59 b	0,81 e	508 c	1426 b	2,20 c	161 d
Elite	0,47 c	0,57 c	0,87 d	495 d	1438 b	2,25 c	159 d
5947	0,44 e	0,53 d	1,05 b	614 a	1568 a	2,22 c	147 g
Alvo	0,52 a	0,61 a	0,85 d	548 b	1303 c	2,65 a	155 e
7062	0,43 f	0,52 e	1,09 b	476 d	1067 e	2,30 b	199 a
5909	0,47 c	0,55 c	0,92 c	637 a	1421 b	2,32 b	154 e
Potência	0,41 g	0,51 f	1,17 a	561 b	1322 c	2,30 b	148 f
6700	0,42 g	0,51 f	1,14 a	476 d	1311 c	2,07 d	151 f
Ícone	0,42 f	0,50 f	1,17 a	542 b	1338 c	1,82 e	192 b
Antares	0,40 h	0,49 g	1,06 b	511 c	1326 c	2,25 c	145 g
Média	0,45	0,54	0,95	538	1334	2,22	163
CV (%)	1,6	1,5	2,3	3,6	2,7	2,7	1,3

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem entre tratamentos, conforme o Teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ); C.V. (%): coeficiente de variação;

Apêndice V Teor de macronutrientes na palha e no grão de cultivares de soja semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019.

Teor de macronutrientes na palha e no grão de cultivares de soja semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019.

Cultivar	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		Ca		Mg		S	
	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão
	(%)											
Raio	1,20 b	7,30 ns	0,36 a	1,10 ns	1,76 a	2,06 ns	1,05 b	0,18 b	0,39 a	0,21 b	0,13 a	0,32 ns
95R51	1,38 a	7,01	0,38 a	1,14	0,97 b	2,12	0,87 c	0,17 b	0,32 b	0,21 b	0,14 a	0,36
54I52	1,50 a	7,20	0,38 a	1,12	1,08 b	2,17	1,05 b	0,16 b	0,35 a	0,22 b	0,14 a	0,35
Elite	1,28 b	7,27	0,36 a	1,21	1,55 a	2,17	1,32 a	0,20 a	0,40 a	0,22 b	0,13 a	0,37
5947	1,38 a	7,21	0,36 a	1,10	1,26 b	2,30	0,90 c	0,20 a	0,30 b	0,21 b	0,13 a	0,34
Alvo	1,42 a	8,05	0,34 a	1,16	1,72 a	2,27	0,91 c	0,21 a	0,36 a	0,26 a	0,14 a	0,36
7062	1,07 b	6,75	0,30 b	0,99	1,66 a	1,99	0,58 c	0,16 b	0,31 b	0,21 b	0,10 b	0,32
5909	1,40 a	7,28	0,27 b	1,09	1,15 b	2,05	0,79 c	0,22 a	0,30 b	0,26 a	0,10 b	0,35
Potência	1,51 a	6,89	0,36 a	1,17	1,57 a	2,17	0,70 c	0,20 a	0,37 a	0,23 b	0,13 a	0,39
6700	1,65 a	7,65	0,33 a	1,16	1,59 a	2,31	0,73 c	0,20 a	0,33 b	0,23 b	0,13 a	0,37
ícone	1,34 a	6,89	0,40 a	1,04	1,91 a	2,12	0,77 c	0,17 b	0,34 a	0,22 b	0,13 a	0,36
Antares	1,42 a	7,29	0,32 b	1,14	1,77 a	2,17	0,86 c	0,19 a	0,27 b	0,23 b	0,10 b	0,35
Média	1,38	7,23	0,35	1,12	1,50	2,16	0,88	0,19	0,34	0,23	0,12	0,35
C.V. (%)	11,7	10,2	11,9	8,0	15,1	6,4	17,6	10,7	15,6	7,1	14,2	6,9

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem entre tratamentos, conforme o Teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ); C.V. (%): coeficiente de variação;

Apêndice VI Teor de macronutrientes na palha e no grão de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019.

Teor de macronutrientes na palha e no grão de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019.

Cultivar	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		Ca		Mg		S	
	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão
Raio	1,36 c	6,97 ns	0,30 c	1,15 ns	1,78 a	2,17 ns	0,67 f	0,21 a	0,32 ns	0,24 ns	0,15 b	0,35 ns
95R51	0,99 d	6,97	0,34 c	1,11	1,35 b	2,17	0,76 f	0,18 b	0,32	0,21	0,14 b	0,36
54I52	1,43 c	6,91	0,55 a	1,12	1,46 b	2,20	0,81 e	0,15 b	0,32	0,23	0,15 b	0,36
Elite	1,62 b	7,55	0,45 b	1,20	1,44 b	2,14	0,83 e	0,19 a	0,33	0,22	0,14 b	0,37
5947	1,41 c	7,53	0,36 c	1,12	1,56 b	2,26	0,95 d	0,17 b	0,33	0,22	0,15 b	0,36
Alvo	1,05 d	7,32	0,39 c	1,13	1,48 b	2,20	0,87 d	0,16 b	0,36	0,22	0,15 b	0,35
7062	1,08 d	7,04	0,44 b	1,19	1,62 a	2,23	1,50 a	0,15 b	0,35	0,22	0,22 a	0,36
5909	1,06 d	6,83	0,51 a	1,19	1,43 b	2,18	0,99 d	0,21 a	0,38	0,24	0,18 b	0,35
Potência	1,51 c	7,32	0,44 b	1,13	1,31 b	2,07	0,95 d	0,15 b	0,30	0,22	0,16 b	0,37
6700	1,68 b	7,84	0,59 a	1,17	1,83 a	2,08	1,23 b	0,16 b	0,44	0,22	0,24 a	0,36
ícone	2,05 a	7,54	0,37 c	1,12	1,74 a	2,27	0,74 f	0,17 b	0,35	0,23	0,21 a	0,35
Antares	1,72 b	7,83	0,52 a	1,12	1,31 b	2,17	1,09 c	0,14 b	0,33	0,21	0,21 a	0,35
Média	1,41	7,30	0,44	1,15	1,53	2,18	0,95	0,17	0,34	0,22	0,17	0,36
C.V. (%)	9,67	7,55	15,41	5,86	14,54	5,81	7,20	10,41	14,78	7,37	9,49	5,27

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem entre tratamentos, conforme o Teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ); C.V. (%): coeficiente de variação;

Apêndice VII Teor de micronutrientes na palha e no grão de cultivares de soja  
semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019.



Teor de micronutrientes na palha e no grão de cultivares de soja semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019.

Cultivar	Mn		Zn		Fe		B		Cu	
	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão
Raio	94 a	17,3 b	11,4 a	25 ns	288 c	56 b	39 ns	61 a	5,6 ns	14,3 ns
95R51	85 a	17,1 b	10,0 b	26	800 a	55 b	36	40 c	6,5	15,5
54I52	91 a	16,3 b	9,3 c	26	707 a	56 b	38	35 d	5,3	13,3
Elite	88 a	18,7 b	8,0 d	25	439 b	51 b	41	31 e	5,5	14,5
5947	82 a	18,3 b	7,0 e	27	190 d	54 b	38	35 d	5,5	14,7
Alvo	82 a	20,7 a	7,0 e	27	153 d	58 a	43	42 c	5,5	16,9
7062	61 b	16,7 b	6,0 f	25	102 f	57 b	34	36 d	5,0	16,8
5909	67 b	21,7 a	5,8 f	26	468 b	62 a	40	45 c	5,8	14,5
Potência	53 b	19,5 a	6,8 e	27	127 e	60 a	42	43 c	5,8	15,3
6700	65 b	21,3 a	5,5 f	28	160 d	59 a	37	37 d	5,4	16,4
ícone	62 b	18,8 b	6,0 f	26	93 f	55 b	38	37 d	5,5	16,3
Antares	71 b	20,3 a	5,5 f	27	164 d	61 a	38	51 b	5,4	15,7
Média	75	18,9	7,3	26,2	307,3	57,0	38,6	41,1	5,6	15,4
C.V. (%)	15,5	10,3	4,2	8,1	6,2	14,6	8,4	9,3	8,4	10,3

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem entre tratamentos, conforme o Teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ); C.V. (%): coeficiente de variação;

Apêndice VIII Teor de micronutrientes na palha e no grão de cultivares de soja  
semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019.

Teor de micronutrientes na palha e no grão de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019

Cultivar	Mn		Zn		Fe		B		Cu	
	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão	Palha	Grão
Raio	38 c	17,7 ns	3,8 d	25 ns	66 d	51 ns	35 a	53 a	6,5 a	15,8 ns
95R51	69 b	17,8	5,3 d	26	116 c	50	32 a	33 b	5,6 b	14,8
54I52	54 c	16,7	6,5 c	26	200 b	57	36 a	24 d	5,9 a	15,3
Elite	59 b	17,3	8,3 b	27	167 c	46	35 a	22 d	5,3 b	15,8
5947	49 c	18,2	5,5 d	27	90 d	51	35 a	22 d	4,7 b	15,3
Alvo	68 b	15,8	7,3 c	26	131 c	53	41 a	18 e	6,4 a	15,6
7062	110 a	18,8	10,3 b	27	281 a	56	40 a	20 e	5,3 b	16,9
5909	54 c	20,5	6,3 c	28	103 d	54	35 a	19 e	5,4 b	15,3
Potência	63 b	17,2	6,8 c	28	123 c	47	24 b	26 c	5,2 b	15,8
6700	100 a	18,6	9,2 b	29	269 a	51	38 a	26 c	5,6 b	16,6
ícone	43 c	19,3	5,0 d	28	146 c	55	38 a	23 d	5,1 b	15,3
Antares	110 a	17,5	12,3 a	27	286 a	43	35 a	22 d	6,1 a	16,3
Média	68	17,9	7,2	27	165	51	35	26	5,6	15,7
C.V. (%)	16,9	10,3	18,8	8,1	18,8	14,6	11,4	9,3	4,1	10,3

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem entre tratamentos, conforme o Teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ); C.V. (%): coeficiente de variação;

Apêndice IX Extração na palha, exportação no grão, extração total e índice de colheita (IC) de macronutrientes na primeira época de semeadura de cultivares de soja semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019.

Extração na palha, exportação no grão, extração total e índice de colheita (IC) de macronutrientes na primeira época de semeadura de cultivares de soja  
semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019

Cultivar	N			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O			Ca			Mg			S								
	Palha	Grão	Total	IC	Palha	Grão	Total	IC	Palha	Grão	Total	IC	Palha	Grão	Total	IC	Palha	Grão	Total	IC				
	(kg/ha)	(kg/ha)	(%)	(%)	(kg/ha)	(kg/ha)	(%)	(%)	(kg/ha)	(kg/ha)	(%)	(%)	(kg/ha)	(kg/ha)	(%)	(%)	(kg/ha)	(kg/ha)	(%)	(%)				
Raio	69 d	421 a	490 a	0,86	21 b	64 a	84 b	0,75	101 b	119 b	220 c	0,54	60 c	11 b	71 c	0,15	22 b	12 b	34 b	0,36	8 b	18 b	26 c	0,71
95R51	79 d	365 b	445 b	0,82	22 b	59 a	81 b	0,73	56 b	110 c	166 d	0,66	50 c	9 c	59 c	0,15	18 b	11 c	29 b	0,37	8 b	19 a	27 c	0,71
54I52	93 c	437 a	530 a	0,83	23 b	68 a	91 a	0,74	67 c	131 a	198 c	0,66	65 c	10 b	75 c	0,13	22 b	14 a	35 b	0,39	8 b	22 a	30 a	0,72
Elite	94 c	427 a	521 a	0,82	26 b	71 a	97 a	0,73	114 c	128 a	242 b	0,53	97 a	12 a	109 a	0,11	30 a	13 b	42 a	0,30	9 b	22 a	31 a	0,70
5947	116 b	423 a	539 a	0,78	30 a	64 a	95 a	0,68	106 b	135 a	241 b	0,56	76 b	12 a	87 b	0,13	25 b	13 b	38 a	0,33	11 a	20 a	30 a	0,65
Alvo	94 c	441 a	535 a	0,82	23 b	63 a	86 b	0,74	114 b	124 b	238 b	0,52	60 c	12 a	71 c	0,16	24 b	14 a	38 a	0,37	9 b	20 a	29 b	0,69
7062	87 c	328 b	415 b	0,79	24 b	48 b	72 c	0,66	135 a	97 d	232 b	0,42	48 c	8 c	55 c	0,14	25 b	10 c	35 b	0,28	8 b	16 b	24 c	0,65
5909	115 b	424 a	539 a	0,79	23 b	64 a	86 b	0,74	95 b	119 b	214 c	0,56	64 c	13 a	77 c	0,17	24 b	15 a	39 a	0,38	8 b	20 a	28 b	0,72
Potência	141 a	370 b	511 a	0,72	34 a	63 a	96 a	0,65	146 a	116 b	262 a	0,44	65 c	11 b	76 c	0,14	34 a	13 b	47 a	0,27	13 a	21 a	33 a	0,62
6700	147 a	350 b	497 a	0,70	30 a	53 b	83 b	0,64	142 a	106 c	248 b	0,43	65 c	9 c	74 c	0,12	29 a	10 b	40 a	0,26	11 a	17 b	28 b	0,60
ícone	110 b	377 b	487 a	0,77	33 a	57 b	90 a	0,63	157 a	116 c	273 a	0,42	63 c	9 c	73 c	0,13	28 a	12 c	40 a	0,30	11 a	20 a	31 a	0,64
Antares	125 b	406 a	531 a	0,76	28 a	63 a	92 a	0,69	156 a	121 b	276 a	0,44	76 b	10 b	86 b	0,12	23 b	13 b	36 b	0,35	9 b	20 a	29 b	0,69
Média	106	398	503	0,79	26	61	88	0,70	116	119	234	0,51	66	10	76	0,14	25	12	38	0,33	9	19	29	0,67
C.V. (%)	9,6	10,9	8,6		11,7	8,6	6,4		15,7	7,5	8,4		18,7	9,3	16,0		15,4	7,6	11,2		7,5	7,3	8,1	

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem entre tratamentos, conforme o Teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ); C.V. (%): coeficiente de variação;

Apêndice X Extração na palha, exportação no grão, extração total e índice de colheita (IC) de macronutrientes na primeira época de semeadura de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019

Extração na palha, exportação no grão, extração total e índice de colheita (IC) de macronutrientes na primeira época de semeadura de cultivares de soja  
semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019

Cultivar	N			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O			Ca			Mg			S								
	Palha	Grão	Total	IC (%)	Palha	Grão	Total	IC (%)	Palha	Grão	Total	IC (%)	Palha	Grão	Total	IC (%)	Palha	Grão	Total	IC (%)				
Raio	65 d	343 b	408 b	0,84	14 d	57 a	71 b	0,80	85 b	108 a	193 b	0,56	32 g	10 a	42 e	0,24	15 b	12 a	27 b	0,44	7 c	17 a	24 c	0,71
95R51	52 e	302 b	354 c	0,85	18 d	49 b	67 b	0,73	71 b	95 b	166 b	0,57	40 f	8 b	47 e	0,16	17 b	9 b	26 b	0,36	7 c	16 b	23 c	0,68
54I52	74 d	353 b	428 b	0,83	29 b	57 a	86 a	0,67	76 b	112 a	188 b	0,60	42 f	8 b	50 d	0,16	16 b	12 a	28 b	0,42	8 c	18 a	26 b	0,70
Elite	94 c	392 a	485 a	0,81	26 b	62 a	89 a	0,70	83 b	111 a	195 b	0,57	48 e	10 a	58 d	0,17	19 b	12 a	31 a	0,38	8 c	19 a	27 b	0,70
5947	91 c	386 a	477 a	0,81	23 c	57 a	81 a	0,71	101 a	116 a	217 a	0,53	61 c	9 b	70 c	0,12	22 a	11 a	33 a	0,34	10 b	18 a	28 b	0,65
Alvo	53 e	390 a	443 b	0,88	20 d	61 a	81 b	0,76	75 b	118 a	193 b	0,61	44 f	9 b	53 d	0,17	18 b	12 a	30 a	0,40	8 c	19 a	26 c	0,71
7062	70 d	345 b	415 b	0,83	28 b	58 a	86 b	0,67	105 a	109 a	215 b	0,51	97 a	7 c	105 a	0,07	23 a	11 a	33 a	0,32	14 a	17 a	32 b	0,55
5909	59 e	346 b	405 b	0,85	29 b	60 a	88 a	0,67	80 b	110 a	190 b	0,58	55 d	10 a	66 c	0,16	21 a	12 a	33 a	0,37	10 b	18 a	27 b	0,64
Potência	96 c	329 b	425 b	0,77	28 b	51 b	80 a	0,64	84 b	94 b	177 b	0,53	61 c	7 c	67 c	0,10	19 b	10 b	29 a	0,35	10 b	17 b	26 b	0,63
6700	99 c	331 b	430 b	0,77	35 a	49 b	84 a	0,59	108 a	87 b	195 b	0,45	73 b	7 c	80 b	0,09	26 a	9 b	36 a	0,26	14 a	15 b	29 b	0,52
ícone	133 a	361 b	494 a	0,73	24 c	53 b	77 b	0,69	113 a	108 a	221 a	0,49	48 e	8 b	56 d	0,14	23 a	11 a	34 a	0,33	14 a	17 b	30 a	0,55
Antares	110 b	335 b	445 b	0,75	34 a	48 b	81 a	0,59	84 b	93 b	177 b	0,53	70 b	6 c	76 b	0,08	21 a	9 b	30 a	0,30	14 a	15 b	29 a	0,52
Média	83	351	434	0,81	26	55	81	0,68	89	105	194	0,54	56	8	64	0,13	20	11	31	0,35	10	17	27	0,63
C.V. (%)	10,0	8,2	7,3		16,0	6,7	8,1		13,5	6,5	8,4		7,5	11,1	7,8		14,8	8,0	10,3		9,8	6,3	6,4	

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem entre tratamentos, conforme o Teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ); C.V. (%): coeficiente de variação;

Apêndice XI Extração na palha, exportação no grão, extração total e índice de colheita (IC) de micronutrientes na primeira época de semeadura de cultivares de soja semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019



Extração na palha, exportação no grão, extração total e índice de colheita (IC) de micronutrientes na primeira época de semeadura de cultivares de soja semeadas em 05/11/2016. Passo Fundo, RS, 2019

Cultivar	Mn				Zn				Fe				B				Cu			
	Palha	Grão	Total	IC (%)	Palha	Grão	Total	IC (%)	Palha	Grão	Total	IC (%)	Palha	Grão	Total	IC (%)	Grão	Total	IC (%)	
Raio	5,40 b	1,00 b	6,4 b	0,16	0,65 a	1,41 a	2,07 a	0,68	16,49 d	3,23 b	19,7 d	0,16	2,2 d	3,5 a	5,7 a	0,61	0,32 b	0,83 ns	1,15 b	0,72
95R51	4,87 b	0,88 c	5,8 b	0,15	0,57 a	1,37 b	1,95 b	0,71	45,94 a	2,83 c	48,8 a	0,06	2,0 d	2,1 e	4,1 c	0,51	0,37 b	0,81	1,18 b	0,69
54I52	5,60 b	1,01 b	6,6 b	0,15	0,57 a	1,58 a	2,15 a	0,73	43,48 a	3,35 b	46,8 a	0,07	2,3 d	2,1 e	4,5 c	0,48	0,33 b	0,81	1,13 b	0,71
Elite	6,52 a	1,09 a	7,6 a	0,14	0,59 a	1,48 a	2,07 a	0,72	32,31 c	3,02 c	35,3 c	0,09	3,0 b	1,8 f	4,8 b	0,38	0,41 b	0,85	1,26 a	0,68
5947	6,95 a	1,08 a	8,0 a	0,13	0,59 a	1,58 a	2,17 a	0,73	16,01 d	3,20 b	19,2 d	0,17	3,2 b	2,1 e	5,3 b	0,39	0,47 a	0,86	1,33 a	0,65
Alvo	5,40 b	1,14 a	6,5 b	0,17	0,46 b	1,45 a	1,91 b	0,76	10,05 e	3,06 c	13,1 e	0,23	2,8 c	2,3 d	5,1 b	0,45	0,37 b	0,92	1,29 a	0,72
7062	4,96 b	0,80 c	5,8 b	0,14	0,49 b	1,18 b	1,68 c	0,71	8,30 e	2,69 c	11,0 e	0,24	2,7 c	1,7 f	4,5 c	0,39	0,40 b	0,82	1,22 b	0,67
5909	5,44 b	1,28 a	6,7 b	0,19	0,47 b	1,52 a	1,99 a	0,76	38,26 b	3,67 a	41,9 b	0,09	3,3 b	2,6 c	5,9 a	0,44	0,48 a	0,85	1,32 a	0,64
Potência	4,91 b	1,05 a	6,0 b	0,18	0,63 a	1,47 a	2,10 a	0,70	11,76 e	3,25 b	15,0 e	0,22	3,9 a	2,3 d	6,2 a	0,37	0,54 a	0,83	1,36 a	0,61
6700	5,78 b	0,97 b	6,7 b	0,14	0,49 b	1,31 b	1,80 c	0,73	14,25 d	2,70 c	17,0 d	0,16	3,3 b	1,7 f	5,0 b	0,34	0,48 a	0,75	1,23 b	0,61
icone	5,09 b	1,02 b	6,1 b	0,17	0,49 b	1,40 a	1,89 b	0,74	7,62 e	2,94 c	10,6 e	0,28	3,2 b	2,1 e	5,2 b	0,39	0,45 a	0,89	1,34 a	0,66
Antares	6,26 a	1,12 a	7,4 a	0,15	0,48 b	1,48 a	1,96 b	0,75	14,38 d	3,31 b	17,7 d	0,19	3,3 b	2,8 b	6,2 a	0,46	0,48 a	0,87	1,35 a	0,65
Média	5,60	1,04	6,6	0,16	0,54	1,44	1,98	0,73	21,6	3,1	24,7	0,13	2,9	2,3	5,2	0,43	0,42	0,84	1,26	0,66
C.V. (%)	15,9	11,1	13,2		9,5	9,0	6,9		8,4	7,0	6,2		9,8	6,4	7,4		12,3	10,9	8,8	

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem entre tratamentos, conforme o Teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ); C.V. (%): coeficiente de variação;

Apêndice XII Extração na palha, exportação no grão, extração total e índice de colheita (IC) de micronutrientes na primeira época de semeadura de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019

Extração na palha, exportação no grão, extração total e índice de colheita (IC) de micronutrientes na primeira época de semeadura de cultivares de soja semeadas em 08/12/2016. Passo Fundo, RS, 2019

Cultivar	Mn				Zn				Fe				B				Cu			
	Palha	Grão	Total	IC (%)	Palha	Grão	Total	IC (%)	Palha	Grão	Total	IC (%)	Palha	Grão	Total	IC (%)	Palha	Grão	Total	IC (%)
Raio	1,81 d	0,86 b	2,7 d	0,32	0,18 e	1,22 b	1,40 c	0,87	3,14 c	2,53 a	5,7 c	0,45	1,7 c	2,6 a	4,3 a	0,62	0,31 b	0,78 a	1,09 ns	0,72
95R51	3,59 c	0,77 b	4,4 c	0,18	0,27 e	1,14 b	1,41 c	0,81	6,05 c	2,21 b	8,3 c	0,27	1,7 c	1,4 b	3,1 d	0,45	0,29 b	0,65 b	0,95	0,69
54I52	2,82 c	0,85 b	3,7 d	0,23	0,34 d	1,33 a	1,67 b	0,80	10,41 b	2,82 a	13,2 b	0,21	1,9 b	1,2 c	3,1 d	0,40	0,30 b	0,78 a	1,09	0,72
Elite	3,40 c	0,90 a	4,3 c	0,21	0,48 d	1,41 a	1,89 b	0,75	9,66 b	2,38 b	12,0 b	0,20	2,0 b	1,2 c	3,2 d	0,36	0,31 b	0,83 a	1,13	0,73
5947	3,20 c	0,93 a	4,1 c	0,22	0,36 d	1,40 a	1,75 b	0,80	5,84 c	2,61 a	8,5 c	0,31	2,3 a	1,1 d	3,4 c	0,33	0,30 b	0,78 a	1,08	0,72
Alvo	3,40 c	0,85 b	4,3 c	0,20	0,37 d	1,42 a	1,79 b	0,79	6,63 c	2,81 a	9,4 c	0,30	2,0 b	1,0 d	3,0 c	0,33	0,32 b	0,84 a	1,15	0,72
7062	7,13 a	0,92 a	8,1 a	0,11	0,67 b	1,34 a	2,00 b	0,67	18,20 a	2,74 a	20,9 a	0,13	2,6 a	1,0 d	3,6 c	0,27	0,34 b	0,82 a	1,16	0,70
5909	3,02 c	1,03 a	4,1 c	0,25	0,35 d	1,39 a	1,74 b	0,80	5,76 c	2,71 a	8,5 c	0,32	2,0 b	1,0 d	3,0 b	0,33	0,30 b	0,77 a	1,07	0,72
Potência	4,03 c	0,78 b	4,8 c	0,16	0,43 d	1,28 a	1,72 b	0,75	7,81 b	2,18 b	10,0 b	0,22	1,6 c	1,2 c	2,7 d	0,43	0,33 b	0,71 b	1,04	0,68
6700	5,92 b	0,79 b	6,7 b	0,12	0,54 c	1,21 b	1,75 b	0,69	15,83 a	2,07 b	17,9 a	0,12	2,3 a	1,1 d	3,4 d	0,32	0,33 b	0,71 b	1,04	0,68
icone	2,78 c	0,93 a	3,7 d	0,25	0,32 d	1,33 a	1,66 c	0,80	9,43 b	2,58 a	12,0 b	0,21	2,5 a	1,1 d	3,5 b	0,30	0,33 b	0,74 b	1,07	0,69
Antares	7,01 a	0,75 b	7,8 a	0,10	0,79 a	1,16 b	1,95 a	0,60	18,34 a	1,85 b	20,2 a	0,09	2,2 a	0,9 d	3,2 a	0,30	0,39 a	0,69 b	1,08	0,64
Média	4,01	0,86	4,9	0,18	0,42	1,30	1,73	0,75	9,76	2,46	12,2	0,20	2,1	1,2	3,3	0,37	0,32	0,76	1,08	0,70
C.V. (%)	9,2	11,1	14,6		19,1	8,7	9,2		21,3	15,3	16,7		10,7	9,7	6,0		7,3	10,4	8,2	

Médias seguidas de diferentes letras nas colunas diferem entre tratamentos, conforme o Teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ); C.V. (%): coeficiente de variação;



## **PPGAgro**

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

**Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAMV**