

Efeito do tipo de crescimento no desenvolvimento de cultivares modernas de soja após o início do florescimento no Rio Grande do Sul

Growth habit effect on development of modern soybean cultivars after beginning of bloom in Rio Grande do Sul

Alencar Junior Zanon¹, Nereu Augusto Streck^{1*}, Thiago Schmitz Marques da Rocha¹, Cleber Maus Alberto², Alex Cristiano Bartz², Gizelli Moiano de Paula³, Regina Tomiozzo³, Liege Camargo da Costa⁴, Cesar Augusto Fensterseifer¹, Eduardo Lago Tagliapietra¹, Anthony Paz Cardoso¹, Patric Scolari Weber¹, Kelin Pribs Bexaira¹

1. Universidade Federal de Santa Maria - Departamento de Fitotecnia - Centro de Ciências Rurais - Santa Maria (RS), Brasil.
2. Universidade Federal do Pampa - Departamento de Agronomia - Itaqui (RS), Brasil.
3. Universidade Federal de Santa Maria - Frederico Westphalen (RS), Brasil.
4. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária - Júlio de Castilhos (RS), Brasil.

RESUMO: Houve mudança na genética da soja cultivada na região Sul do Brasil a partir dos anos 2000, o que demanda investimento em estudos básicos e detalhados do crescimento e desenvolvimento. O objetivo deste estudo foi caracterizar a duração do período de sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva, o crescimento em estatura e a emissão de nós após o início do florescimento em cultivares de tipo de crescimento determinado e indeterminado sementeiras em diferentes épocas e regiões produtoras de soja no Rio Grande do Sul. Experimentos de campo foram conduzidos durante os anos agrícolas de 2012/2013 e 2013/2014, em Santa Maria, Itaqui, Frederico Westphalen, Capão do Leão, Júlio de Castilhos e em 3 lavouras comerciais de soja em Restinga Sêca, Tupanciretã e Água Santa. Foram estimadas a sobreposição (em dias) das fases vegetativa e reprodutiva, diferença do número de nós e da estatura em R8 e R1. As cultivares com tipo de crescimento indeterminado apresentaram maior período de sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva, crescimento em estatura e emissão de nós após o início do florescimento em comparação com as cultivares determinadas. A magnitude dos valores de sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva e do aumento em estatura e número de nós após o R1 variaram com o tipo de crescimento, grupo de maturidade relativa, local e época de sementeira.

Palavras-chave: *Glycine max*, determinado, indeterminado, grupo de maturidade relativa.

ABSTRACT: There was a change in the genetics of soybeans grown in southern Brazil from the 2000s, which requires investment in basic and detailed studies about growth and development. The purpose in this paper was to characterize the overlap period of vegetative and reproductive phases, growth in height and the emission of nodes after the beginning of flowering in determinate and indeterminate cultivars in different sowing dates and soybean regions in Rio Grande do Sul. Field experiments were conducted during the growing seasons of 2012/2013 and 2013/2014, in Santa Maria, Itaqui, Frederico Westphalen, Capão do Leão, Júlio de Castilhos and in 3 commercial soybean crops in Restinga Sêca, Tupanciretã and Água Santa. Overlap determination (in days) of vegetative and reproductive phases, difference in the number of nodes and height in R8 and R1 were estimated. The cultivars with indeterminate growth had higher overlap period of vegetative and reproductive phases, height growth and emission of nodes after the beginning of flowering in comparison with the determinate cultivars. The magnitude of the overlap values of vegetative and reproductive phases and of the increase in height and number of nodes after R1 ranged with the type of growth, maturity group, location, and sowing date.

Key words: *Glycine max*, determinate, indeterminate, maturity group.

*Autor correspondente: nstreck2@yahoo.com.br

Recebido: 6 Nov. 2015 – Aceito: 28 Mar. 2016

INTRODUÇÃO

Na Região Sul do Brasil, ocorreu aumento da utilização de cultivares de soja com tipo de crescimento indeterminado e grupo de maturidade relativa (GMR) entre 4,5 e 6,5 a partir dos anos 2000 (Zanon et al. 2015b). No Estado do Rio Grande do Sul (RS), esse novo grupo de cultivares representou mais de 90% da área semeada com soja nos últimos 5 anos agrícolas e permitiu que muitos agricultores antecipsassem (Setembro e início de Outubro) ou atrasassem (Janeiro e início de Fevereiro) a semeadura (EMATER 2015). Essa mudança na genética e na época de semeadura da soja demanda investimento em estudos básicos e detalhados do crescimento e desenvolvimento, visando adaptar as práticas de manejo para esse novo grupo de cultivares.

Em soja, a duração do período de sobreposição do desenvolvimento vegetativo e reprodutivo tem destaque na medida em que uma maior sobreposição implica em mais competição por fotoassimilados entre o crescimento das estruturas vegetativas (folhas e ramos) e reprodutivas (legumes e grãos) (Setiyono et al. 2011). O período de sobreposição é influenciado pela temperatura e o fotoperíodo e está associado ao tipo de crescimento, definido em soja de acordo com o momento no qual cessa o crescimento da haste principal após o início do florescimento (R1) (Bernard 1972).

Utilizando-se acessos do banco de germoplasma de soja do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, Bernard et al. (1998) classificaram as cultivares de “1” (muito determinado) a “5” (muito indeterminado) de acordo com o período em que estas param de crescer vegetativamente após R1. As cultivares que apresentaram valores $< 2,0$ foram classificadas como determinadas, ou seja, são caracterizadas pelo nulo ou pequeno crescimento em estatura após o início do florescimento. As cultivares indeterminadas receberam notas $\geq 2,5$, pois continuaram emitindo nós e alongando o caule até próximo ao enchimento de grãos, e as com valores entre 2,0 e 2,5 foram classificadas como semi-determinadas. Porém, quando as cultivares de soja são semeadas antes ou após o período recomendado, a duração do período de sobreposição da fase vegetativa e reprodutiva varia com as condições meteorológicas durante o ciclo de desenvolvimento, o que pode confundir os tipos de crescimento (Bernard 1972; Heatherly e Smith 2004).

Um número limitado de ambientes e genótipos foi estudado comparando-se diferentes tipos de crescimento, e a maioria das observações foi realizada em experimentos

conduzidos fora do Brasil durante as décadas de 1970, 1980 e 1990 (Fehr et al. 1971; Bernard 1972; Bernard et al. 1998; Ashlock e Purcell 2000). Como novas cultivares de soja são lançadas anualmente e as atualmente utilizadas pelos agricultores da Região Sul do Brasil são do tipo indeterminado, com GMR menor que 6,5 e em diferentes sistemas de produção, é pertinente retomar os estudos para caracterizar a duração do período de sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva e o crescimento em estatura após R1. Essas informações podem auxiliar a assistência técnica e os agricultores na escolha da época de semeadura, das cultivares (GMR), do espaçamento entre linhas, da densidade de semeadura e de outras práticas de manejo visando explorar o potencial genético de cada cultivar.

O objetivo deste estudo foi caracterizar a duração do período de sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva, o crescimento em estatura e a emissão de nós após o início do florescimento em cultivares de tipo de crescimento determinado e indeterminado, semeadas em épocas e regiões produtoras de soja no RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimentos de campo foram conduzidos durante 2 anos agrícolas (2012/2013 e 2013/2014) em 8 locais de regiões onde predominantemente é cultivada a soja no RS (Figura 1). Os sítios experimentais estavam localizados

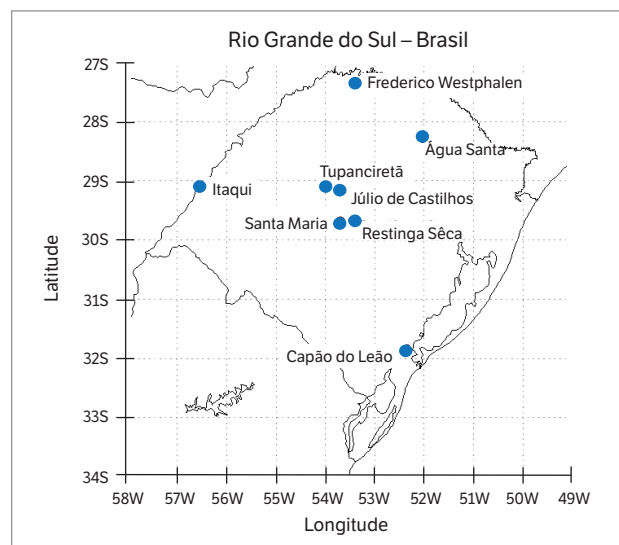


Figura 1. Locais onde foram conduzidos experimentos com a cultura da soja durante os anos agrícolas 2012/2013 e 2013/2014 no Rio Grande do Sul.

na Universidade Federal de Santa Maria (Santa Maria e Frederico Westphalen), na Universidade Federal de Pelotas (Capão do Leão), na Universidade Federal do Pampa (Itaqui), na Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária do RS - FEPAGRO Sementes (Júlio de Castilhos) e em 3 lavouras comerciais de soja localizadas nos municípios de Restinga Sêca, Tupanciretã e Água Santa. O clima predominante no RS é subtropical úmido, com verões quentes e sem estação seca definida. Cinco tipos de solo foram observados nos sítios experimentais, desde os muito profundos, mais de 2,50 m, até os pouco profundos, menos que 1,0 m. Nas regiões Sul e Oeste do RS, os experimentos foram conduzidos em áreas tradicionalmente cultivadas com arroz (terras baixas), onde a maioria dos solos apresentam pequena capacidade de armazenamento de água e baixa condutividade hidráulica, comparados com os solos de terras altas na região norte do RS (Streck et al. 2008).

As cultivares de soja utilizadas nos experimentos foram selecionadas por representarem diferentes tipos de crescimento e uma faixa de grupos de maturação que representa a totalidade dos GMRs atualmente semeados no RS (Tabela 1). Em Santa Maria, foram realizadas semeaduras antes (Setembro), durante (Novembro) e após (Fevereiro) a época recomendada no Zoneamento de Risco Climático da Soja no RS; em Itaqui,

Tabela 1. Cultivares de soja, grupos de maturidade relativa e tipos de crescimento que foram utilizadas nos experimentos de campo em Santa Maria, Itaqui, Frederico Westphalen, Capão do Leão, Júlio de Castilhos, Restinga Sêca, Tupanciretã e Água Santa, Rio Grande do Sul.

Cultivar	GMR	Tipo de crescimento
NS 4725 RR*	4,7	Indeterminado
NS 4823 RR	4,8	Indeterminado
TMG 7161 RR Inox	5,4	Indeterminado
BMX Energia RR	5,5	Indeterminado
TEC 5936IPRO	5,5	Indeterminado
BMX Turbo RR	6,0	Indeterminado
NS 6262 RR**	6,2	Indeterminado
NA 5909 RR	6,3	Indeterminado
IAS 5	6,4	Determinado
Igra RA 518 RR	6,6	Indeterminado
BMX Potência RR	6,7	Indeterminado
Fepagro 36 RR	7,2	Determinado
BRS 246 RR	7,2	Determinado
Bragg	7,3	Determinado
CD 219 RR	8,2	Determinado

*NS 4725 RR foi semeada apenas em Tupanciretã; **NS 6262 RR foi semeada apenas em Restinga Sêca. GMR = Grupo de maturidade relativa.

antes (Outubro e Novembro) e durante (Dezembro). Nos demais locais, as semeaduras ocorreram durante o período recomendado, totalizando 12 datas de semeadura (Tabela 2). A adubação de base, a inoculação das sementes com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*, o tratamento das sementes com fungicida e inseticida, bem como o controle de plantas daninhas, pragas e doenças, foram realizados de acordo com as recomendações técnicas da cultura. Em Santa Maria, os experimentos foram conduzidos com irrigação suplementar de modo que o crescimento e o desenvolvimento das plantas ocorressem sem deficiência hídrica. Nos demais locais, não houve irrigação suplementar, o que representa as condições da maioria das lavouras de soja do RS.

Os experimentos em Santa Maria, Itaqui, Capão do Leão e Frederico Westphalen foram realizados em delineamento experimental de blocos ao acaso, com 4 repetições. Cada bloco continha 17 linhas, sendo 2 de bordadura de cada lado. Cada linha continha uma cultivar e apresentou 3 m de comprimento. Em Júlio de Castilhos, o experimento tinha 3 repetições, e as parcelas apresentavam 4 linhas de cada cultivar com 5 m de comprimento. Nas lavouras comerciais (Restinga Sêca, Tupanciretã e Água Santa), os experimentos foram conduzidos na forma de parcelas demonstrativas (sem repetição), sendo cada uma formada por 4 linhas de cada cultivar com 3 m de comprimento. Em todos os experimentos e locais, o espaçamento foi de 0,45 m entre fileiras e a densidade, de 30 plantas·m⁻², que são o espaçamento e a densidade de plantas utilizados na maioria das lavouras de soja no RS (EMATER 2015).

A data de emergência foi considerada quando 50% das plantas estavam com os cotilédones acima do solo. Logo após a emissão do primeiro par de folhas unifoliadas, foram marcadas com arame colorido as plantas nas quais foram realizadas as avaliações da contagem do número de nós (NN), fenologia e estatura de planta. A data do número final de nós foi considerada quando a haste principal não emitiu mais nós. As avaliações para identificar os estágios reprodutivos, R1; R3; R4; R5; R6; R7 e R8, seguiram a escala de Fehr et al. (1971). Mais informações sobre o protocolo experimental são apresentados na Tabela 2.

Foi determinada a duração, em dias, das fases de emergência ao início do florescimento (R1), emergência ao número final de nós, início do florescimento à maturação plena (R8) e o ciclo total. A estatura de planta (distância do solo até o ápice de crescimento no caule principal, em cm) foi medida nos estágios R1 e R8. A análise estatística foi

Tabela 2. Local do experimento, altitude, textura do solo, data de semeadura, número de plantas por cultivar e frequência de avaliação de fenologia e número de nós nos experimentos conduzidos em Santa Maria, Itaqui, Frederico Westphalen, Capão do Leão, Júlio de Castilhos, Restinga Sêca, Tupanciretã e Água Santa, Rio Grande do Sul.

Local	Altitude (m)	Textura do solo	Data de semeadura	Plantas avaliadas por cultivar	Frequência das avaliações (dias)	
				Fenologia e Número de nós	Fenologia	Número de nós
Santa Maria	95	Franco	27/9/2013	20	2	2 – 4
			15/11/2013	20	2	2 – 4
			6/2/2014	20	2	2 – 4
Itaqui	74	Média	16/10/2013	20	5 – 7	5 – 7
			25/11/2013	20	5 – 7	5 – 7
			23/12/2013	20	5 – 7	5 – 7
Frederico Westphalen	566	Argiloso	23/11/2013	20	3 – 5	3 – 5
Capão do Leão	13	Mediano argiloso	9/11/2012	20	2 – 3	2 – 4
Júlio de Castilhos	513	Argila arenosa	18/11/2013	30	2 – 7	5 – 9
Restinga Sêca	63	Franco	14/11/2013	10	2 – 6	4 – 6
Tupanciretã	456	Argiloso	17/11/2013	10	4 – 6	6 – 8
Água Santa	650	Muito argiloso	18/11/2013	10	12 – 14	12 – 14
Total			12	2.840		

realizada para as variáveis sobreposição (em dias) das fases vegetativa e reprodutiva, NN em R8 menos NN em R1 e estatura em R8 menos estatura em R1.

A análise dos dados foi realizada para cada época de semeadura em todos os locais, como realizado por Heatherly e Smith (2004). As médias dessas variáveis foram distinguidas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Foi realizada a análise de contraste para comparar cultivares com tipo de crescimento determinado *versus* as cultivares com tipo de crescimento indeterminado. Como nas lavouras comerciais não houve repetições, a análise constou apenas do cálculo da média das variáveis para cada cultivar. Todas as análises estatísticas foram realizadas com auxílio do pacote estatístico SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização meteorológica

A variação dos elementos meteorológicos ao longo do ciclo de desenvolvimento das cultivares de soja, nos 8 locais e 12 épocas de semeadura, representa quase a totalidade das situações que podem ocorrer em lavouras comerciais de soja no RS (Figura 2). Na maioria dos locais e épocas de

semeadura, o desenvolvimento das plantas de soja ocorreu com temperatura média, fotoperíodo e radiação solar crescentes no início e decrescentes no restante do ciclo, representando semeaduras antes e durante a época recomendada no Zoneamento Agroclimático da Soja no RS. Nas semeaduras de 23/12/2013, em Itaqui, e 6/2/2014, em Santa Maria, essas variáveis meteorológicas foram decrescentes durante toda a estação de crescimento, representando semeaduras após a época recomendada. A variação na disponibilidade dos elementos meteorológicos em função das épocas e locais de semeadura promoveu mudanças no período de sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva, no crescimento em estatura e emissão de nós após o R1 entre os tipos de crescimento e GMR (Figuras 3, 4, 5,6).

Experimentos com irrigação suplementar

A estatura de planta e o NN em R1 foi maior nas cultivares determinadas (Tabela 3). Essa resposta concorda com estudos de Heatherly e Smith (2004) e Zanon et al. (2015a), os quais verificaram que as cultivares determinadas apresentam maior taxa de crescimento até o estágio R1, enquanto as cultivares indeterminadas apresentam crescimento inicial mais lento, porém cessando somente no início do enchimento de grãos.

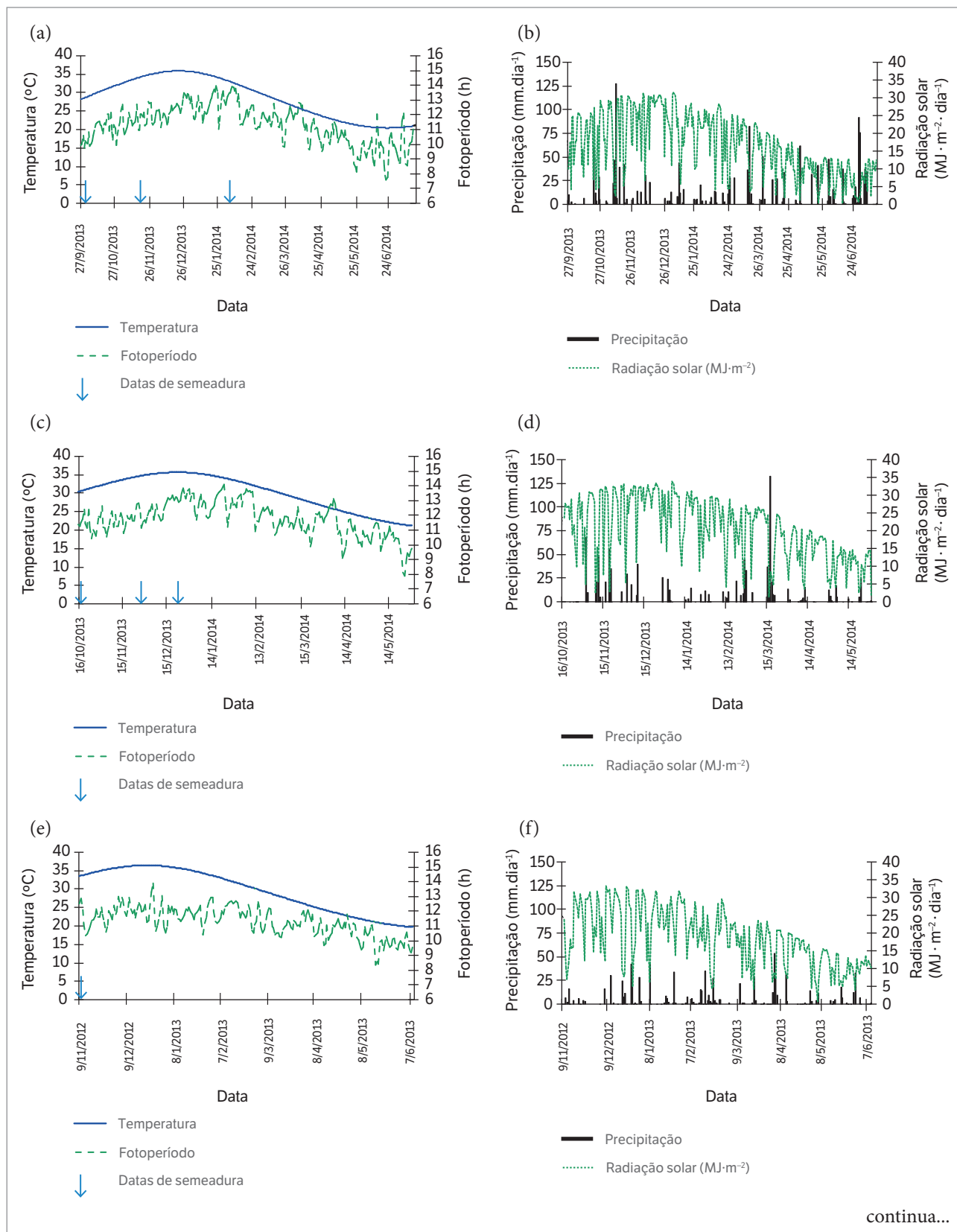


Figura 2. Temperatura média do ar (°C), fotoperíodo (h·d⁻¹), precipitação (mm·d⁻¹) e radiação solar (MJ·m⁻²·d⁻¹) durante os experimentos em Santa Maria (a, b), Itaqui (c, d), Capão do Leão (e, f), Júlio de Castilhos (g, h) e Frederico Westphalen (i, j).

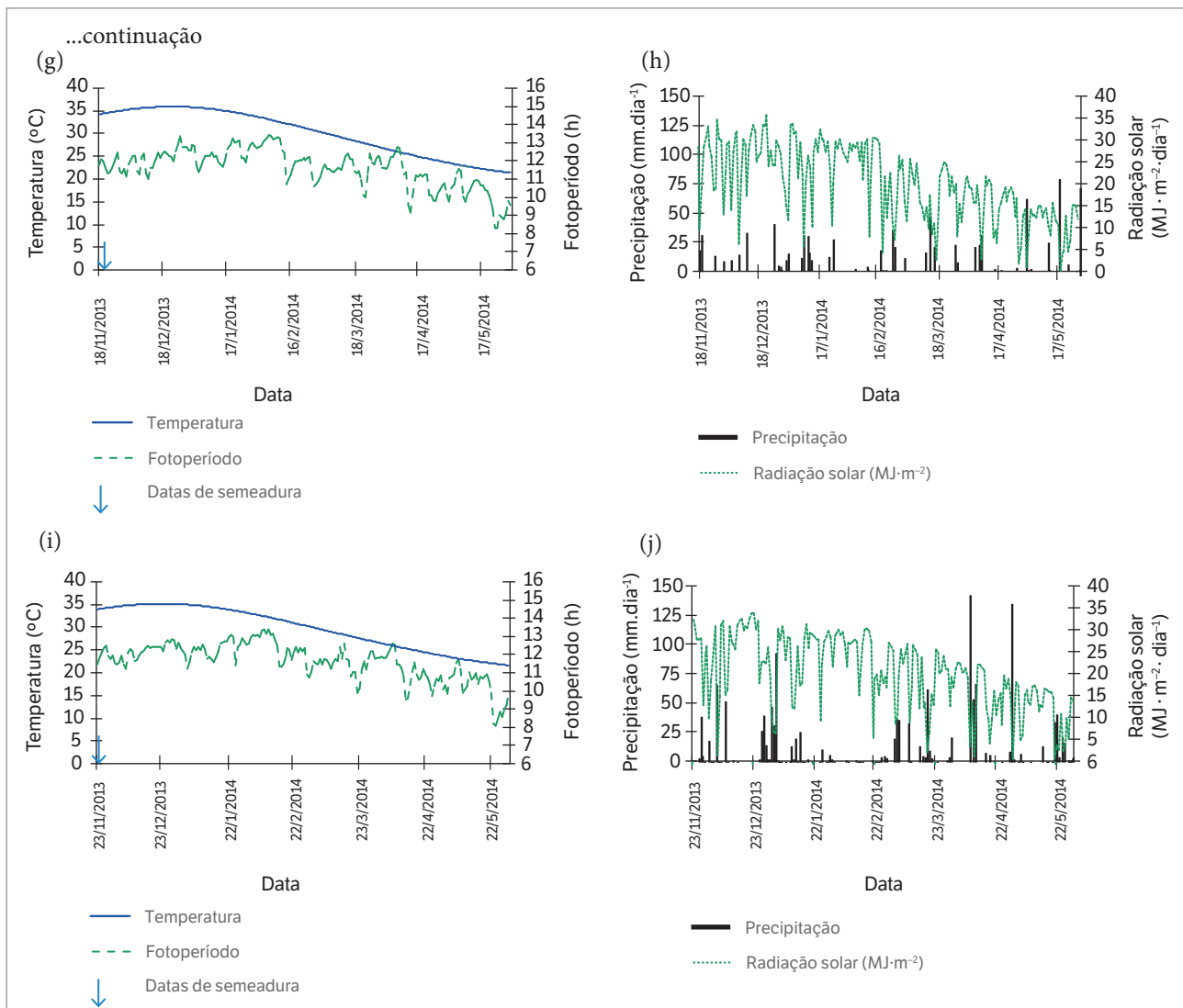


Figura 2. Temperatura média do ar (°C), fotoperíodo (h·d⁻¹), precipitação (mm·d⁻¹) e radiação solar (MJ·m⁻²·d⁻¹) durante os experimentos em Santa Maria (a, b), Itaqui (c, d), Capão do Leão (e, f), Júlio de Castilhos (g, h) e Frederico Westphalen (i, j).

Não ocorreu diferença na estatura em R8 entre tipos de crescimento, exceto na semeadura de Novembro, em que as cultivares determinadas foram maiores. Esse resultado comprova a modificação genética da cultura da soja nos últimos 15 anos, pois o tipo de crescimento indeterminado, que atualmente representa a maioria das cultivares semeadas no sul do Brasil, ocupou um espaço inexpressivo nas lavouras de soja até os anos 2000, pois as plantas apresentavam elevado crescimento em estatura, o que provocava acamamento e consequente redução da produtividade (Mundstock e Thomas 2005). O menor NN em R8 nas cultivares determinadas na semeadura de Setembro está associado ao tipo de crescimento, ou seja, como estas foram expostas a fotoperíodo curto no final de Setembro e início de Outubro, foram induzidas a florescer precocemente e

cessaram a emissão de nós alguns dias após o R1. As cultivares indeterminadas, por sua vez, apesar de também terem sido induzidas a florescer, continuaram emitindo nós até o início do enchimento de grãos (Zanon et al. 2015b).

O período de sobreposição entre as fases vegetativa e reprodutiva, o crescimento em estatura e a emissão de nós de R1 até R8, em média, foram maiores para as cultivares com tipo de crescimento indeterminado em comparação com as de tipo determinado. A magnitude desses valores diminuiu com o atraso na época de semeadura nas cultivares indeterminadas e praticamente não variou nas cultivares determinadas (Figura 3). O crescimento em estatura, a emissão de nós e a sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva na maioria das cultivares determinadas nas épocas diferiram dos primeiros estudos de tipo de crescimento em soja

(Egli e Leggett 1973) quando estas cessavam o crescimento vegetativo logo após o R1. Sendo assim, verifica-se a necessidade de novos estudos que tenham como objetivo entender e reclassificar as cultivares atualmente semeadas pelos agricultores do sul do Brasil quanto ao tipo de crescimento. Além disso, sugere-se que as cultivares atualmente classificadas como de tipo de crescimento determinado devam ser denominadas como de tipo de crescimento semideterminado.

O crescimento em estatura após R1 nas cultivares indeterminadas e determinadas variou, em média, de 122 até 481% e de 4 até 40%, na semeadura em Setembro, de 58 até 370% e de 18 até 33%, na semeadura em Novembro, e de 57 até 129% e de 34 até 49%, na semeadura em Fevereiro, respectivamente. Já o aumento do NN após R1 nas semeaduras em Setembro, Novembro e Fevereiro variou de 8 a 26%; 19 a 31% e 17 a 21%, nas cultivares determinadas, e de 79 a 163%; 43 a 170% e 23 a 52%, nas cultivares indeterminadas, respectivamente. Essa ampla variação no crescimento e desenvolvimento após o R1 até a emissão do último nó na haste principal está associada a faixa de GMR (4,7 até 8,2), datas de semeadura (Setembro a Fevereiro) e tipos de crescimento. A partir desses resultados, torna-se evidente a necessidade de adequar as práticas de manejo, como escolha do tipo de crescimento e GMR dessas novas cultivares de soja em função da época de semeadura.

Além disso, verifica-se que resultados encontrados em latitudes maiores (38°N; Egli e Leggett 1973) ou próximas (33°N; Heatherly e Smith 2004) — onde cultivares determinadas apresentaram mais de 70% da estatura final e haviam emitido mais de 80% do total de nós da haste principal em R1 e as cultivares indeterminadas apresentaram menos de 50% da estatura final e menos de 60% do número final de nós em R1 — foram diferentes dos encontrados nas condições de cultivo do RS, indicando a complexa interação genótipo *versus* ambiente para a cultura da soja e o cuidado que os consultores técnicos e agricultores devem ter ao extrapolar resultados de estudos conduzidos em outros locais para tomar decisões de manejo em suas lavouras.

Experimentos sem irrigação suplementar

A estatura e o NN médio em R1 foram maiores nas cultivares determinadas, seguindo a mesma tendência dos resultados em Santa Maria (experimentos irrigados). O NN em R8 foi maior nas cultivares indeterminadas, exceto em Frederico Westphalen. A estatura em R8 não diferiu entre os tipos de crescimento, exceto em Itaqui na semeadura de Outubro, em que as cultivares indeterminadas foram maiores (Tabela 3).

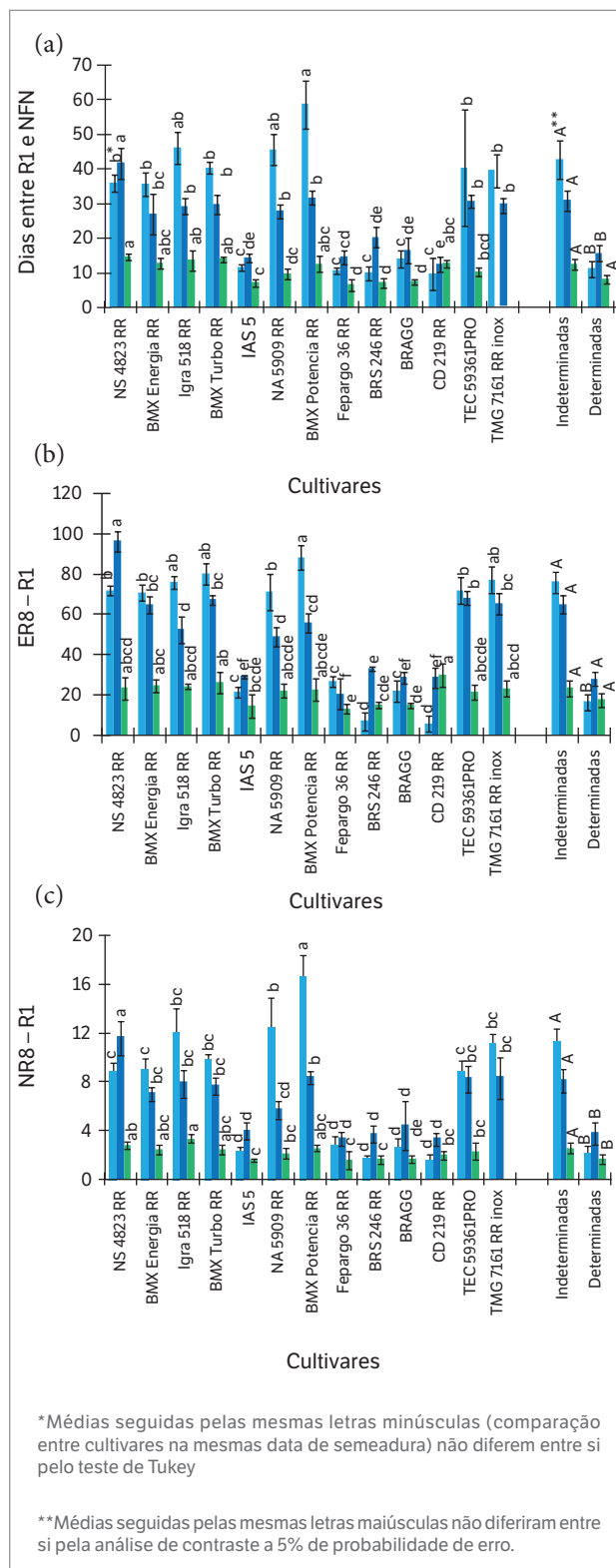


Figura 3. (a) Sobreposição, em dias, entre o início do florescimento (R1) e o número final de nós (NFN); (b) Diferença, em cm, em estatura no R8 e no R1 (E R8 – R1); (c) Diferença no número de nós no R8 e no R1 (N R8 – R1) em cultivares de soja semeadas em 27/9/2013, 15/11/2013 e 6/2/2014 em Santa Maria, RS.

As cultivares indeterminadas apresentaram, na média, maior período de sobreposição, maior crescimento em estatura nas sementeiras de Outubro e Novembro e maior emissão de nós na sementeira de Outubro em Itaquí (Figura 4). O período de sobreposição entre as fases vegetativa e reprodutiva variou de 18 a 24% e 40 a 49% na sementeira de Outubro, de 21 a 25% e 32 a 44% na sementeira de Novembro nas cultivares determinadas e indeterminadas, respectivamente. A diferença entre a estatura em R8 e R1 variou de 11 a 22% e 49 a 109% na sementeira de Outubro, de 3 a 20% e 29 a 114% na sementeira de Novembro e de 9 a 28% e 19 a 68% na sementeira de Dezembro nas cultivares determinadas e indeterminadas, respectivamente. Já a diferença entre o NN em R8 e R1, nas cultivares determinadas e indeterminadas, variou de 23 a 49% e 82 a 212% na sementeira de Outubro e de 25 a 39% e 48 a 151% na sementeira de Novembro nas cultivares determinadas e indeterminadas, respectivamente. Não ocorreram diferenças entre as cultivares indeterminadas e entre as determinadas, dentro da mesma data de sementeira no período de sobreposição, estatura e emissão de nós após o R1 em Itaquí.

Apesar de ter ocorrido precipitação de 753; 726 e 741 mm, entre a sementeira e o R7 nas sementeiras de Outubro, Novembro e Dezembro, em Itaquí, respectivamente, as hipóteses que explicam a menor diferença das variáveis estudadas em valores absolutos entre tipos de crescimento, em comparação com os experimentos em Santa Maria, e a ausência de diferença entre cultivares com o mesmo tipo de crescimento são os períodos de deficiência hídrica que ocorreram durante o ciclo de desenvolvimento em virtude da baixa capacidade de armazenamento de água no solo e o pequeno volume de solo explorado pelas raízes (< 0,5 m) — além da baixa condutividade hidráulica do solo, que, associada ao elevado volume de chuvas no início de Novembro e na metade de Março (Figura 2d), provocou estresses nas plantas pelo excesso hídrico no solo. Nos locais onde foi realizada uma data de sementeira na época recomendada, as cultivares indeterminadas apresentaram maior sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva, maior emissão de nós após R1 em Capão do Leão e Júlio de Castilhos e maior crescimento em estatura após R1 em Júlio de Castilhos (Figura 5). A cultivar NS 4823 RR, pertencente ao GMR 4.8, apresentou maior sobreposição, aumento do NN e estatura após o R1, em comparação com as outras cultivares indeterminadas e determinadas.

Experimentos em lavouras comerciais

Nos experimentos conduzidos nas lavouras comerciais, os valores de aumento em estatura e NN após o R1 e a

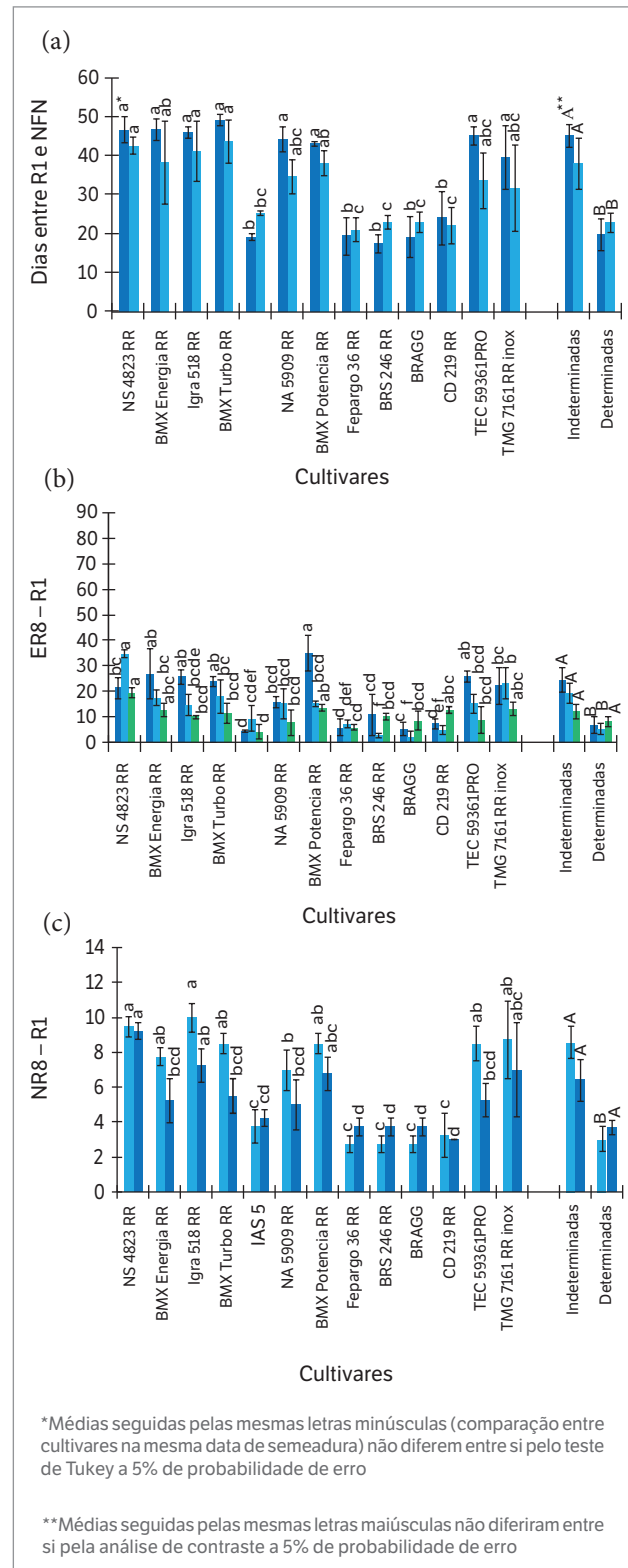


Figura 4. (a) Sobreposição, em dias, entre o início do florescimento (R1) e o número final de nós (NFN); (b) Diferença, em cm, em estatura no R8 e no R1 (E R8 - R1); (c) Diferença no número de nós no R8 e no R1 (N R8 - R1) em cultivares de soja sementeiras em 16/10/2013, 25/11/2013 e 23/12/2014 em Itaquí, RS.

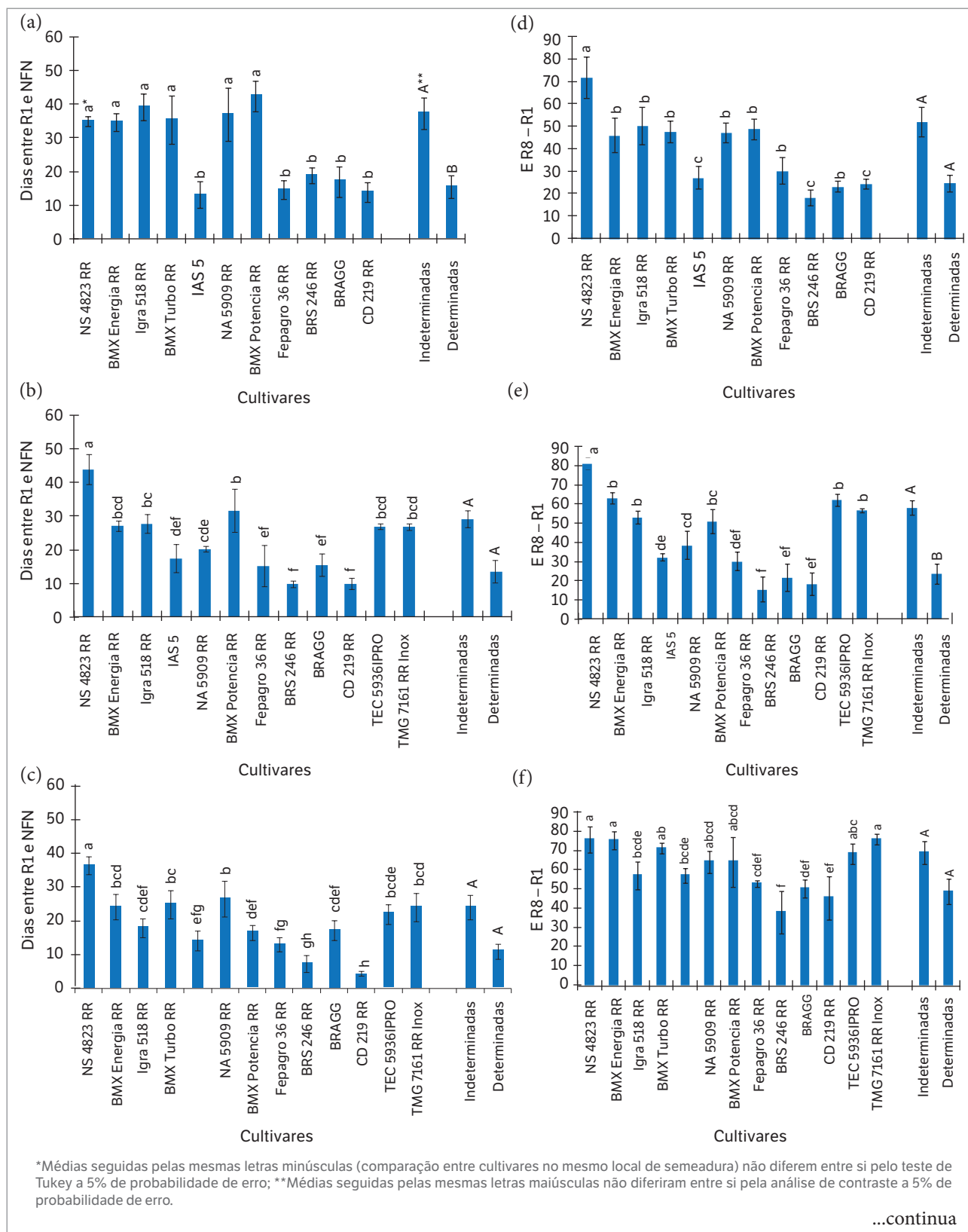


Figura 5. (a, b, c) Sobreposição, em dias, entre o início do florescimento (R1) e o número final de nós (NFN); (d, e, f) Diferença, em cm, em estatura no R8 e no R1 (E R8 - R1); (g, h, i) Diferença no número de nós no R8 e no R1 (N R8 - R1) em cultivares de soja semeadas em Capão do Leão (a, d, g), Júlio de Castilhos (b, e, h) e Frederico Westphalen (c, f, i), RS, durante o ano agrícola 2013/2014.

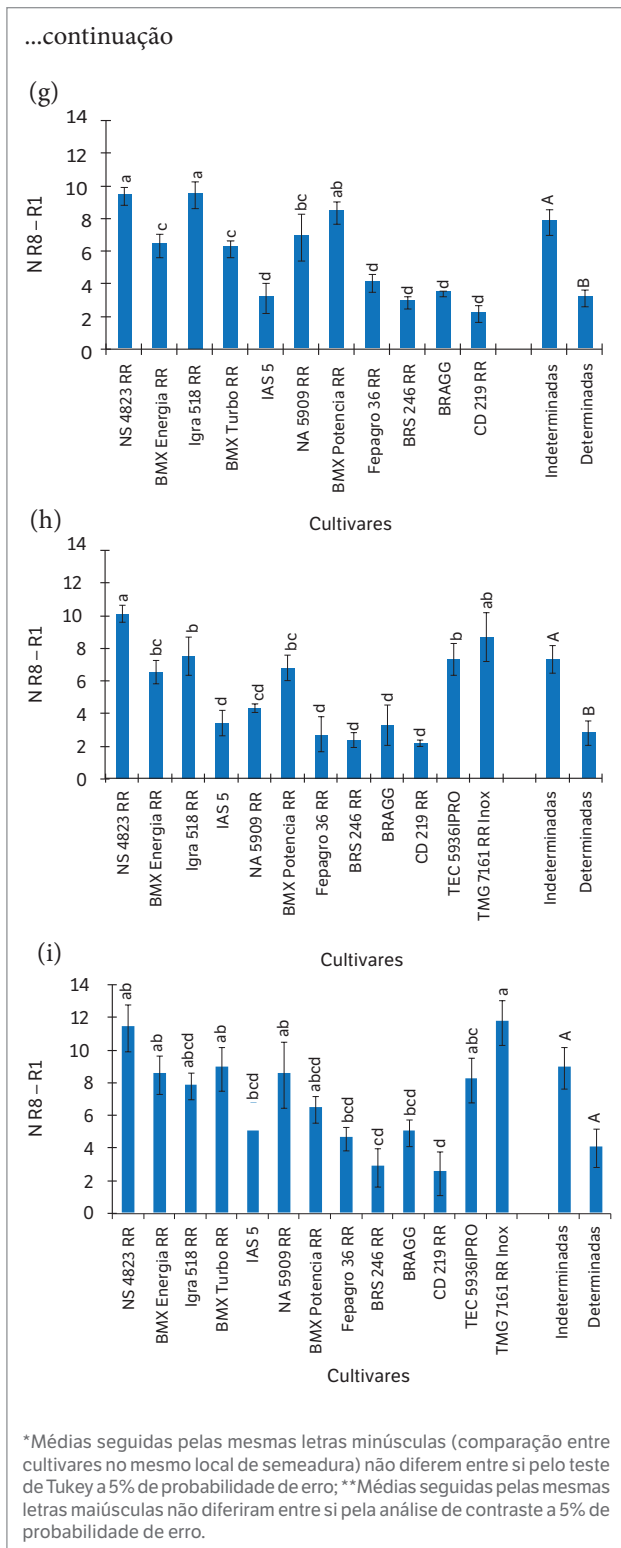


Figura 5. (a, b, c) Sobreposição, em dias, entre o início do florescimento (R1) e o número final de nós (NFN); (d, e, f) Diferença, em cm, em estatura no R8 e no R1 (E R8 - R1); (g, h, i) Diferença no número de nós no R8 e no R1 (N R8 - R1) em cultivares de soja semeadas em Capão do Leão (a, d, g), Júlio de Castilhos (b, e, h) e Frederico Westphalen (c, f, i), RS, durante o ano agrícola 2013/2014.

sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva apresentaram a mesma tendência dos outros locais (Figura 6). Em Restinga Sêca, a diferença entre as cultivares determinadas e indeterminadas foi maior, provavelmente porque não foram

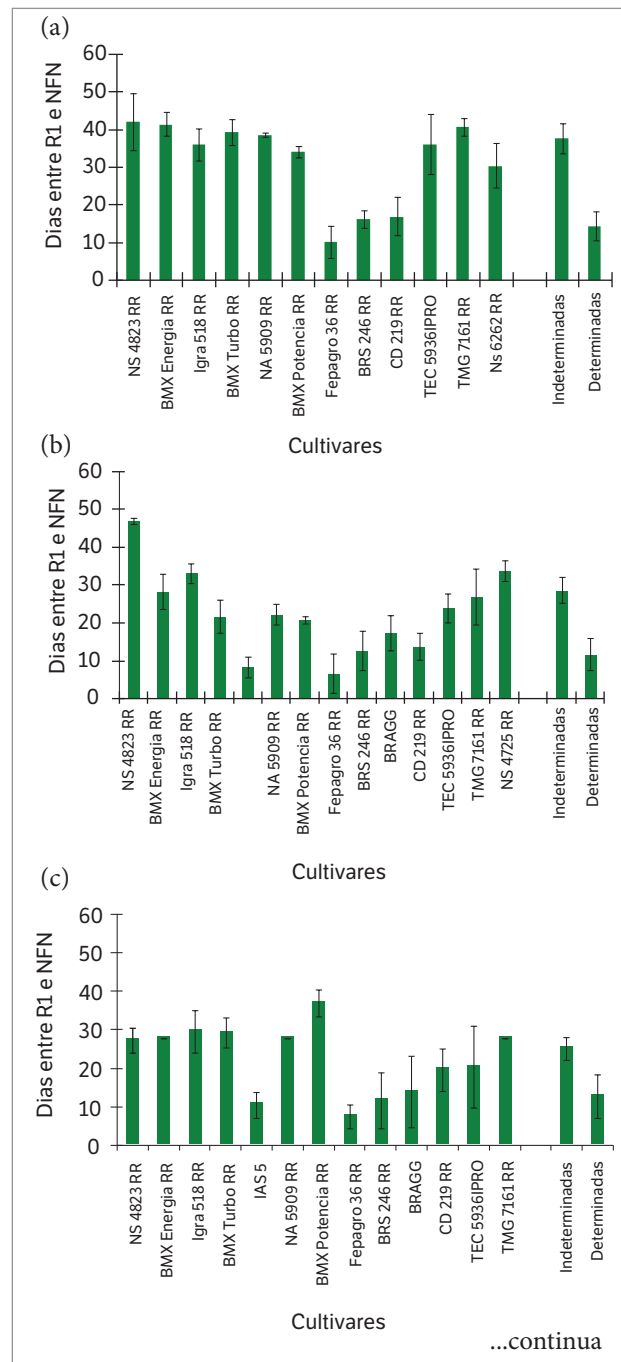


Figura 6. (a, b, c) Sobreposição, em dias, entre o início do florescimento (R1) e o número final de nós (NFN); (d, e, f) Diferença, em cm, em estatura no R8 e no R1 (E R8 - R1); (g, h, i) Diferença no número de nós no R8 e no R1 (N R8 - R1) em cultivares de soja cultivadas em lavouras comerciais em Restinga Sêca (a, d, g), Tupanciretã (b, e, h) e Água Santa (c, f, i), RS durante o ano agrícola 2013/2014.

verificados sintomas morfológicos de deficiência hídrica nessa lavoura, ou seja, não ocorreu restrição hídrica para os processos de crescimento e desenvolvimento. Em Água Santa, as menores diferenças entre tipos de crescimento estão associadas ao atraso na data de semeadura (Dezembro), o que provocou a

redução do crescimento e do ciclo de desenvolvimento pelo fato de a soja ser uma planta de dia curto e ter sido induzida a florescer mais rapidamente do que as plantas que foram semeadas em Novembro em Restinga Sêca e Tupanciretã, expostas a fotoperíodo crescente por um período de tempo

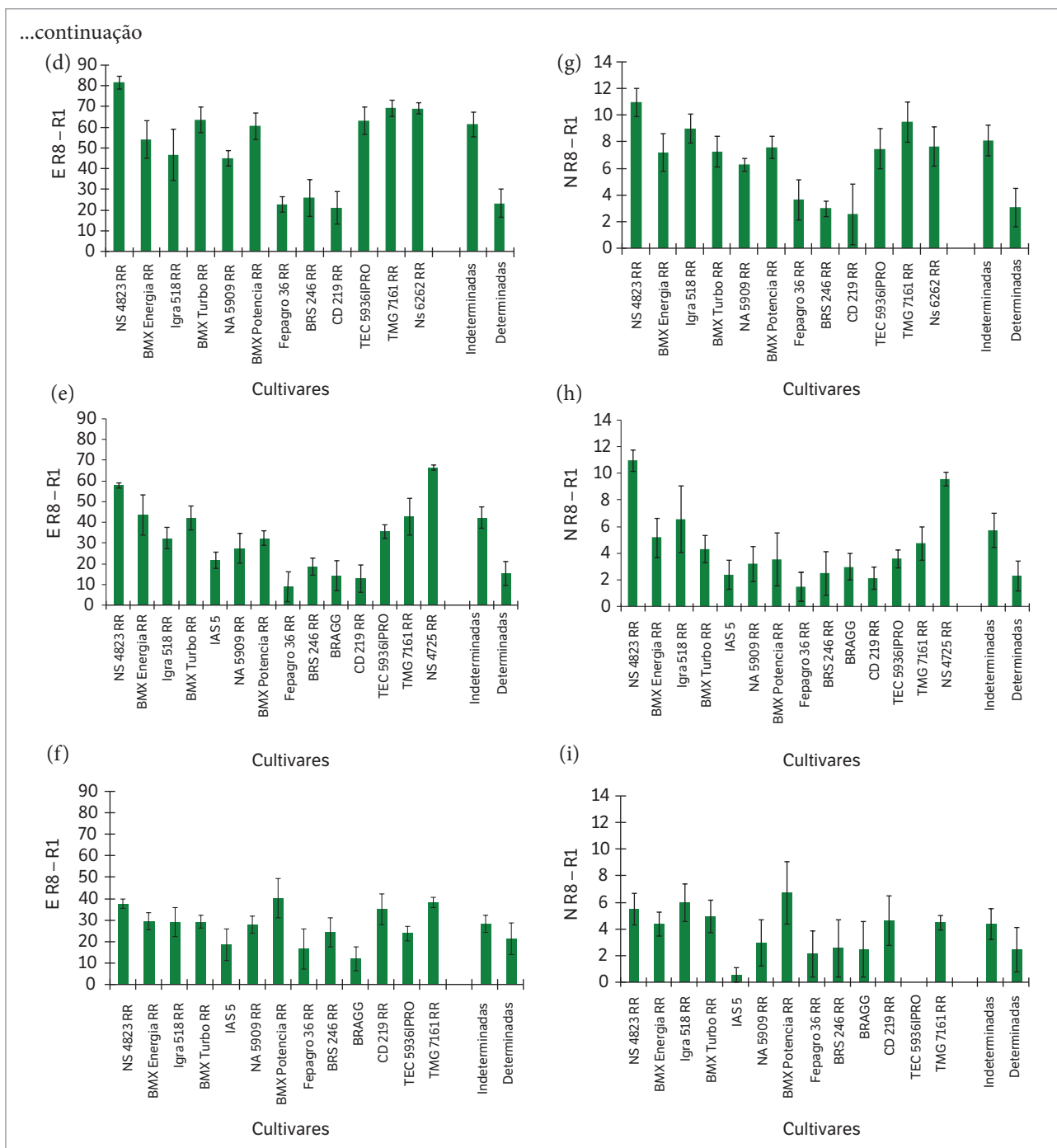


Figura 6. (a, b, c) Sobreposição, em dias, entre o início do florescimento (R1) e o número final de nós (NFN); (d, e, f) Diferença, em cm, em estatura no R8 e no R1 (E R8 – R1); (g, h, i) Diferença no número de nós no R8 e no R1 (N R8 – R1) em cultivares de soja cultivadas em lavouras comerciais em Restinga Sêca (a, d, g), Tupanciretã (b, e, h) e Água Santa (c, f, i), RS durante o ano agrícola 2013/2014.

Tabela 3. Estimativa dos contrastes entre cultivares com tipo de crescimento determinado (IAS 5, Fepagro 36 RR, BRS 246 RR, Bragg e CD 219 RR) x cultivares com tipo de crescimento indeterminado (NS 4725 RR, NS 4823 RR, TMG 7161 RR Inox, BMX Energia RR, TEC 5936 IPRO, BMX Turbo RR, NS 6262 RR, NA 5909 RG, Igra RA 518 RR e BMX Potência RR) para as variáveis estatura em R1 (Estatura R1), estatura em R8 (Estatura R8), número de nós em R1 (NN R1) e número de nós em R8 (NN R8) em experimentos conduzidos Santa Maria, Itaquí, Capão do Leão, Júlio de Castilhos e Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul.

	Estatura R1	Estatura R8	NN R1	NN R8
	(Det x Ind)			
Santa Maria (27/9/2013)	83 × 43*	100 × 110 ^{ns}	14,8 × 9,3 ^{ns}	17,0 × 19,3*
Santa Maria (15/11/2013)	110 × 61*	138 × 119*	15,9 × 10,7 ^{ns}	19,7 × 17,9*
Santa Maria (6/2/2014)	45 × 25 ^{ns}	62 × 46 ^{ns}	9,5 × 6,1*	11,2 × 8,4*
Itaquí (16/10/2013)	41 × 33 ^{ns}	48 × 57*	10,3 × 7,8 ^{ns}	13,4 × 16,3*
Itaquí (25/11/2013)	57 × 46 ^{ns}	63 × 66 ^{ns}	11,0 × 9,1*	14,6 × 15,5*
Itaquí (23/12/2013)	47 × 40 ^{ns}	55 × 53 ^{ns}	– ⁽¹⁾	–
Capão do Leão	83 × 48 ^{ns}	108 × 100 ^{ns}	15,3 × 11,3*	18,4 × 19,1*
Júlio de Castilhos	91 × 56*	114 × 113 ^{ns}	16,0 × 11,9 ^{ns}	18,7 × 19,1*
Frederico Westphalen	54 × 35*	102 × 102 ^{ns}	14,2 × 10,4 ^{ns}	16,9 × 16,6 ^{ns}

⁽¹⁾Não foram realizadas avaliações do NN em R1 e R8 na semeadura de 23/12/2013 em Itaquí; ^{ns}Não significativo; *Significante a 5%. NN = Número de nós; Det = Crescimento determinado; Ind = Crescimento indeterminado.

maior (Sinclair et al. 2005; Zanon et al. 2015b). Assim, à medida que ocorre atraso na data de semeadura, as diferenças no crescimento e desenvolvimento entre cultivares de soja com diferentes tipos de crescimento tendem a ser menores.

Análise conjunta dos experimentos

A partir das diferenças no período de sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva e da estatura e NN entre R1 e R8 nas cultivares determinadas e indeterminadas, em função das épocas e locais de cultivo, observa-se que existe variabilidade genotípica e padrões de crescimento e desenvolvimento após R1, entre cultivares, independentemente do tipo de crescimento. Essa resposta indica que os melhoristas podem selecionar populações com diferentes períodos de sobreposição, crescimento em estatura e emissão de nós após R1, com base nas características desejadas em função da época de semeadura. O conhecimento da variabilidade entre tipos de crescimento é determinante para alcançar máximos rendimentos quando são realizadas semeaduras precoces ou tardias, pois as características estatura e NN são fatores determinantes para adaptação das cultivares, operações de manejo e expressão do potencial de rendimento (Wilcox e Sedyama 1981). Além disso, esses resultados indicam a necessidade de estudos ecofisiológicos (particionamento de fotoassimilados) e fisiológicos (taxa fotossintética e

condutância estomática), visando elucidar as diferenças entre cultivares com o mesmo e/ou diferentes tipos de crescimento, GMR, época e local de cultivo.

A partir deste estudo, os consultores técnicos e agricultores poderão tomar decisões de manejo com base em informações técnicas atualizadas e disponíveis no catálogo de apresentação quando do lançamento da cultivar. Como as cultivares com tipo de crescimento indeterminado apresentam maior período de sobreposição e aumento em estatura na maioria dos locais e épocas de semeadura, pode-se inferir que haja um provável aumento da estabilidade dessas cultivares, com maior capacidade de adaptação a condições adversas de cultivo, como antecipação ou atraso na data de semeadura, curtos períodos de estresse hídrico provocados pela ausência de chuva ou excesso hídrico no solo, fenômenos que frequentemente ocorrem no RS. Essas características permitem entender por que, nos últimos 15 anos, ocorreu uma inversão na adoção do tipo de crescimento das cultivares de soja semeadas no sul do Brasil.

CONCLUSÃO

O período de sobreposição entre as fases vegetativa e reprodutiva, o crescimento em estatura e a emissão de nós de R1 até R8 foram maiores para as cultivares com tipo

de crescimento indeterminado em comparação com as de tipo determinado, e a magnitude desses valores diminuiu com o atraso na época de semeadura nas cultivares indeterminadas e praticamente não variou nas determinadas.

Há necessidade de novos estudos que tenham como objetivo entender e reclassificar, quanto ao tipo de crescimento, as cultivares atualmente semeadas pelos agricultores do sul do Brasil.

REFERÊNCIAS

- Ashlock, L. e Purcell, L. (2000). Growth and development. In L. Ashlock (Ed.), *Arkansas soybean handbook* (p. 7-12). Little Rock: University Arkansas Cooperation Extension Service.
- Bernard, R. L. (1972). Two genes affecting stem termination in soybeans. *Crop Science*, 12, 235-239.
- Bernard, R. L., Cremeens, C. R., Cooper, R. L., Collins, F. I., Krober, O. A., Athow, K. L., Laviolette, F. A., Coble, C. J. e Nelson, R. L. (1998). Evaluation of the USDA soybean Germplasm Collection: maturity groups 000-IV. USDA-ARS Technical Bulletin 1844. Washington: US Government Publishing Office.
- Egli, D. B. e Leggett, J. E. (1973). Dry matter accumulation patterns in determinate and indeterminate soybeans. *Crop Science*, 13, 220-222.
- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (2015). Levantamento de área semeada com soja no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER; [acessado 20 set. 2015]. <http://www.emater.tche.br/site/servicos/informacoes-agropecuarias.php#>
- Fehr, W. R., Caviness, C. E. Burmood, D. T. e Pennington, J. S. (1971). Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Science*, 11, 929-931.
- Heatherly, L. G. e Smith, J. R. (2004). Effect of soybean stem growth habit on height and node number after beginning bloom in the midsouthern USA. *Crop Science*, 44, 1855-1859.
- Mundstock, C. M. e Thomas, A. L. (2005). Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos. Porto Alegre: Evangraf.
- Setiyono, T. D., Bastidas, A. M., Cassman, K. G., Weiss, A., Dobermann, A. e Specht, J. E. (2011). Nodal leaf area distribution in soybean plants grown in high yield environments. *Agronomy Journal*, 103, 1198-1205. <http://dx.doi.org/10.2134/agnonj2011.0051>.
- Streck, E. V., Kampf, N., Dalmolin, R. S. D., Klamt, E., Nascimento, P. C., Schneider, P., Giasson, E. e Pinto, L. F. S. (2008). Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER, UFRGS.
- Sinclair, T. R., Neumaier, N., Farias, J. R. B. e Nepomuceno, A. L. (2005). Comparison of vegetative development in soybean cultivars for low latitude environments. *Field Crops Research*, 92, 53-59. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2004.08.008>.
- Wilcox, J. R. e Sedyama, T. (1981). Interrelationships among height, lodging and yield in determinate and indeterminate soybeans. *Euphytica*, 30, 323-326. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00033993>.
- Zanon, A. J., Streck, N. A., Richter, G. L., Becker, C. C., Rocha, T. S. M., Cera, J. C., Winck, J. E. M., Cardoso, A. P., Tagliapietra, E. L. e Weber, P. S. (2015a). Contribuição das ramificações e a evolução do índice de área foliar em cultivares modernas de soja. *Bragantia*, 74, 279-209. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0463>.
- Zanon, A. J., Winck, J. E. M., Streck, N. A., Richter, G. L., Rocha, T. S. M., Cera, J. C., Lago, I., Santos, P. M., Maciel, L. R., Guedes, J. V. C. e Marchesan, E. (2015b). Desenvolvimento de cultivares de soja em função do grupo de maturação e tipo de crescimento em terras altas e terras baixas. *Bragantia*, 74, 400-411. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0043>.