

Plastocrono e produtividade de soja com diferentes hábitos de crescimento em função da qualidade das sementes

Plastochron and soybean productivity with different growth habits as function of seed quality

DOI:10.34117/bjdv7n4-397

Recebimento dos originais: 07/03/2021

Aceitação para publicação: 15/04/2021

Leticia Decarli

Eng. Agrônoma, IFRS, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul -Ibirubá. Rua Nelsi Ribas Fritsch, 1111, Bairro Esperança, CEP: 98200-000, Ibirubá, RS,
E-mail: leticia.decarli95@gmail.com

Marcos Paulo Ludwig

Eng. Agrônomo, Doutor, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá. Rua Nelsi Ribas Fritsch, 1111, Bairro Esperança, CEP: 98200-000, Ibirubá, RS.
E-mail: marcos.ludwig@ibiruba.ifrs.edu.br

Júlia Decarli

Eng. Agrônoma, CAPAL, Cooperativa Agroindustrial - Rodovia PR092, Km254, Bairro Fazenda Velha, Wenceslau Braz, PR. CEP: 84950-000,
E-mail: julia.decarli90@gmail.com

Tharles Garbin

Eng. Agrônomo, CAPAL, Cooperativa Agroindustrial - Rodovia PR422, Km35, Wenceslau Braz, PR. CEP: 84950-000,
E-mail: garbintharles@gmail.com

Juliano Dalcin Martins

Eng. Agrônomo, Doutor, Professor do Departamento de Engenharia Rural, UFSM, Avenida Roraima, nº1000, Camobi, Santa Maria, RS, Brasil, CEP: 97195-000,
E-mail: juliano.martins@ufsm.br

RESUMO

O plastocrono, intervalo de tempo entre o aparecimento de dois nós sucessivos, é variável importante para caracterizar o desenvolvimento da soja. Este pode ser influenciado pela qualidade da semente. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da qualidade de sementes no plastocrono e na produtividade de plantas de soja com diferentes hábitos de crescimento. O trabalho foi desenvolvido durante as safras agrícolas 2015/2016 e 2016/2017. Foram utilizadas cultivares determinadas (BMX Ativa RR e FPS Urano RR) e indeterminadas (BMX Elite IPRO e DM 5958 RSF IPRO), com plantas originadas de sementes com maior e menor qualidade fisiológica. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. Determinou-se o plastocrono pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear entre o número de nós e a soma térmica

acumulada a partir de emergência, além dos componentes do rendimento e produtividade de grãos. Observou-se que plantas obtidas de sementes de maior qualidade apresentam menor plastocrono e menos tempo para emitir um novo nó na haste principal. Esta expressão da qualidade no plastocrono é mais acentuada em cultivares de crescimento determinada. A produtividade de plantas provenientes de sementes de maior qualidade é 28% superior ao de plantas oriundas de sementes de qualidade reduzida.

Palavras-chaves: condições ambientais, desempenho das sementes, vigor, Graus-dia.

ABSTRACT

The Plastochron, which is the time interval between the occurrence of two successive nodes and is an important variable in soybean development. The quality of the seed can be influenced. The objective of this study was to evaluate the effects of seed quality on plastochron and on the productivity of soybean plants with different growth habits. The study was developed during the 2015/2016 and 2016/2017 crops. Determined (BMX Ativa RR and FPS Urano RR) and indeterminate (BMX Elite IPRO and DM 5958 RSF IPRO) cultivars were used, with plants originating from seeds with higher and lower physiological quality. The experimental design was completely randomized with four replications. The plastochron was determined by the inverse of the slope of the linear regression between number of nodes and the thermal time sum accumulated after emergence, in addition to the yield components, and grain yield. It was observed that seed plants of higher quality, have less plastochron, and less time to emit a new node in the main stem. This expression of quality in the plastochron is more pronounced in cultivars with determined growth. The productivity of higher quality seed plants is 28% higher than that of plants from low quality seeds.

Key words: environmental conditions, seed performance, vigor, growing degree-day.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade fisiológica das sementes é um tema amplamente discutido, devido à sua extrema importância na agricultura (DÖRR et al., 2018), e de seus efeitos no crescimento inicial, desempenho, uniformidade da planta e rendimento de grãos. Para atingir elevadas produtividades, é fundamental que ocorra uma rápida e uniforme emergência das plântulas. Uma maior velocidade de emergência é proveniente das sementes vigorosas, que proporcionam ao dossel vantagens no aproveitamento de água, luz e nutrientes (SCHUCH et al., 2009), refletindo diretamente no desempenho produtivo da cultura (SILVA et al., 2010).

Em um lote de sementes pode-se apresentar variações na qualidade fisiológica. Lotes com menor vigor, em função da maior variação entre as sementes, apresentam maior desuniformidade e menor velocidade na emergência (SILVA et al., 2013; CANTARELLI et al., 2015; BAGATELI et al., 2019; FELICETI et al., 2020). A utilização de sementes com alto vigor influencia na morfologia da planta, alterando

positivamente os componentes de rendimento da cultura da soja (BAGATELI et al., 2020), inerente a sua constituição genética e do ambiente de cultivo.

As cultivares de soja apresentam hábitos distintos de crescimento (determinado, semi-determinado e indeterminado), sendo que o cultivo da soja do tipo indeterminado tem aumentado significativamente no Brasil (PROCÓPIO et al., 2013). Atualmente, a maioria das cultivares semeadas no Sul do Brasil apresentam grupo de maturidade relativa (GMR) entre 4.5 e 7.0 e tipo de crescimento indeterminado (ZANON et al., 2015). Cultivares do tipo de crescimento determinado apresentam maior taxa de crescimento na fase vegetativa, conseqüentemente, maior estatura e maior número de nós no florescimento, enquanto, cultivares do tipo indeterminado apresentam crescimento inicial mais lento, porém, cessam seu crescimento ao início do enchimento de grãos (ZANON et al., 2016).

Para caracterizar o desenvolvimento vegetal das espécies a unidade de tempo mais adequada é a soma térmica ($^{\circ}\text{C dia}$), o plastocrono é o intervalo de tempo térmico entre o aparecimento de nós sucessivos na haste principal. A velocidade de surgimento de nós na haste é um importante parâmetro do desenvolvimento vegetal da cultura, pois cada nó está associado a uma folha; desta forma, o número de nós está diretamente ligado com a evolução da área foliar, a qual é responsável pela interceptação da radiação solar na fotossíntese para a produção de biomassa (TAGLIAPIETRA et al., 2018).

No entanto, são escassos os trabalhos que avaliam a qualidade das sementes de soja sobre o plastocrono, produtividade e produção em cultivares com diferentes tipos de crescimento. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da qualidade de sementes na produtividade e do plastocrono de plantas de soja com hábitos de crescimento distintos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos, realizados durante as safras agrícolas de 2015/2016 e 2016/2017, instalados em nível de campo, no município de Ibirubá/RS, localizada na região fisiográfica do planalto médio riograndense ($28^{\circ}37'39''\text{S}$ e $53^{\circ}05'23''\text{O}$). O clima, segundo classificação de Köppen, é Cfa, subtropical com chuvas o ano inteiro e verões quentes (Moreno, 1961). O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico (Embrapa, 2013).

Os tratamentos constituíram de dois níveis de qualidade de sementes (maior e menor qualidade) e quatro cultivares, (BMX Ativa RR; FPS Urano RR; BMX Elite IPRO;

DM 5958 RSF IPRO). Estas foram selecionadas por representarem diferentes hábitos de crescimento e grupos de maturidade relativa (GMRs) (Tabela 1). A fim de provocar uma variabilidade na qualidade das sementes, 25% das sementes de um lote comercial, foram induzidas pelo envelhecimento acelerado. Posteriormente, as sementes envelhecidas foram misturadas e homogeneizadas ao restante do lote para realização da semeadura.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Cada parcela foi constituída de uma linha de cultivo de 10 m de comprimento, e duas linhas de bordadura. A semeadura ocorreu de forma mecanizada, em sistema de semeadura direta, com espaçamento entre linhas de 0,45 m. O primeiro experimento foi semeado no dia 19/11/2015 e o segundo no dia 30/11/2016. Previamente, as sementes foram tratadas com Standak Top® na dose de 2,0 mL por 100 kg⁻¹ de sementes. A adubação foi realizada com base na análise química do solo, visando uma produtividade de 4 toneladas por hectare, conforme a *Comissão de Fertilidade e Química do Solo – RS/SC* (2016). A profundidade de semeadura foi a mesma para todas as sementes (0,03 m), com acompanhamento periódico durante a semeadura. Durante o ciclo da cultura, os tratos culturais seguiram as recomendações técnicas para produção da soja na região, mantendo-se as plantas protegidas contra o ataque de pragas e doenças e livres da competição de plantas daninhas, que poderiam interferir para o bom desenvolvimento do cultivo.

Tabela 1. Cultivares de soja, grupos de maturidade relativa, hábitos de crescimento, germinação, população de plantas esperada e população de plantas final, que foram utilizadas nas safras 2015/16 e 2016/17.

Cultivar	GMR	Hábito de Crescimento	Germinação (%)		População de Plantas Recomendada		População de Plantas Final	
			2015/16	2016/17	Plantas por m ²		2015/16	2016/17
BMX Ativa RR	5.4	Determinado	94	95	30 – 35		28,9	33,3
FPS Urano RR	6.2	Determinado	95	97	30 – 35		26,7	24,9
BMX Elite IPRO	5.5	Indeterminado	96	97	20 – 25		25,6	25,1
DM 5958 RSF IPRO	5.8	Indeterminado	97	98	25 – 30		24,9	24,4

Para determinação das plantas originadas de sementes com maior e menor qualidade fisiológica, foi considerado o tempo (velocidade) entre a semeadura e a emergência, conforme Schuch et al. (2009). Foram consideradas plântulas originadas de sementes com maior qualidade fisiológica as que emergiram primeiro, neste caso, cinco

dias após a semeadura, e plântulas originadas de sementes com menor qualidade fisiológica, aquelas que emergiram mais tardiamente (sete dias após semeadura).

A emergência foi considerada quando as plântulas estavam com os cotilédones visíveis e acima do nível do solo. Logo após a emergência, foram identificadas 8 plantas por parcela (4 plantas de maior qualidade e 4 plantas de menor qualidade). Nas plantas identificadas, foram contados, três vezes por semana, os nós na haste principal, considerando um nó visível, quando os bordos do limbo do folíolo central do trifólio subsequente, associado a esse nó, não mais se tocavam (Martins et al., 2011).

O plastocrono foi estimado para cada planta identificada. Determinado pelo inverso do coeficiente angular da equação de regressão linear formado entre o número de nós acumulados (NN) e a soma térmica acumulada STa . (MARTINS et al., 2011). A soma térmica diária (STd , °C dia) foi calculada assumindo o valor de temperatura base (Tb) de 10 °C (STRECK et al., 2008; Martins et al., 2011) por: $STd=(Tmed-Tb).1dia$. A soma térmica acumulada (STa , °C dia) a partir da emergência foi calculada por meio do somatório dos valores de STd , isto é, $STa=\sum STd$. A temperatura média diária do ar ($Tmed$) foi calculada pela média aritmética das temperaturas máxima e mínima do ar. Os dados de temperatura mínima e máxima diária do ar, precipitação pluviométrica foram obtidos da Estação Climatológica Principal, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada aproximadamente a 400 m da área experimental. A determinação da ocorrência de períodos de deficiência hídrica foi determinada pela diferença entre a evapotranspiração máxima (ETm) e a evapotranspiração atual (ETa), utilizando o modelo $SIMDualKc$ (ROSA et al., 2012), com base em parâmetros observados a campo e ou estimados por Giménez et al. (2017).

Ao final do ciclo foi realizada a colheita manual das plantas identificadas para avaliação dos componentes do rendimento: grãos planta⁻¹ (GP), grãos haste⁻¹ (GH), grãos ramos⁻¹ (GR), legumes planta⁻¹ (LP), legumes haste⁻¹ (LH), legumes ramos⁻¹ (LR), grãos legumes⁻¹ (GL), grãos legume⁻¹ haste⁻¹ (GLH), grãos legume⁻¹ ramos⁻¹ (GLR), todos estes determinados por meio da contagem direta nas plantas com a partição de haste e ramos. Também, foi determinada a produção planta⁻¹ (PP) e o peso de cem grãos (PCG). A produtividade, em kg ha⁻¹, foi estimada pela multiplicação da produção por planta pelo número de plantas por hectare.

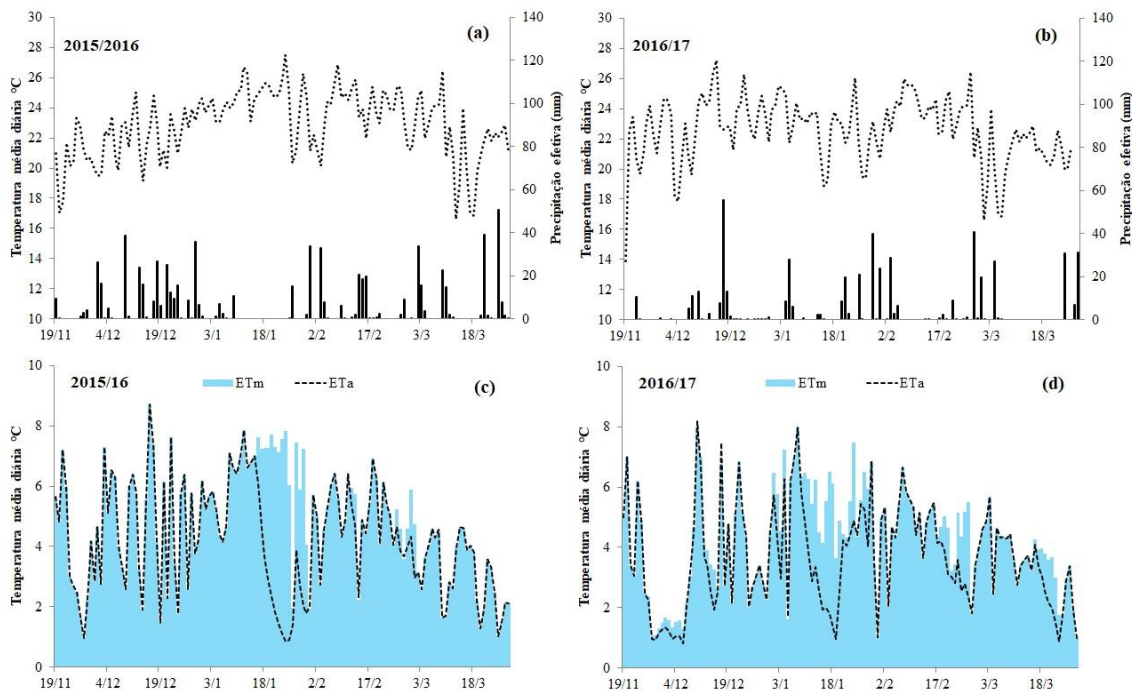
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias obtidas foram submetidas ao teste de Tukey, a 5% de probabilidade (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de condução dos experimentos a temperatura média diária na safra 2015/16 (Figura 1a) e safra 2016/17 (Figura 1b) foram respectivamente de 23,2 °C e 23,0°C, permanecendo acima da temperatura base de desenvolvimento da cultura de 10°C e abaixo da temperatura ótima de desenvolvimento que é de 30°C, proporcionando condições favoráveis para o desenvolvimento da cultura. A precipitação efetiva durante o ciclo de desenvolvimento da cultura foi de 692 mm para a safra 2015/16 e 499 mm para a safra 2016/17 (Figura 1a, b). Um único período de ocorrência de deficiência hídrica foi observado na safra 2015/16, no final do período vegetativo, enquanto, na safra 2016/17, observou-se seis períodos de ocorrência de déficit, distribuídos durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura (Figura 1c, d).

O plastocrono apresentou interação significativa para cultivar e qualidade de semente, cultivar e ano (Tabela 2), com efeito significativo entre as plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica. Considerando todas as cultivares, em ambos os anos agrícolas (Figura 2), as plantas originadas de sementes com maior qualidade fisiológica apresentaram menor valor de plastocrono (50,11 °C dia no⁻¹), em relação ao valor encontrado para as plantas originadas de sementes com menor qualidade fisiológica (56,93 °C dia no⁻¹) (Tabela 2). Esta variação de plastocrono observada entre plantas originadas de sementes de maior e menor qualidade fisiológica apresenta implicações práticas na fenologia da cultura. Com uma diferença de 6,82 °C dia no⁻¹ e supondo que essas cultivares emitam 18 nós na haste principal, com uma STD de 13° C dia nó⁻¹ (Temperatura média do ar de 23°C), tem-se aproximadamente 9,44 dias do calendário civil de diferença para a data de emissão do décimo oitavo nó na haste principal. Ou seja, plantas originadas de sementes de menor qualidade fisiologia apresentam um alongamento do ciclo de desenvolvimento.

Figura 1. Temperatura média diária (°C) e precipitação (mm) durante o ciclo da cultura da soja nos anos agrícolas 2015/2016 (a) e 2016/2017 (b), e evapotranspiração máxima da cultura (ETm) e evapotranspiração atual (ETa) nos anos agrícolas 2015/2016 (c) e 2016/2017 (d).



A regressão linear entre o número de nós e a soma térmica acumulada foi significativa em todas as plantas avaliadas, independentemente do nível inicial de vigor das sementes, com o coeficiente de determinação (r^2) de 0,97 e 0,98, respectivamente, nas safras 2015/16 e 2016/17 (Figura 2). Essa alta relação linear, indica que a temperatura do ar é o principal elemento meteorológico que influencia a emissão de nós em soja (STRECK et al., 2008; MARTINS et al., 2011). A média geral do plastocrono obtida nesse estudo foi $53,52^\circ\text{C}$, a mesma obtida por Sinclair et al. (2005), com média de oito cultivares, e por Martins et al. (2011), com quinze cultivares em três épocas de semeadura.

Plantas originadas de sementes de menor qualidade das cultivares BMX Ativa, FPS Urano e DM 5958 RSF IPRO necessitaram de um acúmulo térmico ($^\circ\text{C dia nó}^{-1}$) mais elevado, para a emissão de um novo nó (Tabela 2). Assim, resultou em uma taxa de crescimento mais lenta, quando foram utilizadas sementes de menor qualidade. Acentuadas diferenças entre o plastocrono de plantas de maior e menor qualidade são observadas em cultivares de hábito de crescimento determinado (BMX Ativa RR, com $14,08^\circ\text{C dia nó}^{-1}$ e FPS Urano RR, com $6,67^\circ\text{C dia nó}^{-1}$), em comparação com o hábito de crescimento indeterminado (BMX Elite IPRO, com $1,72^\circ\text{C dia nó}^{-1}$ e DM 5958 RSF IPRO com $4,83^\circ\text{C dia nó}^{-1}$). Isto ocorre devido ao menor período de emissão de folhas e

pelo menor número de nós emitidos na haste principal para cultivares determinadas. Portanto, a qualidade fisiológica da semente tem maior influência em cultivares de hábito de crescimento determinado, considerando a velocidade de emissão de nós (NN).

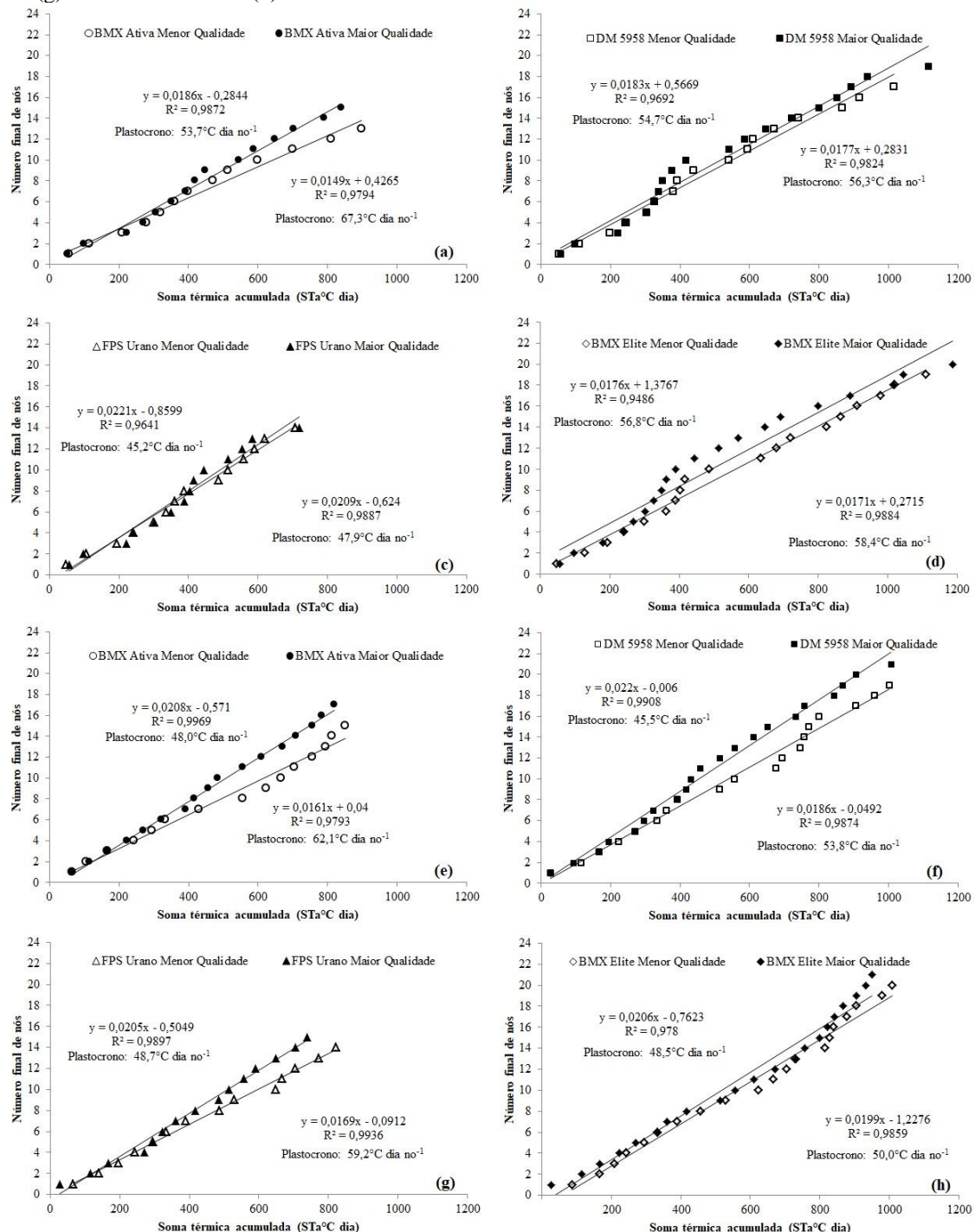
Tabela 2. Plastocrono ($^{\circ}\text{C dia n}^{-1}$), produtividade ha^{-1} (Pha^{-1}) (kg), produtividade planta $^{-1}$ (PP) (g), peso de cem grãos (PCG), grãos planta $^{-1}$ (GP), grãos haste $^{-1}$ (GH), grãos ramos $^{-1}$ (GR), legumes planta $^{-1}$ (LP), legumes haste $^{-1}$ (LH), legumes ramos $^{-1}$ (LR), grãos legumes $^{-1}$ (GL), grãos legume $^{-1}$ haste $^{-1}$ (GLH), grãos legume $^{-1}$ ramos $^{-1}$ (GLR) de cultivares determinadas (BMX Ativa RR e FPS Urano RR) e indeterminadas (BMX Elite IPRO e DM 5958 RSF IPRO), em dois níveis de vigor em população de plantas.

Plastocrono						
Saфра		Qualidade				
2015/16	55,05 a	Maior		50,11 b		
2016/17	51,99 b	Menor		56,93 a		
	2015/16	2016/17	Maior	Menor	Média	
BMX Ativa RR	60,58 a A	55,09 a B	50,80 a B	64,88 a A	57,84 a	
FPS Urano RR	46,56 b B	53,95 a A	46,92 a B	53,59 b A	50,25 b	
BMX Elite IPRO	57,60 a A	49,29 a B	52,59 a A	54,31 b A	53,45 b	
DM 5958 RSF IPRO	55,47 a A	49,62 a B	50,13 a B	54,96 b A	52,54 b	
Média	55,05 A	51,99 B	50,11 B	56,93 A	53,52	
C.V. (%)	8,66					
	Pha^{-1}	PP	PCG	GP	GH	GR
Maior	5540 a	20,7 a	14,3 ^{ns}	132,1 a	67,0 a	66,1 a
Menor	3981 b	15,0 b	14,6	101,3 b	60,4 b	41,0 b
BMX Ativa RR	5508 a	18,0 ^{ns}	14,3 b	119,8 ^{ns}	58,5 b	61,3 ^{ns}
FPS Urano RR	4897ab	18,8	15,6 a	109,2	52,8 b	56,4
BMX Elite IPRO	4615 ab	18,2	13,9 b	121,1	70,0 a	53,2
DM 5958 RSF IPRO	4023 b	16,3	14,1 b	116,8	73,4 a	43,3
2015/16	5645 a	21,3 a	15,6 a	126,7 a	56,6 b	71,2 a
2016/17	3876 b	14,4 b	13,4 b	106,7 b	70,8 a	35,9 b
Média	4761	17,8	14,5	116,7	63,7	53,6
C.V. (%)	31,93	30,95	7,04	26,56	16,69	49
	LP	LH	LR	GL	GLH	GLR
Maior	64,6 a	30,6 a	34,4 a	2,1 ^{ns}	2,2 ^{ns}	2,1 ^{ns}
Menor	48,7 b	28,3 b	20,4 b	2,1	2,1	2
BMX Ativa RR	56,9 ^{ns}	26,8 b	30,1 ab	2,1 a	2,2 a	2,0 ab
FPS Urano RR	61,1	27,7 b	33,4 a	1,9 b	2,0 b	1,9 b
BMX Elite IPRO	55,2	30,7 ab	25,1 ab	2,2 a	2,3 a	2,1 a
DM 5958 RSF IPRO	53,6	32,7 a	21,1 b	2,2 a	2,3 a	2,0 ab
2015/16	63,3 a	26,6 b	37,0 a	2,1 ^{ns}	2,1 ^{ns}	2,0 ^{ns}
2016/17	50,1 b	32,3 a	17,8 b	2	2,2	2
Média	56,7	29,5	27,4	2,1	2,2	2
C.V. (%)	23,67	15,1	39,8	5,44	7,14	8,45

* Médias seguidas pela mesma letra (minúscula coluna e maiúscula linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

^{ns} Médias não significativas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Figura 2. Relação entre o número de nós acumulados na haste principal e a soma térmica acumulada STA (°C dia), utilizada para o cálculo do plastocrono de plantas de soja oriundas de sementes de maior e menor qualidade para a safra de 2015/2016, BMX Ativa RR (a), DM 5958 RSF IPRO (b), FPS Urano RR (c) e BMX Elite IPRO (d) e para a safra 2016/2017, BMX Ativa RR (e), DM 5958 RSF IPRO (f), FPS Urano RR (g) e BMX Elite IPRO (h).



As diferenças de plastocrono observadas entre as safras 2015/16 e 2016/17, estiveram associadas as condições climáticas. Na safra 2015/16, houve um maior período de deficiência hídrica, que é a diferença entre evapotranspiração máxima (ETm) e a evapotranspiração atual da cultura (ETa) durante o período de emissão de folhas (até 23/01

para cultivares determinadas e 7/12 para indeterminadas), resultando em um maior valor de plastocrono. Streck et al. (2008) observaram que o tempo médio necessário para o aparecimento de dois nós sucessivos em soja foi maior no ano com déficit hídrico no solo.

Para a produtividade da cultura, as plantas originadas de sementes de maior qualidade obtiveram uma produtividade superior (5.540 kg ha^{-1}), em relação às com menor qualidade (3.981 kg ha^{-1}), resultando em um incremento na média de duas safras de 1.559 kg ha^{-1} , ou 28% para as plantas oriundas de sementes de maior qualidade fisiológica (Tabela 2). Essa diferença também foi constatada na produção plantas⁻¹, que foi de 20,7 g e 15,0 g, respectivamente, para plantas oriundas de sementes de maior e menor qualidade. Resultados estes que corroboram com os observados por Scheeren et al. (2010), que constataram que as sementes oriundas de lotes de alto vigor apresentam um acréscimo de 9% na produtividade. Bagateli et al. (2020) obtiveram incremento de produtividade utilizando sementes de maior vigor de 12 a 19%, considerando duas cultivares e dois anos agrícolas. Já Kolchinski et al. (2005) encontraram rendimentos superiores a 35% e Bagateli et al. (2019) observaram rendimento de até 35% superior na população de soja proveniente de sementes de alto vigor, em comparação as sementes de baixo vigor.

Quanto aos hábitos de crescimento, para o tipo determinado (BMX Ativa RR e FPS Urano RR) e indeterminado (BMX Elite IPRO e DM 5958 RSF IPRO), constatou-se diferença para a variável produtividade (Tabela 2), onde a cultivar BMX Ativa RR apresentou a maior produtividade com 5.508 kg ha^{-1} , não diferindo das cultivares FPS Urano RR e BMX Elite IPRO, com 4.859 kg ha^{-1} e 4.615 kg ha^{-1} , respectivamente.

Entre as safras, produtividades inferiores foram observadas na safra 2016/17, em virtude principalmente da deficiência hídrica que ocorreu no período reprodutivo (Figura 1d). O ano agrícola de 2015/2016 foi mais úmido que o ano 2016/2017, com um total de precipitação efetiva durante o período de desenvolvimento da cultura de 692 mm e 499 mm, respectivamente (Figura 1 a, b).

Considerando os componentes de rendimento, plantas oriundas de sementes de maior qualidade apresentaram valores superiores para grãos planta⁻¹ (GP), grãos haste⁻¹ (GH), grãos ramos⁻¹ (GR), legumes planta⁻¹ (LP), legumes haste⁻¹ (LH), legumes ramos⁻¹ (LR) (Tabela 2). Assim, fica demonstrada a importância do uso de sementes de alta qualidade no momento da semeadura. Os resultados corroboram com Ebone et al. (2020), que atribuem menor competição intraespecífica entre plantas originadas de sementes de maior qualidade, devido a uniformidade de emergência de plântulas,

acarretando desempenho superior da comunidade de plantas, pelo melhor aproveitamento dos recursos do ambiente.

Sementes vigorosas proporcionam um estabelecimento rápido das plântulas, com maior taxa de crescimento e melhores estruturas de produção. Portanto, produzem mais legumes e sementes, o que eleva o rendimento de grãos (França-Neto et al., 2016). Por exemplo, o número de LP foi cerca de 32% superior para as plantas oriundas de sementes de maior qualidade (Tabela 2). Este componente de rendimento é considerado como o principal e está diretamente relacionado ao rendimento de grãos (NICO et al., 2015; NUNES et al., 2016). O número de legumes planta⁻¹ (LP) apresenta uma resposta linear positiva ao aumento nos níveis de vigor de um lote de sementes de soja, conforme apresentado por Bagateli et al. (2019). Entretanto, para PCG e grãos legume⁻¹ (GL), grãos por legume haste⁻¹ (GLH) e ramos⁻¹ (GLR) não houve diferenças entre plantas com sementes de maior e menor qualidade. O número de legumes planta⁻¹ é considerado um dos principais indicadores de plasticidade fenotípica em cultivares de soja (BALBINOT JUNIOR et al., 2018), havendo, portanto, relação direta com a produtividade final. Ebone et al. (2020) verificaram que plântulas provenientes de sementes de baixo vigor apresentaram atraso na emergência, resultando em plantas com menor número de vagens, devido a menor área foliar e menor acúmulo de fotoassimilados ao longo do ciclo.

Para peso de cem grãos PCG (Tabela 2), a cultivar FPS Urano RR apresentou valor mais elevado, com 15,6 g. Em contrapartida, a cultivar FPS Urano RR apresentou a menores valores para legumes haste⁻¹, grãos legumes⁻¹, grãos legume⁻¹ haste⁻¹ e grãos legume⁻¹ ramos⁻¹, comparado com as demais cultivares. Entretanto, apresentou maior emissão de legumes ramos⁻¹ (33,4), fato relacionado a características genéticas, sendo uma cultivar com alta plasticidade, pois apresentou elevada produtividade. Fato este que também foi constatado por Büchling et al. (2017), que trabalhando com esta cultivar em diferentes populações de planta não encontraram diferenças, demonstrando, assim, sua capacidade de adaptação morfológica com a variação na população de plantas.

O número de grãos haste⁻¹ (Tabela 2) das cultivares BMX Elite IPRO e DM 5958 RSF IPRO (indeterminadas) apresentou maior valor, com 70 e 73,4 respectivamente, comparadas as cultivares BMX Ativa RR e FPS Urano RR (determinadas), com 58,5 e 52,8 respectivamente. Comportamento semelhante também foi observado por Procópio et al. (2013), que avaliou que as cultivares indeterminadas obtiveram, na maior densidade de plantas, aumento na produção de grãos de soja nas hastes e redução na produção nos ramos. Cultivares com hábito de crescimento indeterminado apresentam maior período

de sobreposição entre a fase vegetativa e reprodutiva, e aumento em estatura, proporcionando um aumento da estabilidade dessas cultivares, com maior capacidade de adaptação a condições adversas de cultivo (ZANON et al., 2016). Este fato pode explicar o maior número de legumes e produtividade em cultivares indeterminadas.

Para a maioria dos componentes de rendimento (PCG, GP, GR, LP e LR), foram observados maiores valores no ano agrícola 2015/16. Somente as variáveis GH e LH foram superiores no ano agrícola 2016/17, o que ajuda a justificar as maiores produtividade obtidas na safra 2015/16 e têm como causa as diferenças de condições climáticas observadas entre as duas safras.

Na safra 2016/17, as cultivares indeterminadas BMX Elite IPRO (35,0) e DM 5958 RSF IPRO (37,3) apresentaram maior número de LH, comparada às determinadas BMX Ativa RR (28,9) e FPS Urano RR (28,2). Para a variável GH, esse comportamento também foi observado, em que as cultivares BMX Elite IPRO e DM 5958 RSF IPRO apresentaram maior número de grãos haste⁻¹, com 84,6 e 80,7, respectivamente, em vista as cultivares BMX Ativa RR (63,6) e FPS Urano RR (54,5), na safra 2016/17. Tais resultados demonstram os efeitos genéticos no desempenho das cultivares e a resposta à capacidade de compensar os componentes do rendimento em diferentes condições, visando manter sua produtividade; no entanto, tais resultados não se refletiram na produtividade (Tabela 2).

Nos componentes de rendimento LH, GH, GL e GLH, estes apresentaram interação significativa para cultivar x qualidade e cultivar x ano (Tabela 3). Nas cultivares BMX Ativa RR e FPS Urano RR (determinadas), foi obtida maior média de grãos nas plantas oriundas de sementes de maior qualidade, ou seja, 65,5 e 59,6 respectivamente, e 51,6 e 46,1 em plantas originadas de sementes de menor qualidade, respectivamente. Para as cultivares BMX Elite IPRO e DM 5958 RSF IPRO (indeterminadas) não houve interação significativa para qualidade de sementes. Foi observado que plantas determinadas apresentam maior variação para quantidade de GH.

O número de GL para a cultivar BMX Ativa RR apresentou interação significativa para qualidade (Tabela 3), em que plantas oriundas de sementes de melhor qualidade produziram 2,2 grãos legumes⁻¹ e de menor qualidade 2,0 grãos legumes⁻¹. Na variável GLH, também foi observado interação significativa somente para a cultivar BMX Ativa RR, com 2,3 grãos legume⁻¹ haste⁻¹ nas plantas oriundas de sementes de maior qualidade. Quanto à interação entre cultivar e safra, para as variáveis GH e LH, observa-se uma maior variação nas cultivares indeterminadas (Tabela 3). Segundo Zanon et al. (2015), o

maior período de sobreposição entre a fase vegetativa e reprodutiva nas cultivares de tipo indeterminado pode conferir a elas maior capacidade de se adaptarem a diferentes épocas de semeadura, apresentando maior capacidade de se recuperar de períodos curtos de estresse, como a ausência de chuvas, excesso hídrico no solo ou temperaturas elevadas.

Na variável LR (Tabela 3) foi observada interação significativa na qualidade para as duas safras, sendo observada na maior qualidade que a safra 2015/16, que apresentou (47,1), comparada a safra 2016/17 (26,9). Esse fato demonstrou ter maior influência no número final de legumes por planta, o que acabou sendo um fator que influencia diretamente na produtividade, quando observado qualidade e safra. Na menor qualidade, também foi constatado maior produção de legumes ramos⁻¹ na safra 2015/16 (21,7), em relação à safra 2016/17 (13,9).

Tabela 3. Grãos haste⁻¹ (GH), grãos. legumes⁻¹ (GL), grãos legume⁻¹ haste⁻¹ (GLH), legumes haste⁻¹ (LH), legumes planta⁻¹ (LP), legumes ramos⁻¹ (LR) de cultivares determinadas (BMX Ativa RR e FPS Urano RR) e indeterminadas (BMX Elite IPRO e DM 5958 RSF IPRO), em dois níveis de vigor em população de plantas.

	GH		GL		GLH	
	Maior	Menor	Maior	Menor	Maior	Menor
BMX Ativa RR	65,5 a A	51,6 b B	2,2 a A	2,0 bc B	2,3 a A	2,1 bc B
FPS Urano RR	59,6 a A	46,1 b B	2,0 b A	1,9 c A	2,0 b A	2,0 c A
BMX Elite IPRO	72,1 a A	67,9 a A	2,2 a A	2,2 ab A	2,3 a A	2,2 ab A
DM 5958 RSF IPRO	70,9 a A	76,0 a A	2,1 a B	2,3 a A	2,2 ab A	2,3 a A
Média	63,7		2,1		2,2	
C.V. (%)	16,69		5,44		7,14	
	LH		GH			
	15/16	16/17	15/16	16/17		
BMX Ativa RR	24,7 a A	28,9 b A	53,5 a B	63,6 b A		
FPS Urano RR	27,3 a A	28,2 b A	51,2 a A	54,5 b A		
BMX Elite IPRO	26,5 a B	35,0 a A	59,3 a B	80,7 a A		
DM 5958 RSF IPRO	27,9 a B	37,3 a A	62,3 a B	84,6 a A		
Média	29,5		63,7			
C.V. (%)	15,1		16,69			
	LP		LR			
	2015/16	2016/17	2015/16	2016/17		
Maior	74,8 a A	54,5 a B	47,1 a A	26,9 a B		
Menor	51,8 b A	45,6 a A	21,7 b A	13,9 b B		
Média	56,7		27,4			
C.V. (%)	23,67		39,8			

* Médias seguidas pela mesma letra (minúscula coluna e maiúscula linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

4 CONCLUSÕES

Plantas originadas de sementes de maior qualidade fisiológica necessitam de menor tempo térmico entre o aparecimento de nós sucessivos na haste principal da soja (Plastocrono), esta característica fica mais evidente em cultivares de hábito de crescimento determinado.

O desempenho produtivo das plantas de soja e os componentes de rendimento, grãos planta⁻¹, grãos haste⁻¹, grãos. ramos⁻¹, legumes planta⁻¹, legumes haste⁻¹ e legumes ramos⁻¹ é superior quando a qualidade da semente é maior.

REFERÊNCIAS

- BALBINOT JÚNIOR, A.A.; OLIVEIRA, M.C.N.; ZUCARELLI, C.; FERREIRA, A.S.; WERNER, F.; SILVA, M.A.A. Analysis of phenotypic plasticity in indeterminate soybean cultivars under different row spacing. **Australian Journal of Crop Science**, v.12, n.4, p.648-654, 2018. <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.18.12.04.pne1003>
- BÜCHLING, C.; NETO, A.M.O.; GUERRA, N.; BOTTEGA, E.L. Uso da plasticidade morfológica como estratégia para a redução da população de plantas em cultivares de soja. **Revista Agrarian**, v.10, n.35, p.22-30, 2017. <http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/3931/3687>
- CANTARELLI, L.D.; SCHUCH, L.O.B.; RUFINO, C.A.; TAVARES, L.C.; VIEIRA, J.F. Physiological seeds quality: spatial distribution and variability among soybean plant population. **Bioscience Journal**, v.31, n.2, p.344-351, 2015. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/22274/16108>
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de Adubação e de Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11º ed. Porto Alegre: NRS/SBCS, 2016. 400p.
- DÖRR, C.S.; ALMEIDA, T.L.; PANOZZO, L.E.; SCHUCH, L.O.B. Treatment of soybean seeds of different levels of physiological quality with amino acids. **Journal of Seed Science**, v.40, n.4, p.407-414, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v40n4199311>
- BAGATELI, J.R.; FRANCO, J.J.; MENEGHELLO, G.E.; VILLELA, F.A. Vigor de sementes e densidade populacional: reflexos na morfologia de plantas e produtividade da soja. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.6, p.38686-38718, 2020. <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/viewFile/11842/9901>
- BAGATELI, J.R.; DÖRR, C.S.; SCHUCH, L.O.B.; MENEGHELLO, G. E. Productive performance of soybean plants originated from seed lots with increasing vigor levels. **Journal of Seed Science**, v.41, n.2, p.151-159, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v41n2199320>
- EBONE, L.A.; CARVEZAN, A.; TAGLIARI, A.; CHIOMENTO, J.L.T.; SILVEIRA, D.C.; CHAVARRIA, G. Soybean seed vigor: uniformity and growth as key factors to improve yield. **Agronomy**, v.10, n.4, p.1-15, 2020. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040545>
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. 3 edição revista e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.
- FELICETI, M.L.; SIEGA, T.C.; SILVA, M, DA.; MESQUITA, A.P.B.; SILVA, J.A.; BAHRY, C.A.; POSSENTI, J.C. Grupos de maturidade relativa frente à qualidade fisiológica das sementes de soja. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.5, p.27410-27421, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-260>

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FRANÇA-NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; PADUA, G.P.; LORINI, I.; HENNING, F.A. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82p. (Embrapa Soja. Documentos, 380).

GIMÉNEZ, L.; PAREDES, P.; PEREIRA, L.S. water use and yield of soybean under various irrigation regimes and severe water stress. Application of aquacrop and SIMDualKc Models. **Water**, v.9, n.393, p.1-18, 2017. <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/13846/1/REP-LEAF-water-09-00393-v3.pdf>

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1248-1256, 2005. <https://www.scielo.br/pdf/cr/v35n6/a04v35n6.pdf>

NICO, M.; MIRALLES, D.J.; KANTOLIC, A.G. Post-flowering photoperiod and radiation interaction in soybean yield determination: Direct and indirect photoperiodic effects. **Field Crops Research**, v.176, p.45-55, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.02.018>

NUNES, A.C.; BEZERRA, F.M.L.; SILVA, R.A.; JUNIOR, J.L.C.S.; GONÇALVES, F.B.; SANTO, G.A. Agronomic aspects of soybean plants subjected to deficit irrigation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.7, p.654-659, 2016. <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v20n7/1415-4366-rbeaa-20-07-0654.pdf>

MARTINS, J.D.; RADONS, S.Z.; STRECK, N.A.; KNIES, A.E.; CARLESSO, R. Plastocrono e número final de nós de cultivares de soja em função da época de semeadura. **Ciência Rural**, v.41, n.6, p.954-959, 2011. <http://www.scielo.br/pdf/cr/v41n6/a0611cr1914.pdf>

MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Seção de Geografia, 1961. 46p.

PROCÓPIO, S. O., BALBINOT JR, A.A., DEBIASI, H., FRANCHINI, J.C., PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. **Amazonian Journal**, v.56, p.319-325, 2013. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/93867/1/Plantio-cruzado-na-cultura-da-soja-utilizando-uma-cultivar-de-habito-de-crescimento-indeterminado.pdf>

ROSA, R.D.; PAREDES, P.; RODRIGUES, G.C.; ALVES, I.; ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S. Implementing the dual crop coefficient approach in interactive software: 1. Background and computational strategy. **Agriculture Water Management**, v.103, p.8-24, 2012. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037837741100285X>

SCHEEREN, B.R.; PESKE, S.T.; SCHUCH, L.O.B.; BARROS, A.C.A. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.035-041, 2010. <http://www.scielo.br/pdf/rbs/v32n3/v32n3a04.pdf>

SCHUCH, L.O B.; KOLCHINSKI, E.M.; FINATTO, J.A. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.144-149, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222009000100016>

SILVA, C. S.; SCHUCH, L. O. B.; OLIVO, M.; SEUS, R.; Desempenho de plantas isoladas de soja, biometria e qualidade fisiológica das sementes. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v.19, n.1, p.1-9. 2013. <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/view/10305/9251>

SILVA, J. B.; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. Comportamento de sementes de cultivares de soja, submetidos a diferentes períodos de envelhecimento acelerado. **Bioscience Journal**, v.26, n.5, p.755-762, 2010. <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7187/5265>

SINCLAIR, T. R.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L. Comparison of vegetative development in soybean cultivars for low-latitude environment. **Field Crops Research**, v.92, n.1, p.53- 59, 2005. <http://naldc.nal.usda.gov/download/12747/PDF>

STRECK, N.A.; PAULA, G.M.; CAMERA, C.; MENEZES, N.L.; LAGO, I. Estimativa do plastocrono em cultivares de soja. **Bragantia**, v.67, n.1, p.67-73, 2008. <https://www.scielo.br/pdf/brag/v67n1/a08v67n1.pdf>

TAGLIAPIETRA, E. L.; STRECK, N. A.; SILVA, M. R.; ROCHA, T. S. M.; CERA, J. C.; GUEDES, J. V. C.; RICHTER, G. L.; ZANON, A. J. Optimum leaf area index to reach soybean yield potential in subtropical environment. **Agronomy Journal**, v.110, p.1-7, 2018. <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2134/agronj2017.09.0523>

ZANON, A. J.; WINCK, J. E. M.; STRECK, N. A.; ROCHA, T. S. M.; CERA, J. C.; RICHTER, G. L.; LAGO, I.; SANTOS, P. M.; MACIEL, L. R.; GUEDES, J. V. C.; MARCHESAN, E. Desenvolvimento de cultivares de soja em função do grupo de maturação e tipo de crescimento em terras altas e terras baixas. **Bragantia**, v.74, n.4, p.400-411, 2015. <http://www.scielo.br/pdf/brag/v74n4/0006-8705-brag-1678-44990043.pdf>

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, Â.P.; WEBER, P.S.; BEXAIRA, K.P. Growth habit effect on development of modern soybean cultivars after beginning of bloom in Rio Grande do Sul. **Bragantia**, v.75, n.4, p.445-458, 2016. <https://www.scielo.br/pdf/brag/v75n4/0006-8705-brag-1678-4499535.pdf>