

ARQUITETURA DE PLANTAS E PRODUTIVIDADE DA SOJA DECORRENTE DO USO DE REDUTORES DE CRESCIMENTO

PLANT ARCHITECTURE AND PRODUCTIVITY OF SOYBEAN AFFECTED BY PLANT GROWTH RETARDANTS

Clovis Arruda SOUZA¹; Bruno Pezzi FIGUEIREDO²; Cileide Maria Medeiros COELHO¹; Ricardo Trezzi CASA¹; Luis SANGOI¹

1. Professores Doutores, Departamento de Agronomia, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages, SC, Brasil. souza_clovis@cav.udesc.br ; 2. Acadêmico do curso de Agronomia, UDESC, Lages, SC, Brasil

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito dos redutores do crescimento sobre características morfológicas da planta e dos componentes da produção em soja, cv. CD226 RR. O experimento foi desenvolvido em condições de campo, sob delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições, tendo como tratamentos a combinação de quatro redutores de crescimento (cloreto de mepiquate, cloreto de cloromequate, cloreto de clorocolina e trinexapac-ethyl), e a testemunha (sem aplicação do redutor); em duas épocas de aplicação dos respectivos produtos: R1 e R1+R2. A colheita e as avaliações foram realizadas com as plantas na maturidade de colheita. O emprego de cloreto de mepiquate e cloreto de cloromequate possibilitou a redução da estatura de plantas. Ocorreu redução da massa de mil grãos sob tratamento com trinexapac-ethyl. Os reguladores não afetaram os caracteres: diâmetro da haste e número de entrenós na haste principal, acamamento de plantas, número vagens por planta, número de grãos por planta e número de grãos por vagem. Observou-se correlação negativa entre estatura de plantas com o número de grãos por planta, vagens por planta e massa de mil grãos e positiva entre rendimento de grãos com número de vagens por planta, grãos por planta e massa de mil grãos e uma maior produtividade de grãos foi observada em plantas de menor estatura. É possível diminuir a estatura das plantas pelo uso de regulador de crescimento e tornar a arquitetura da planta mais ereta, mais tolerante ao acamamento associado a um maior potencial de rendimento de grãos de soja.

PALAVRAS-CHAVE: *GlycineMax*. Regulador de crescimento. Estatura de planta. Componentes da produção.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, com uma produção de 68,5 milhões de toneladas, menor que a dos Estados Unidos que é de 91,4 milhões de toneladas (FAO, 2011). A produtividade brasileira de soja na safra 2010 foi de 2.941 kg ha⁻¹, e passa de 3.000 kg ha⁻¹ no estado de Mato Grosso, o maior produtor brasileiro de soja (IBGE, 2011).

Fatores adversos refletem em diminuição do potencial de rendimento de grãos, um destes fatores que gera perdas qualitativas e quantitativas é o acamamento das plantas. O acamamento pode ocorrer devido a fatores como a alta densidade de plantas por área, excesso de fornecimento hídrico, ventos fortes e emprego de cultivares de porte alto entre outros (MARCHIORI et al., 1999; TOURINO et al., 2002; CATO; CASTRO, 2006; LINZMEYER JUNIOR et al., 2008).

Além dos fatores mencionados, a escolha da cultivar e o local de cultivo podem ser fatores agravantes, visto que algumas cultivares apresentam maior tendência ao acamamento quando comparadas a outras, como por exemplo emprego de cultivares de maior estatura associada com tipo de crescimento indeterminado. Outro fator que pode

levar as plantas a acamarem é o excesso plantas ou do elemento nitrogênio disponível a estas, pois, o nitrogênio é responsável pelo grande crescimento da parte aérea, comparativamente ao crescimento das raízes, características estas que aumentam a suscetibilidade ao acamamento e também à seca e pode predispor à deficiência de nutrientes (REZENDE et al., 2004) o cultivo de sojas, em regiões de maiores altitudes (maior que 500 m) associado a presença de solos com altos teores de matéria orgânica há maior probabilidade de ocorrer o acamamento de plantas de soja (COODETEC, 2009). O acamamento é um dos fatores que pode limitar a produção da cultura da soja dependendo da intensidade e do estágio de desenvolvimento da planta em que ocorrer (COBER et al., 2005), bem como, prejudicar a qualidade dos grãos e a eficiência da colheita mecanizada (CATO; CASTRO, 2006; SILVA et al., 2008).

Uma das práticas culturais que pode ser utilizada para melhorar o desempenho da cultura da soja é a aplicação de reguladores de crescimento para minimizar a ocorrência do acamamento de plantas. Os reguladores de crescimento atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas. Normalmente ligam-se a receptores na planta e desencadeiam uma série

de mudanças celulares, as quais podem afetar a iniciação ou modificação do desenvolvimento de órgãos ou tecidos (KERBAUY, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Dentre os reguladores de crescimento, existem os redutores como o cloreto de clorocolina, cloreto de cloromequate, cloreto de mepiquate, trinexapac-ethyl e outros (RADEMACHER, 2000). Estes redutores são empregados visando tornar a arquitetura das plantas mais adaptadas e eficientes no uso dos recursos ambientais e de insumos para suportar alto rendimento agrônomico e, são amplamente estudados para monocotiledôneas: na cultura do trigo (BERTI et al., 2007), cevada (TEIXEIRA; RODRIGUES, 2003; AMABILE et al., 2004) e cana-de-açúcar (LEITE et al., 2011) e em dicotiledôneas, por exemplo, na cultura do algodão (NAGASHIMA et al., 2010) e em menor escala para a soja (LINZMEYER JUNIOR et al., 2008; CORREIA et al., 2012).

Os redutores de crescimento, normalmente, apresentam ação antagonista às giberelinas e agem modificando o metabolismo destas (RADEMACHER, 2000; RODRIGUES et al., 2003). Contudo, os efeitos da aplicação de redutores de crescimento (tipo de produto, época de aplicação e dose a aplicar) na cultura da soja necessitam de mais estudos, particularmente, sob condições de nutrição das plantas para altos rendimentos de grãos

(mais que 3.000 kg ha⁻¹), assim como, para controlar o excesso de vigor de genótipos de tipo de crescimento indeterminado. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento da parte aérea e a produtividade de grãos de soja transgênica tolerante ao herbicida glifostato (RoundupReady®) decorrentes da aplicação de redutores de crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado sob condições de campo, na safra 2009/2010, na área experimental pertencente a Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, situada nas coordenadas geográficas 27°52'30''S, 50°18'20''W a 930m de altitude, em Lages/SC – região sul do Brasil. A cultivar utilizada foi CD226 RR da Coodetec de crescimento determinado e altura média de 95 cm para a região de Santa Catarina (COODETEC, 2009). A semeadura foi realizada no dia 15 de dezembro de 2009 (Figura 1), com uma população de 30 plantas m²(15 plantas por metro linear e entrelinhas espaçadas a 0,5 m). A cultura foi estabelecida em área sob sistema de semeadura direta em rotação de culturas com milho e sucessão ao trigo. Os dados climatológicos referentes a precipitação pluvial e temperaturas locais (máximas, médias e mínimas) estão apresentados na Figura 1.

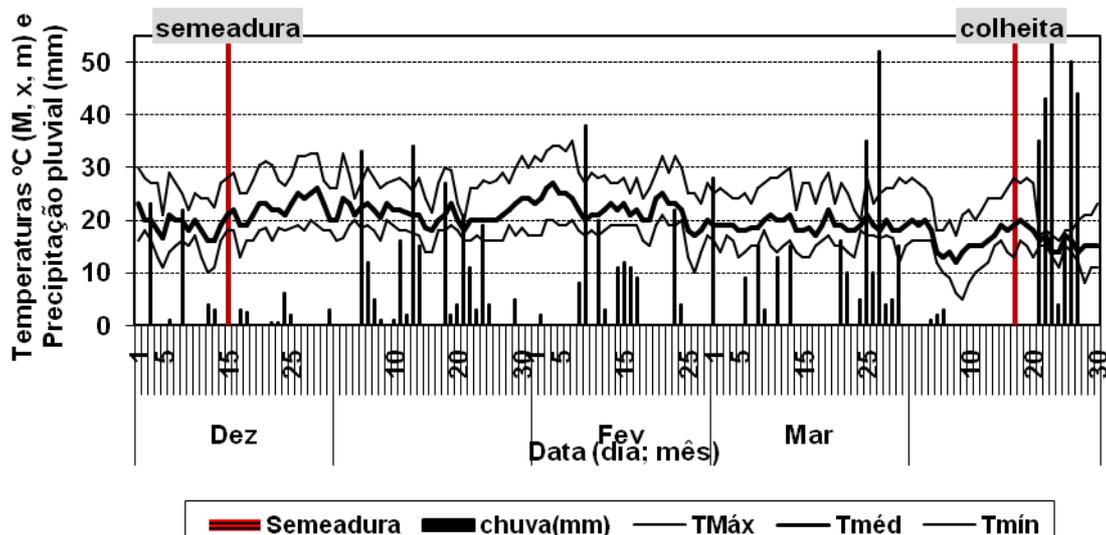


Figura 1. Precipitação pluvial e temperaturas (máxima, média e mínima) registradas na safra agrícola 2009/2010 correspondentes ao período de semeadura até a colheita da soja, no local do experimento (Lages/SC). Fonte: INMET (2011).

A correção do pH do solo e a adubação seguiram as recomendações para a cultura da soja descritas pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo - CQFS-RS/SC (2004). O pH do solo foi

corrigido para 6,0 com calcário dolomítico. A adubação de base foi fornecida como N-P₂O₅-K₂O (02-28-19; 400 kg ha⁻¹), na quantidade recomendada para cultura com base na CQFS-RS/SC. Foi

realizada a inoculação das sementes com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, das estirpes disponíveis e recomendadas para a cultura com a finalidade de fixação biológica de nitrogênio. Foi realizado o controle de plantas daninhas em dessecação pré-semeadura (15 dias antes da semeadura) e uma aplicação em pós-emergência (aos 35 dias após a emergência - DAE da soja) com o herbicida glifosato (Roundup Original, 720 g ha⁻¹ em equivalente ácido). O controle de doenças foi realizado pela aplicação de tebuconazole para oídio (*Microsphaeradiiffusa*) e azoxystrobina + cyproconazole (2 aplicações: 41 DAE e 56 DAE) e piraclostrobina + epoxiconazole (uma aplicação, aos 67 DAE) paramíldio (*Peronosporamanshurica*) e ferrugem asiática (*Phakopsorapachyrhizi*). As pragas foram controladas através de duas aplicações de metamidofós, principalmente para o controle de percevejos (*Nezaraviridula* e *Piezodorusguldinii*) na fase de enchimento dos grãos (aos 77 e 93 DAE).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 5x2, composto de 5 redutores de crescimento {um sem aplicação de redutor (testemunha) e quatro redutores de crescimento: cloreto de mepiquate (Pix® HC 1,0 L ha⁻¹); cloreto de cloromequate (Tuval® 0,25 L ha⁻¹); cloreto de clorocolina (Cycocel® 1,0 L ha⁻¹); trinexapac-ethyl (Moddus® 0,4 L ha⁻¹)} aplicados em 2 épocas diferentes, a primeira com as plantas de soja no estágio R1 (escala fenológica proposta por FEHR; CAVINESS, 1977) e a segunda em R1+R2 (15 dias após a aplicação da primeira), em quatro repetições.

Cada parcela experimental foi composta por cinco linhas de 10 m cada, considerando-se a área útil as três fileiras centrais excluindo-se 0,5 m de suas extremidades, totalizando-se 13,5 m².

A colheita foi efetuada com as plantas no estágio R8 – maturidade de colheita, no dia 17 de abril de 2010. No ato da colheita foram efetuadas as avaliações morfométricas: acamamento (AC), pela metodologia proposta por Moes e Stobbe (1991) considerando $AC(\%) = I \times A \times 2$, onde “I” representa o grau de inclinação das plantas acamadas e “A” o percentual da área na parcela com plantas acamadas; estatura de planta (EP) medido com uma régua desde o nível do solo até o ápice de cada planta; diâmetro da haste principal (DH) medido com paquímetro digital no entrenó situado entre as folhas cotiledonares e às folhas primárias; número de entrenós (NE); comprimento de entrenós (CE) na haste principal de cada planta; e os componentes primários da produção: número de vagens por planta (NVP); grãos por planta (NGP); grãos por vagem (NGV), massa de mil grãos

(MMG); e rendimento de grãos (RG) pela pesagem de todos os grãos provenientes da área útil da parcela. As avaliações de planta (EP, DH, NE, CE, NVP, NGP, NGV) foram realizadas em dez plantas colhidas consecutivamente na linha central de cada parcela amostral conforme cada tratamento.

A análise de variância (ANOVA) foi efetuada para efeito geral tratamentos e também para avaliar a ocorrência de interação entre redutores com as épocas de aplicação. Dados referentes a contagens e percentuais foram transformados pela equação $(x + 0,5)^{0,5}$, apenas para a realização da ANOVA. Devido ao uso de um controle (sem emprego de redutor), o teste Dunnett foi empregado como teste de comparação dos redutores e, para comparar as duas épocas de aplicação o teste F foi conclusivo. Foram estimados coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis e sua significância foi avaliada pelo teste t. Todas as análises foram consideradas a $p < 0,05$, e foram realizadas via programa computacional SAS (SAS, 2003)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estatura de plantas, o comprimento dos entrenós, a massa de mil grãos e o rendimento de grãos foram os parâmetros afetados significativamente pelos redutores ($p < 0,05$) (Tabela 1); entretanto o índice de acamamento, número de entrenós na haste principal, número de vagens por planta, número de grãos por planta e número de grãos por vagem não apresentaram diferenças em decorrência dos tratamentos aplicados.

Quanto a estatura, os tratamentos promoveram diferenças estatísticas, sendo que os tratamentos com o cloreto de cloromequate e cloreto de clorocolina as plantas apresentaram as menores estaturas, quando comparados à testemunha (sem aplicação de redutor) (Figura 2). A aplicação de redutores de crescimento possibilitou plantas de menor estatura, porém não de tamanha magnitude a encontrada, também em soja (LINZMEYER JUNIOR et al., 2008), os quais observaram uma redução de 2 a 5 cm a estatura de plantas de soja pela aplicação de 100 gi.a. ha⁻¹ de trinexapac-ethyl.

O índice de acamamento nas unidades amostrais, em média, foi 4,65% e não diferiu entre os tratamentos, embora a aplicação dos redutores em R1 tenha promovido redução no índice de acamamento em 6% quando comparado com a aplicação em R1+R2. Estes resultados se devem principalmente ao fato que esta safra agrícola não foi propícia à ocorrência de acamamento, pela semeadura ter sido realizada no final do período

preferencial de semeadura para a região e também pela baixa ocorrência de ventos. Entretanto é semelhante ao trabalho de Linzmeyer Junior et al.

(2008) também na cultura da soja em que o acamamento não diferiu estatisticamente em decorrência da aplicação de trinexapac-ethyl.

Tabela 1. Quadrado médio da estatura de planta (EP), diâmetro da haste principal (DH), acamamento (AC), rendimento de grãos (RG), comprimento dos entrenós (CE), número de entrenós (NE), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos por vagem (NGV) e massa de mil grãos (MMG); referente a tipo de redutor (RED) e ao número de aplicação (NAP) do redutor sobre plantas de soja, cv CD 226RR no estágio R1 (uma aplicação) e R1+R2 (duas aplicações). Lages/SC, safra 2009/2010.

F.V.	G.L.	EP	DH	AC	RG	CE	NE	MMG	NVP	NGV	NGP
RED (A)	4	138,27 *	0,007 ns	0,83 ns	581.836,0 *	1,37 *	0,37 ns	455,4 **	0,61 ns	0,03 ns	0,93 ns
NAP (B)	1	3,25 *	0,003 *	0,55 ns	477.859,0 ns	1,06 *	0,03 ns	352,2 *	0,30 ns	0,09 ns	2,59 ns
A x B	4	25,13 ns	0,001 ns	0,97 ns	48.658,0 ns	0,22 ns	0,10 ns	113,1 ns	1,06 ns	0,03 ns	1,61 ns
Bloco	3	24,95 ns	0,002 ns	6,61 ns	562.361,0 ns	0,08 ns	0,01 ns	243,3 ns	0,90 ns	0,04 ns	3,44 ns
Erro	27	48,60	0,003	2,09	251.660,0	0,14	0,01	66,1	0,86	0,02	1,80
Média		95,47	0,660	4,65	2.381,7	5,62	15,30	160,9	57,70	1,88	108,50
		(cm)	(cm)	(%)	(kg ha ⁻¹)	(cm)	---	(g)	---	---	---
C.V.		7,30	8,200	31,10	21,0	6,70	3,900	5,1	12,20	8,40	12,90

** e * = diferem estatisticamente pelo teste F a $p < 0,01$ e $p < 0,05$, respectivamente; ns: não significativo; F.V. = fontes de variação; G.L. = graus de liberdade; C.V. = coeficiente de variação.

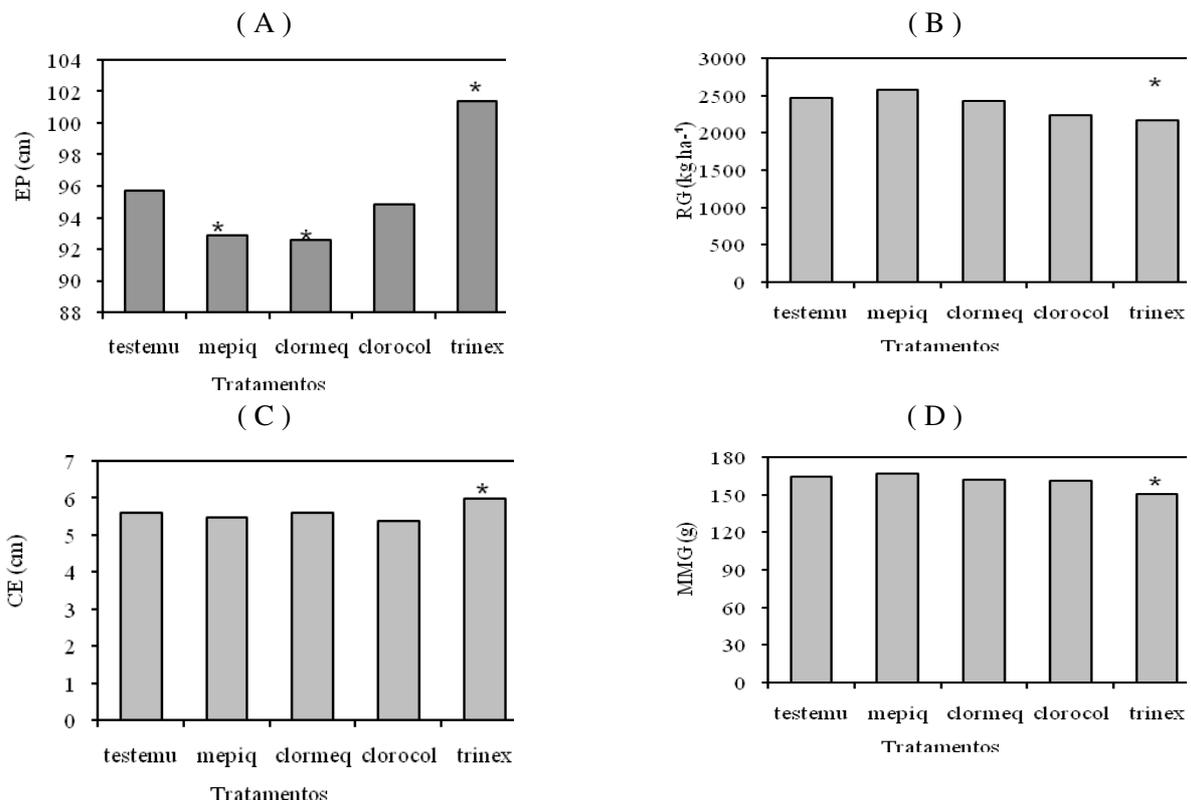


Figura 2. (a) Estatura de planta (EP); (b) rendimento de grãos (RG), (c) comprimento dos entrenós (CE) e (d) massa de mil grãos (MMG); de plantas de soja, cv CD 226RR tratadas com redutores de crescimento no estágio R1 (uma aplicação) e R1+R2 (duas aplicações). Lages/SC, safra 2009/2010. * = difere do tratamento testemunha pelo teste Dunnett a $p < 0,05$.

O diâmetro da haste foi maior em decorrência da aplicação de redutores de crescimento vegetal, proporcionado pela aplicação na primeira época ($p < 0,01$), tal resultado pode ser devido aos fotoassimilados terem sido desviados do destino de aumentar a estatura e assim proporcionar este aumento do DH (Figura 3a, 3b). Não foi observada diferença estatística entre os redutores

para DH. Linzmeyer Junior et al. (2008) encontraram resposta polinomial quadrática ao aumento da dose de trinexapac-ethyl em soja para o caráter diâmetro da haste principal. O número de nós por planta não diferiu significativamente, porém o comprimento médio dos entrenós diferiu (Figura 2), apresentando entrenós de maior comprimento apenas no tratamento com trinexapac-ethyl.

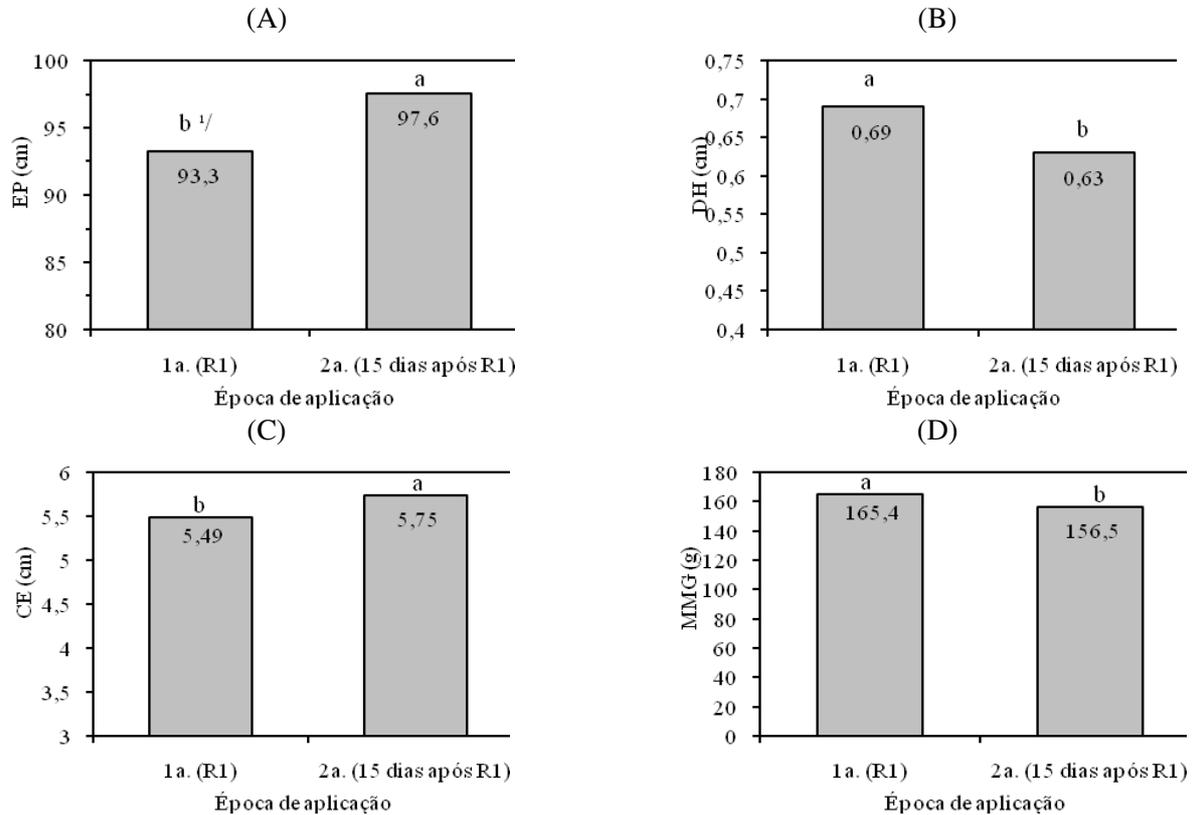


Figura 3. Efeitos simples de época de aplicação dos redutores de crescimento. (a) estatura de plantas (EP); (b) diâmetro da haste principal (DH); (c) comprimento dos entrenós (CE); (d) massa de mil grãos (MMG) de soja, cv CD 226RR tratadas com redutores de crescimento no estádio R1 (uma aplicação) e R1+R2 (duas aplicações). Lages/SC, safra 2009/2010. ^{1/}Médias seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste “F” a $p < 0,05$.

Em relação ao rendimento de grãos observou-se pequena diferença, porém estatisticamente significativa e negativa (redução de 12% no RG), devido ao tratamento trinexapac-ethyl em comparação com o tratamento testemunha. Uma das hipóteses é que a aplicação mais tardia deste redutor (no estádio R1+R2) provocou a retenção de fotossintatos nas demais partes da planta e conseqüente demora de translocação destes fotossintatos, acarretando também, nas plantas tratadas, maior ciclo (10 dias a mais em relação às plantas não tratadas - testemunha) e em conseqüência uma maior a presença de grãos “chochos” e desta forma, neste tratamento ocorreu menor MMG. Campos et al. (2007) observaram que os reguladores de crescimento (cloreto de mepiquate

e citocinina) não diferiram significativamente entre si, não afetando a produtividade, mas reduzindo a estatura de plantas de soja. Trabalhos com redutores de crescimento em lavouras da cultura da soja são escassos, exemplos em soja, não se constataram efeitos sobre a MMG (CAMPOS et al. 2007; LINZMEYER JUNIOR et al., 2008) em decorrência do emprego de cloreto de mepiquate e trinexapac-ethyl. Em condições de casa de vegetação, Correia e Leite (2012) não observaram injúrias fitotóxicas nem diferenças quanto a massa seca da planta, massa das vagens produzidas e NVP. Mas em outras culturas, Amabile et al. (2004), utilizando trinexapac-ethyl, na cultura da cevada e Alvarez et al. (2007) na cultura do arroz, também não observaram efeitos negativos nos principais

componentes da produção. Os redutores de crescimento podem apresentar efeitos distintos sobre a massa específica das sementes, como, por exemplo, em algodão e feijão foram observados aumentos (EL-FOULY et al., 1988; PIPOLO et al., 1993) e em feijão o emprego de etefom não mostrou resposta consistente de aumento ou redução da massa de sementes (NGATIA et al., 2003). A massa específica das sementes é uma característica inerente ao genótipo (COELHO et al., 2007; DAWO et al., 2007), ou seja, tende a ser um caractere com alta estabilidade, exceto quando algum estresse ocorre na fase de enchimento de grãos, como por exemplo, a ocorrência de geada (SOUZA et al., 2010b).

O número de grãos por vagem nestas condições experimentais foi 1,9 grãos por vagem, o número de grãos por plantas foi 109 e o número de vagens por planta foi 58 (Tabela 1). Esses caracteres produtivos não sofreram influência dos redutores. Resultado similar, em soja com o emprego de trinexapac-ethyl também foi obtido em que a massa seca da planta, a área foliar, os componentes da produção e a produtividade não foram afetadas pelo emprego deste redutor de crescimento vegetal (LINZMEYER JUNIOR et al., 2008). Mas em outras espécies e com outros reguladores de crescimento, foram obtidos respostas diferentes, por exemplo, na pesquisa realizada com a cultura do feijão, El-Fouly et al. (1988), mostraram aumento do número de grãos por vagem com o emprego de cloreto de clorocolina e Ngatia et al. (2003) com o emprego de etefom.

A redução de estatura das plantas, sem reduzir o rendimento de grãos, pelo emprego de redutores, é um resultado agronomicamente interessante no sentido de aumentar a tolerância das plantas ao acamamento. Segundo Shekoofa e Emam (2008) os redutores de crescimento, como cloreto de cloromequate e etefom reduziram a estatura das plantas de trigo com respectivo aumento de rendimento de grãos. Tal efeito foi atribuído a alteração da partição de carboidratos, os quais não foram destinados ao aumento de estatura, mas foram redirecionados predominantemente para as espigas. Em feijão, El-Fouly et al. (1988) descrevem aumento do rendimento de grãos pelo emprego de cloreto de clorocolina. Ngatia et al. (2003), com etefom, obtiveram redução da estatura das plantas sem efeito deste sobre o rendimento de grãos de feijão. Também com feijão, Souza et al. (2010a) obtiveram aumento do diâmetro da haste, redução da estatura da planta e redução do número de nós na haste principal, mas sem efeito de redutores de crescimento sobre a produtividade de grãos de

feijão.

Nesta pesquisa, algumas relações foram estudadas (Tabela 2) e foi constatado que o rendimento de grãos apresentou correlação positiva e significativa com o NVP ($r=0,60$), NGP ($r=0,65$) e com a MMG ($r=0,61$) e negativa com EP ($r=-0,54$); umidade dos grãos na colheita ($r=-0,80$), CE ($r=-0,46$) e com o índice de acamamento ($r=-0,56$). A estatura de plantas apresentou correlação positiva com maior umidade de grão na colheita ($r=0,70$), CE ($r=0,67$), NE ($r=0,40$), índice de acamamento ($r=0,42$) e NGV ($r=0,28$) e negativa com o NVP ($r=-0,52$), NGP ($r=-0,37$) e MMG ($r=-0,62$). O diâmetro da haste apresentou correlação positiva com a umidade dos grãos na época de colheita ($r=0,39$) e número de nós na haste principal ($r=0,35$) e negativa com a MMG ($r=-0,33$). A umidade dos grãos na época da colheita se correlacionou positivamente com comprimento dos entrenós ($r=0,59$) e acamamento ($r=0,44$) e negativamente com NVP ($r=-0,49$), NGP ($r=-0,46$) e MMG ($r=-0,67$). O comprimento dos entrenós da haste principal se correlacionou com o NVP ($r=-0,63$), NGP ($r=-0,56$) e MMG ($r=-0,67$). O acamamento é dependente de maior EP ($r=0,42$) e de uma maior umidade dos grãos na época da colheita ($r=0,44$). O número de vagens por planta se correlacionou fortemente com o NGP ($r=0,92$), com o RG ($r=0,60$) e com a MMG ($r=0,44$).

Fernandez et al. (2009) encontrou que o aumento do NGP é uma das características para se elevar o RG de soja e que este aumento do NGP pode ser obtido por um melhor aporte nutricional da planta de soja durante todo seu ciclo, principalmente de potássio. Já Karasu et al. (2009) estimou a herdabilidade (no sentido restrito) de vários caracteres da planta e encontrou os seguintes valores 0,14; 0,14; 0,21; 0,004; 0,13; 0,30 e 0,26 para EP, NGV, MMG, altura de vagem, NGP, NVP e RG, respectivamente. Souza et al. (2010b) encontraram relação positiva entre o RG com maior NVP, NGV e MMG, resultado este consistente em duas safras de avaliação de duas cultivares de soja.

Plantas mais compactas, mais equilibradas podem ser mais eficientes na fotossíntese. Segundo Liu et al. (2010) 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 consequente aumento da produtividade. Tal resposta foi proporcionada principalmente pela manutenção da fotossíntese em folhas da parte inferior do dossel da planta.

Tabela 2. Correlação simples de Pearson entre os caracteres rendimento de grãos (RG), estatura de planta (EP), diâmetro da haste principal (DH), umidade dos grãos na colheita (UM), comprimento dos entrenós (CE), número de entrenós (NE), acamamento (AC), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP), número de grãos por vagem (NGV) e massa de mil grãos (MMG). Lages/SC, safra 2009/2010.

	RG	EP	DH	UM	CE	NE	AC	NVP	NGP	NGV	MMG
Média	2381,7	95,47	0,66	8,55	5,61	15,30	4,65	57,68	108,50	1,88	160,93
DP	335,21	7,24	0,06	2,71	0,43	0,15	1,47	13,29	27,48	0,17	11,48
N	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
RG											
EP	-0,54 **										
DH	-0,26 ns	0,18 ns									
UM	-0,80 **	0,70 **	0,39 *								
CE	-0,46 **	0,67 **	0,06 ns	0,59 **							
NE	-0,23 ns	0,40 *	0,35 *	0,31 ns	-0,23 ns						
AC	-0,56 **	0,42 **	0,05 ns	0,44 **	0,24 ns	0,17 ns					
NVP	0,60 **	-0,52 *	0,26 ns	-0,49 **	-0,63 **	0,10 ns	-0,32 *				
NGP	0,65 **	-0,37 *	0,23 ns	-0,46 **	-0,56 **	0,19 ns	-0,26 ns	0,92 **			
NGV	0,24 ns	0,28 ns	0,01 ns	-0,07 ns	0,06 ns	0,26 ns	0,04 ns	-0,01	0,38 *		
MMG	0,61 **	-0,62 **	-0,33 *	-0,66 **	-0,67 **	-0,23 ns	-0,21 ns	0,44 *	0,36 *	-0,13 ns	

** e * = diferem estatisticamente pelo teste t a 0,01 e 0,05, respectivamente; ns: não significativo; DP = desvio padrão; N = número de observações consideradas.

A pesquisa tem buscado, em soja, plantas de porte menor, com arquitetura mais equilibrada e que sejam capazes de suportar grande número de vagens e de grãos até o momento da colheita, integram as características do ideotipodesejável(SINGH, 2001), e o emprego de redutores de crescimento pode conferir este benefício por tornar as plantas mais compactas e eretas devido a redução de sua estatura.

CONCLUSÕES

Apenas uma única aplicação no início do florescimento (estádio R1) é suficiente para reduzir a estatura das plantas com o emprego de cloreto de

mepiquate e cloreto de cloromequate, na soja, na dose de 100 gi.a. ha⁻¹.

A aplicação de redutores de crescimento cloreto de cloromequate e cloreto de mepiquate possibilita plantas com menor estatura na cultura da soja, cv. CD 226RR e que se correlaciona positivamente com a resistência ao acamamento.

Plantas de soja com menor estatura apresentam maior número de vagens, maior número de grãos por planta e grãos mais pesados.

O emprego de redutor de crescimento trinexapac-ethyl aplicado sobre plantas no estágio R1 e R1+R2 não proporciona redução da estatura de plantas de soja cv CD 226RR.

ABSTRACT. The objective of this work was to evaluate the effect of growth retardants on the plants morphological characteristics and on yield components of soybean (cv CD226 RR). The experiment was carried out under field conditions with a completely random experimental layout, with four repetitions, a combination of four growth retardant treatments (mepiquat chloride, chlormequat chloride, chlorocolina chloride and trinexapac-ethyl) were used, and a control; in two application stage: R1 and R1+R2 for the respective products. The harvest and evaluation was carried out with the plants at R8 stage – harvest maturity. The action of the growth retardants caused a reduction in plant height (mepiquat chloride and chlormequat chloride). There was a reduction in thousand grains weight (TGW) under the trinexapac-ethyl treatment. The growth retardants did not affect the following characteristics: stem diameter (SD), number of internodes (NI) on the main stem of the plants, plant lodging (PL), number of pods per plant (NPP), number of grains per plant (NGP) and number of grains per pod (NGPP). However, a correlation was found between plant height (PH) and NGP, NGPP and TGW. Grain yield (GY) showed a positive correlation with NPP, NGP and TGW and, particularly, that the highest grain yield can be obtained from the shortest plants. It is possible to reduce PH by the use of plant growth retardants and plant architecture become more upright, internodes more short, but without altering NI. This indicates an ideotype for greater GY and lower PL in the soybean crops.

KEYWORDS: *Glycine max.* Plant growth retardant. Plantheight. Yieldcomponents.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, R. C. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; RODRIGUES, J. D.; ALVAREZ, A. C. C. Aplicação de reguladores vegetais na cultura de arroz de terras altas. **Acta Sci. Agron.**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 241-249, 2007.
- AMABILE, R. F.; MINELLA, E.; VALENTE, C. M. W.; DA SERRA, D. D. **Efeito do regulador de crescimento trinexapacetil em cevada cervejeira irrigada em áreas de cerrado do Distrito Federal.** 1ª ed. Planaltina DF: Embrapa Cerrado, Disponível em: http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2004/bolpd/bolpd_120.pdf acesso em jul-2010, 2004. 14 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 120).
- BERTI, M.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Produtividade de cultivares de trigo em função do trinexapacetyl e doses de nitrogênio. **Sci. Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 127-134, 2007.
- CAMPOS, M. F.; ONO, E. O.; LIMA, G. P. P.; RODRIGUES, J. D. Desenvolvimento de plantas de soja em resposta aos reguladores vegetais. **R. Bras. Bioci.**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 009-011, 2007.
- CATO, S. C.; CASTRO, P. R. C. Redução da altura de plantas de soja causada pelo ácido 2,3,5-triidobenzóico. **Ci. Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 981-984, 2006.
- COBER, E. R.; MORRISON, M. J.; MA, B.; BUTLER, G. Genetic improvement rates of short-season soybean increase with plant population. **CropSci.**, Madison, v. 45, n. 3, p. 1029-1034, 2005.
- COELHO, C. M. M.; COIMBRA, J. L. M.; SOUZA, C. A.; BOGO, A.; GUIDOLIN, A. F. Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ci. Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1241-1247, 2007.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC (CQFS-RS/SC). **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 10ª ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004. 400 p.
- COODETEC. **Guia de produtos 2009 Soja Sul.** Cascavel: COODETEC, 2009. 55 p.
- CORREIA, N. M.; LEITE, G. J. Selectivity of the plant growth regulators trinexapac-ethyl and sulfometuron-methyl. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 69, n. 3, p. 194-200, 2012.
- DAWO, M. I.; SANDERS, F. E.; PILBEAM, D. J. Yield, yield components and plant architecture in the F3 generation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) derived from a cross between the determinate cultivar 'Prelude' and an indeterminate landrace. **Euphytica**, Netherlands, v. 156, n. 1, p. 77-87, 2007.
- EL-FOULY, M. M.; SAKR, R.; FOUAD, M. K.; ZAHER, A. M.; FAWZI, A. F. A. Effect of GA, CCC and B-9 on morphophysiological characters and yield of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **J. Agron. Crop Sci.**, Germany, v. 160, n. 2, p. 94-101, 1988.
- FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAOSTAT-Agriculture.** Disponível em: <<http://www.fao.org/corp/statistics/en/>> Acesso em: 24 ago. 2011, 2011.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development.** Special Report, 80. Ames: Iowa State University, 1977. 12 p.
- FERNANDEZ, F.; BROUDER, S.; VOLENEC, J.; BEYROUTY, C.; HOYUM, R. Root and shoot growth, seed composition, and yield components of no-till rainfed soybean under variable potassium. **PlantSoil**, Amsterdam, v. 322, n. 1-2, p. 125-138, 2009.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: Rendimento médio - Confronto das Safras de 2010 e 2011. Brasil. Abril de 2011.** Brasília: IBGE, 2011. disponível em:

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201104_201106.shtm> Acesso em: 20 ago. 2011.

INMET. **Boletim Agroclimatológico: observações e gráficos do Boletim Agroclimatológico.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/observacoes.php?lnk=Gráficos>> acesso em: 20 mai 2011, 2011.

KARASU, A.; OZ, M.; GÖKSOY, A. T.; TURAN, Z. M. Genotype by environment interactions, stability, and heritability of seed yield and certain agronomical traits in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. **Afr. J. Biotechnol.** Nairobi, v. 8, n. 4, p. 580-590, 2009.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal.** 1 ed. Rio de Janeiro (RJ): Guanabara Koogan, 2004. 452 p.

LINZMEYER JUNIOR, R.; GUIMARÃES, V. F.; SANTOS, D. D.; BENCKE, M. H. Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja. **Acta Sci. Agron.**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 373-379, 2008.

LEITE, G. H. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; SILVA, M. A.; LIMA, G. P. P. Invertases enzymes activity and sucrose accumulation in sugarcane (*Saccharumofficinarum* L.) under effect the potassium nitrate, ethephon and ethyl-trinexapac. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 649-656, 2011.

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.

MARCHIORI, L. F. S.; CÂMARA, G. M. D. S.; PEIXOTO, C. P.; MARTINS, M. C. Desempenho vegetativo de cultivares de soja *Glycinemax* (L.) Merrill em épocas normal e safrinha. **Sci. Agric.**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 383-390, 1999.

MOES, J.; STOBBE, E. H. Barley treated with ethephon: I. yield components and net grain yield. **Agron. J.**, Maison, v. 83, n. 1, p. 86-90, 1991.

NAGASHIMA, G. T.; MIGLIORANZA, É.; MARUR, C. J.; YAMAOKA, R. S.; SILVA, J. G. R. Desenvolvimento do algodoeiro em resposta a modo de aplicação e doses de cloreto de mepiquat via sementes. **Ci. Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 1, p. 007-011, 2010.

NASCIMENTO, V. **Resposta do arroz a doses e épocas de aplicação do regulador de crescimento etil-trinexapac.** Ilha Solteira-SP, 2008. 52 f. Mestrado - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.

NGATIA, T. M.; SHIBAIRO, S. I.; EMONGOR, V. E.; KIMENJU, J. W. Effects of ethephon on growth, yield and yield components of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **J. Agric. Sci. Technol.**, África, v. 5, n. 1, p. 22-28, 2003.

PIPOLO, A. E.; ATHYDE, M. L.; PIPLOLO, V. C.; PARDUCCI, S. Comparação entre diferentes doses de cloreto de clorocolina aplicadas em algodoeiro herbáceo. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 28, n. 8, p. 1915-1923, 1993.

RADEMACHER, W. Growth Retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.**, Palo Alto, v. 51, n. 1, p. 501-531, 2000.

REZENDE, P. M.; GRIS, C. F.; GOMES, L. L.; TOURINO, M. C. C.; BOTRE, É. P. Efeito da semeadura a lanço e da população de plantas no rendimento de grãos e outras características da soja [*Glycine Max* (L.) Merrill]. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 1499-1504, 2004.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A. D.; TEIXEIRA, M. C. C.; ROMAN, E. S. **Redutores de crescimento**. (Circular Técnica; 14). Passo Fundo-RS: Embrapa Trigo, 2003. 18 p.

SAS. **SAS InstituteInc® 2003**. Cary, NC, USA, Licence UDESC: SAS Institute Inc, 2003.

SHEKOOFA, A.; EMAM, Y. Effects of nitrogen fertilization and plant growth regulators (PGRs) on yield of wheat (*Triticumaestivum* L.) cv. Shiraz. **J. Agric. Sci. Technol.**, Tehran/Iran, v. 10, n. 2, p. 101-108, 2008.

SILVA, A. F.; FERREIRA, E. A.; CONCENÇO, G.; FERREIRA, F. A.; ASPIAZU, I.; GALON, L.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A. Densidades de plantas daninhas e épocas de controle sobre os componentes de produção da soja. **Pl. Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 65-71, 2008.

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

SOUZA, C. A.; COELHO, C. M. M.; STEFEN, D. L. V.; SACHS, C.; FIGUEIREDO, B. P. Atributos morfológicos e componentes da produção do feijoeiro sob efeito de redutores de crescimento. **Cientifica**, Jaboticabal, v. 38, n. 1/2, p. 030-038, 2010a.

SOUZA, C. A.; GAVA, F.; CASA, R. T.; KUHNEN JUNIOR, P. R.; BOLZAN, J. M. Relação entre densidade de plantas e genótipos de soja RoundupReadyTM. **Pl. Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 887-896, 2010b.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 720 p.

TEIXEIRA, M. C. C.; RODRIGUES, O. **Efeito da adubação nitrogenada, arranjo de plantas e redutor de crescimento no acamamento e em características de cevada**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 16 p. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 20).

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002.

ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo em duas doses de nitrogênio. **Pl. Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007.