

REGULADOR DE CRESCIMENTO E CARACTERÍSTICAS  
MORFOLÓGICAS DO MILHO EM DIFERENTES DENSIDADES DE  
PLANTAS E ÉPOCAS DE SEMEADURA

*GROWTH REGULATOR AND MORPHOLOGICAL TRAITS OF MAIZE  
AT DIFFERENT PLANT DENSITIES AND SOWING DATES*

Hugo François Kuneski<sup>1</sup>, Lucieli Santini Leolato<sup>2</sup>, Luis Sangoi<sup>3</sup>, Antonio  
Eduardo Coelho<sup>4</sup>, Murilo Miguel Durli<sup>5</sup>, Fernando Panison<sup>6</sup>, Vander de Liz Oliveira<sup>7</sup>

**Resumo** – As sementeiras adensadas e/ou tardias provocam efeitos morfológicos negativos no milho, tais como redução no diâmetro do colmo, aumento na estatura e da percentagem de plantas acamadas e quebradas. A utilização de reguladores de crescimento pode ajudar a mitigar estas alterações na arquitetura da planta. Este trabalho foi conduzido objetivando avaliar o efeito da aplicação do regulador de crescimento etil trinexapac na resposta morfofisiológica do milho ao incremento na densidade de plantas em diferentes épocas de sementeira. O experimento foi implantado a campo, no município de Lages, SC, durante as safras agrícolas 2014/2015 e 2015/2016. Foram testadas duas épocas de sementeira (15/10 – preferencial e 5/12 – tardia), quatro densidades de plantas (5, 7, 9, 11 plantas m<sup>-2</sup>), com e sem aplicação foliar de etil trinexapac. O regulador de crescimento foi pulverizado na dose de 150 g i.a. ha<sup>-1</sup> quando o híbrido P30F53YH estava nos estádios de desenvolvimento V5 e V10. A aplicação de etil trinexapac foi efetiva para reduzir a altura da planta, principalmente devido ao encurtamento dos entrenós localizados acima do ponto de inserção da espiga. O uso do regulador de crescimento não interferiu na percentagem de plantas acamadas e quebradas, independentemente da densidade de plantas e da época de sementeira. A aplicação de etil trinexapac proporcionou menores taxas de redução do diâmetro de colmo em função do adensamento de plantas. O índice de área foliar não foi alterado com o uso do regulador de crescimento.

**Palavras-chave:** Etil trinexapac; *Zea mays*; Altura de planta.

**Abstract** – *The crowded and/or late sowings promote negative morphological effects on maize growth, such as the reduction of stem diameter and the increase on plant height and stem lodging. The use of growth regulators can help to mitigate these changes on plant architecture. The present work was carried out aiming to evaluate the effect of growth regulator ethyl trinexpac on maize response to the increment in*

<sup>1,2,4,5,6</sup>Eng<sup>o</sup>. Agrônomo M. Sc. Doutorando em Produção Vegetal pelo Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina

<sup>3</sup>Eng<sup>o</sup>. Agrônomo, Ph.D. Professor do departamento de agronomia no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina

<sup>7</sup>Graduando em Agronomia no Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina

*plant density at different sowing dates. A field trial was set in Lages, SC, during the growing seasons of 2014/2015 and 2015/2016. Two sowing dates (10/15 – preferential and 12/5 – late) and four plant densities (5, 7, 9, 11 plants m<sup>-2</sup>) were tested, with and without foliar application of ethyl trinexapac. The growth regulator was sprayed at the rate of 150 g i.a. ha<sup>-1</sup> when maize hybrid P30F53YH was at the growth stages of V5 and V10. The application of ethyl trinexapac was effective to reduce plant height, mainly due to the shortening of the stem internodes located above the ear. The use of this growth regulator did not interfere with the percentage of lodged and broken stems, regardless of plant density and sowing time. The spraying of ethyl trinexapac favored slower rates of stem diameter reduction when plant density was enhanced. The leaf area index did not change with the use of the growth regulator.*

**Keywords:** *Ethyl trinexapac; Zea mays; Plant height.*

## INTRODUÇÃO

O aumento na densidade de plantas é uma estratégia de manejo que possibilita incrementos na produtividade da cultura do milho. Entretanto, o adensamento excessivo proporciona maior competição por luz, estimula a dominância apical do pendão sobre a espiga, ocasiona o estiolamento da planta e a redução do diâmetro de colmo. Estas alterações morfo-fisiológicas resultam em maior predisposição a perdas ao rendimento de grãos, devido ao aumento da porcentagem de plantas acamadas e quebradas (SANGOI; SILVA; ARGENTA, 2010).

Quando a semeadura é realizada tardiamente, no final da primavera, estes efeitos negativos são acentuados, devido à redução do subperíodo emergência-pendoamento, ao menor acúmulo de reservas no colmo e ao precário desenvolvimento do sistema radicular (SERPA et al., 2012). Quanto semeado tardiamente, a altura da planta é maior, pois as temperaturas atmosféricas no período vegetativo são mais altas, o que propicia a expansão dos entrenós do colmo (SANGOI et al., 2010).

O regulador de crescimento etil trinexapac é utilizado para reduzir o crescimento da parte aérea das plantas, sem comprometer o rendimento da cultura. Ele age inibindo a biossíntese de giberelinas, hormônios que promovem o alongamento celular. Assim, o produto reduz o crescimento dos entrenós, evitando o acamamento de plantas (PRICINOTTO, 2014). Os reguladores de crescimento ainda

podem trazer efeitos positivos na arquitetura de plantas, permitindo maior absorção da radiação solar e maior produtividade de grãos (ZAGONEL; FERNANDES, 2007). O efeito do redutor de crescimento depende de vários fatores, como a época de semeadura, as condições do ambiente, o estado nutricional e fitossanitário da cultura, a dose e a época de aplicação (RODRIGUES et al., 2003).

Além de diminuir o crescimento das plantas, os reguladores de crescimento abriram novas perspectivas para o aumento da produtividade em gramíneas e leguminosas (LAMAS, 2001). Estes compostos podem aumentar o rendimento de grãos não somente pela redução do acamamento, mas por proporcionar caules/colmos mais grossos, folhas mais largas e verticais e crescimento radicular mais vigoroso (LINZMEYER JUNIOR et al., 2008). Dessa forma, os reguladores de crescimento são estudados em diversas culturas, como o milho (Zagonel e Ferreira, 2013; ZHANG et al., 2014; FAGHERAZZI, 2015; DURLI, 2016.)

O emprego de reguladores de crescimento pode ser utilizado para diminuição da altura de plantas, altura de inserção de espigas e comprimento do colmo. O uso de Etil trinexapac pode auxiliar a maximizar a produtividade por meio do adensamento de plantas, ou potencializar a produtividade nas semeaduras tardias que estão predispostas à quebra e acamamento dos colmos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação do regulador de crescimento etil trinexapac na resposta morfofisiológica do milho ao incremento na densidade de plantas em diferentes épocas de semeadura.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido a campo, nos anos agrícolas de 2014/15 e 2015/16, no município de Lages, localizado no Planalto Sul de Santa Catarina. As coordenadas geográficas do local são 27°50'35" de latitude Sul, 50°29'45" de longitude Oeste e altitude de 849 metros.

Até o ano 2014/2015, a área foi cultivada em monocultivo de milho no verão por três anos consecutivos, e rotação com feijão em 2015/16, ambos em sucessão aveia preta (*Avena strigosa*). O solo do local é classificado como Nitossolo Vermelho Distrófico Típico (EMBRAPA, 2006). Os resultados da análise da química do solo na camada arável (0 a 20 cm) para os dois anos agrícolas estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da análise química do solo da área experimental nos anos agrícolas 2014/2015 e 2015/2016. <sup>(1)</sup>

Ano Agrícola	Argila (%)	pH H <sub>2</sub> O (CaCl <sub>2</sub> )	SMP -	MO (g kg <sup>-1</sup> )	P -(mg dm <sup>-3</sup> )-	K	Ca	Mg	Al	CTC
2014/2015	56	5,2	5,7	60	9,4	186,0	5,8	2,5	0,2	8,9
2015/2016	53	5,1	5,2	63	13,0	195,0	7,0	2,5	0,3	20,8

<sup>(1)</sup> Análises realizadas pelos laboratórios do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina; MO: Matéria Orgânica; P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Al: Alumínio; CTC: Capacidade de Troca Catiônica; H+Al: Hidrogênio + Alumínio; V: Saturação por bases.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), dispostos em parcelas sub-subdivididas, com três repetições. Na parcela principal foram testadas duas épocas de semeadura: 15/10 (preferencial – início da primavera) e 5/12 (tardia – final da primavera). Nas sub-parcelas foram avaliadas quatro densidades populacionais (5, 7, 9 e 11 plantas m<sup>-2</sup>). Nas sub-subparcelas foram avaliados os tratamentos com e sem o regulador de crescimento. Cada sub-subparcela foi constituída por quatro linhas de 7 metros espaçadas em 0,70 m. Considerou-se as duas linhas centrais como área útil, exceto 0,50m em cada extremidade, totalizando 8,4 m<sup>2</sup>, e as duas linhas externas como bordadura.

Os experimentos foram implantados no sistema de semeadura direta com o uso de semeadoras manuais. O híbrido utilizado foi o P30F53YH. Foram depositadas três sementes por cova. Quando as plantas estavam no estágio V3 foi realizado o desbaste para o ajuste da população de acordo com as densidades utilizadas. A adubação de manutenção foi realizada no dia da semeadura com objetivo de produzir 21.000 kg ha<sup>-1</sup> de grãos, de acordo com as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004). Foram aplicados 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, 295 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 170 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Os fertilizantes foram aplicados superficialmente nas linhas de semeadura. Na adubação de cobertura foram aplicados 300 kg de N ha<sup>-1</sup>, igualmente parcelados nos estádios V4, V8 e V12 na escala de Ritchie et al. (1993). Pragas, doenças e plantas daninhas foram controladas quimicamente sempre que necessário para que não interferissem no desenvolvimento das plantas.

O regulador de crescimento etil trinexapac foi aplicado nos estádios V5 e V10, utilizando-se o produto comercial Moddus®, na dose de 150 g i.a. em cada aplicação. As pulverizações foram realizadas com pulverizador costal pressurizado por CO<sub>2</sub> à pressão constante de 30 lb pol<sup>-2</sup>, com bicos de jato plano “leque” XR 110-015. O volume de calda foi de 200 L ha<sup>-1</sup> com o jato dirigido sobre as folhas superiores.

O índice de área foliar (IAF) foi determinado logo após pendoamento, pela relação entre a área foliar da planta e a superfície de solo ocupada pela mesma. O diâmetro do colmo (DC) foi aferido no dia da colheita de cada época de semeadura, utilizando o terço mediano do segundo internódio a partir da base da planta, com o auxílio de um paquímetro digital, nos sentidos de menor e maior diâmetro. A altura de planta (AP) e altura de inserção de espiga (AIE) foram aferidas no estádio R3 (grão leitoso) da escala de Ritchie et al. (1993). Para determinação da AP considerou-se a distância da base da planta até a extremidade do pendão. Para estimativa da AEI mediu-se a distância da base do colmo até o nó onde a espiga superior estava inserida. A distância entre o nó de inserção da espiga e a extremidade do pendão (DIP) foi determinada de forma indireta pela diferença entre AP e AIE. Todas essas avaliações foram realizadas em cinco plantas com uniformidade fenológica, previamente identificadas em estádio V4 de desenvolvimento. A porcentagem de plantas acamadas e quebradas (PAQ) foi determinada na área útil, no dia da colheita, considerando-se acamadas as plantas cujo colmo formou um ângulo inferior a 45° com a superfície do solo e, quebradas as plantas que apresentaram ruptura do colmo abaixo da espiga.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F ao nível de significância de 5% (P<0,05). Quando alcançados os níveis de significância, as médias dos fatores qualitativos (épocas de semeadura e uso do regulador de crescimento) foram comparadas entre si pelo teste de Tukey e a do fator quantitativo (densidade de plantas) por análise de regressão polinomial a 5% (P<0,05).

## **RESULTADOS E DISCUÇÃO**

No ano agrícola de 2014/2015, a altura de plantas (AP) foi influenciada pelos efeitos principais do uso do regulador de crescimento em ambos os anos agrícolas, e pela época de semeadura (Tabela 2). O milho semeado em outubro apresentou

plantas 45 cm mais baixas, em comparação com as semeadas em dezembro (Tabela 3). O etil trinexapac reduziu 6,0 cm a altura da planta, independente da época de semeadura e densidade populacional, representando um decréscimo de 2,2% (Tabela 4). Esses valores estão de acordo com Pricinotto et al. (2015), Zhang et al. (2014) e Fagherazzi (2015).

Tabela 2 – Valores de F segundo análise de variância para as variáveis diâmetro de colmo (DC), distancia do nó da espiga e extremidade do pendão (DIP), índice de área foliar (IAF), altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AIE) e plantas acamadas e quebradas (na coluna) em função dos efeitos principais de época (E), densidade de semeadura (D), regulador de crescimento (RC) e da interação dos fatores (na linha) durante os anos agrícolas 2014/2015 e 2015/2016. <sup>(1)</sup>

Variáveis	DC	DIP	IAF	AP	AIE	PAQ
<b>Ano Agrícola 2014/2015</b>						
Época (E)	1,35 <sup>ns</sup>	2078,55 <sup>**</sup>	5,56 <sup>ns</sup>	347,49 <sup>**</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	6,45 <sup>ns</sup>
Densidade (D)	7,59 <sup>**</sup>	6,59 <sup>**</sup>	232,75 <sup>**</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	4,46 <sup>*</sup>	1,68 <sup>ns</sup>
E x D	0,64 <sup>ns</sup>	0,07 <sup>ns</sup>	0,75 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>	2,14 <sup>ns</sup>	2,81 <sup>ns</sup>
Regulador (R)	6,22 <sup>*</sup>	11,15 <sup>**</sup>	0,16 <sup>ns</sup>	7,56 <sup>*</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>
E x R	0,28 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	2,10 <sup>ns</sup>	1,35 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>
D x R	2,10 <sup>ns</sup>	1,40 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	3,01 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>
E x D x R	1,82 <sup>ns</sup>	0,43 <sup>ns</sup>	1,21 <sup>ns</sup>	1,25 <sup>ns</sup>	1,07 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>
<b>Ano Agrícola 2015/2016</b>						
Época (E)	16,69 <sup>*</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	2,16 <sup>ns</sup>	1,92 <sup>ns</sup>	5,40 <sup>ns</sup>	0,20 <sup>ns</sup>
Densidade (D)	37,78 <sup>**</sup>	2,17 <sup>ns</sup>	413,49 <sup>**</sup>	1,79 <sup>ns</sup>	1,20 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>
E x D	2,14 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	2,70 <sup>ns</sup>	2,04 <sup>ns</sup>	1,10 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>
Regulador (R)	2,29 <sup>ns</sup>	33,59 <sup>**</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	15,76 <sup>**</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
E x R	3,51 <sup>ns</sup>	7,41 <sup>*</sup>	2,11 <sup>ns</sup>	29,62 <sup>**</sup>	17,00 <sup>**</sup>	0,28 <sup>ns</sup>
D x R	5,96 <sup>**</sup>	1,07 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>	1,51 <sup>ns</sup>
E x D x R	0,92 <sup>ns</sup>	2,12 <sup>ns</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	1,34 <sup>ns</sup>	0,27 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>

<sup>(1)</sup> \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ); \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 \leq p < 0,05$ ); <sup>ns</sup> não significativo ( $p \geq 0,05$ ).

Em 2015/2016, a altura final de plantas foi afetada pela interação dos fatores épocas de semeadura e regulador de crescimento (Tabela 2). A presença de etil trinexapac diminuiu a AP na semeadura tardia e não afetou esta variável quando o milho foi semeado na época recomendada (Tabela 5). Esse resultado corroborou com uma das expectativas do presente trabalho, mostrando que o regulador de crescimento restringe o crescimento vegetativo e que esse efeito é maior nas semeaduras realizadas no final da primavera. A altura de plantas é a principal característica que um regulador de crescimento deve alterar numa cultura

(ZAGONEL; FERREIRA, 2013). Esse comportamento também foi confirmado por Pricinotto et al. (2015) e Fagherazzi (2015).

A altura de inserção de espiga (AIE) foi influenciada pela densidade populacional na safra 2014/2015. O aumento da população de plantas promoveu incremento linear da altura de inserção de espigas, havendo uma diferença superior a 10 cm para esta variável entre a menor (5 plantas m<sup>-2</sup>) e a maior (11 plantas m<sup>-2</sup>) densidade populacional (Figura 1A). O grande número de plantas por área aumenta a competição destas por luz o que proporciona maior crescimento do colmo, fazendo com que a espiga fique posicionada mais longe da superfície do solo (SANGOI et al. 2002).

Tabela 3 – Características morfofisiológicas da cultura do milho influenciadas pela época de semeadura nas safras 2014/2015 e 2015/2016.

Tratamento		AP (cm) <sup>1/</sup>	DIP (cm) <sup>2/</sup>	DC (mm) <sup>3/</sup>
<u>Safra 2014/2015</u>				
Época de Semeadura	Preferencial	246 b	100 b	22,8 a
	Tardia	291 a	147 a	22,3 a
	CV (%)	3,10	2,84	5,95
<u>Safra 2015/2016</u>				
Época de Semeadura	Preferencial	252 a	97,5 a	23,7 a
	Tardia	249 a	98,2 a	22,8 b
	CV (%)	3,31	6,1	3,39

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%; <sup>1/</sup> AP: Altura de plantas; <sup>2/</sup> DIP: Distância entre o nó de inserção da espiga e a extremidade do pendão; <sup>3/</sup> DC: Diâmetro de Colmo; Fonte: Produção do próprio autor, 2017.

Tabela 4 – Características morfofisiológicas da cultura do milho influenciadas pelo uso de regulador de crescimento nas safras 2014/2015 e 2015/2016.

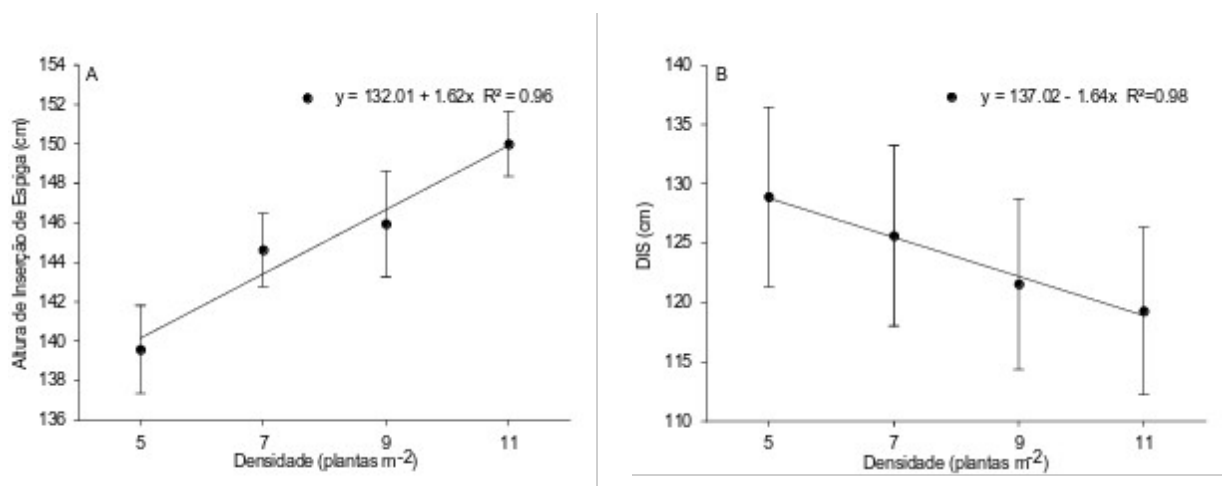
Tratamento		AP (cm) <sup>1/</sup>	DIP (cm) <sup>2/</sup>	DC (mm) <sup>3/</sup>
<u>Safra 2014/2015</u>				
Regulador de Crescimento	Com	266 b	120 b	22,8 a
	Sem	272 a	128 a	22,3 b
	CV (%)	2,94	6,76	3,13
<u>Safra 2015/2016</u>				
Regulador de Crescimento	Com	246 b	93	23,1
	Sem	255 a	102	23,4
	CV (%)	3,06	5,55	2,75

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%; <sup>1/</sup> AP: Altura de plantas; <sup>2/</sup> DIP: Distância entre o nó de inserção da espiga

e a extremidade do pendão; <sup>3/</sup> DC: Diâmetro de Colmo; Fonte: Produção do próprio autor, 2017.

No segundo ano agrícola, a AIE foi afetada pela interação entre os fatores épocas de semeadura e regulador de crescimento (Tabela 5). A presença de etil trinexapac diminuiu a altura de inserção de espiga na época de semeadura tardia. Esses resultados corroboram com Pricinotto et al. (2015) que constataram diminuição da AIE de forma linear com o acréscimo das doses de regulador de crescimento.

A obtenção de menor altura de planta e de inserção de espigas proporciona plantas com seu centro de gravidade mais próximo do solo o que reduz a pré-disposição da cultura ao acamamento (SANGOI et al., 2001), além de melhorar a capacidade de interceptação da radiação solar pela planta (ZAGONEL; FERNANDES, 2007), o que pode proporcionar maior rendimento da cultura.



**Figura 1.** Altura de inserção de espiga da planta de milho em função da densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura, com e sem regulador de crescimento etil trinexapac. Lages, SC, 2014/2015 (A). DIS – Distância entre o nó de inserção da espiga e a extremidade do pendão da planta de milho em função da densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura, com e sem o regulador de crescimento etil trinexapac. Lages, SC, 2014/2015 (B).

O aumento da densidade de plantas promoveu redução linear na distância entre nó de inserção da espiga e a extremidade do pendão (DIP) (Figura 1B). No segundo ano agrícola houve interação dos fatores época de semeadura e regulador de crescimento para esta variável (Tabela 2). O comprimento dos entrenós superiores à espiga foi reduzido na presença do regulador de crescimento, tanto na semeadura preferencial quanto na tardia (Tabela 5). Esses resultados corroboram com os obtidos por Durli (2016) e Fagherazzi (2015), que também observaram



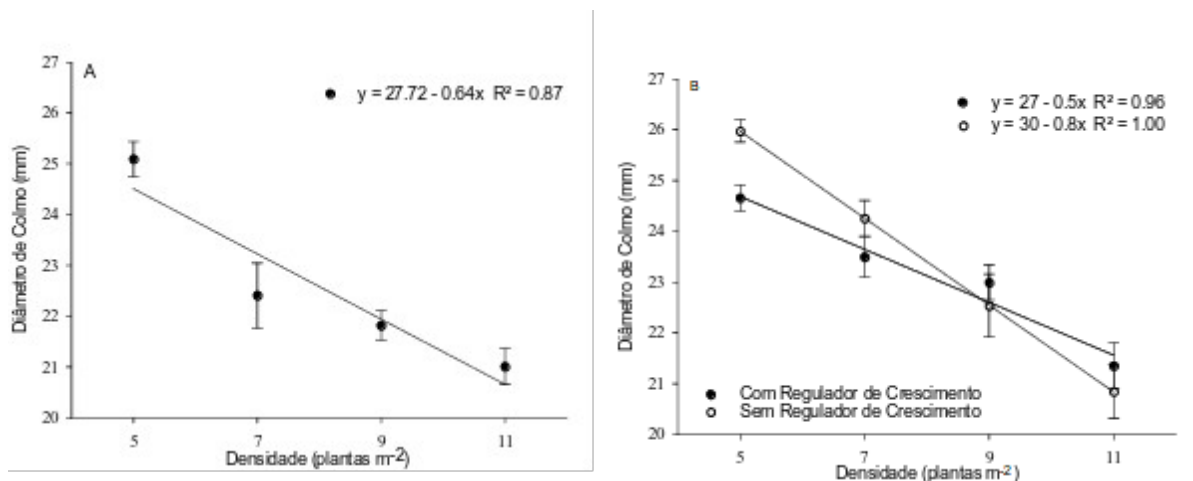
redução dos entrenós localizados acima do ponto de inserção da espiga com a aplicação de etil trinexapac. Portanto, em milho a maior atuação deste regulador de crescimento ocorre nos entrenós superiores do colmo, enquanto que nos cereais de estação fria o efeito restritivo é mais concentrado nos entrenós da base (ESPINDULA et al. 2010; CHAVARRIA et al. 2015).

Tabela 5 – Características morfofisiológicas da cultura do milho influenciadas pela interação de época de semeadura e uso de regulador de crescimento, safra 2015/2016.

Tratamento		Regulador de Crescimento		
		Com	Sem	CV(%)
<u>Altura de Planta (cm)</u>				
Época de Semeadura	Preferencial	254 aA	251 aA	3,06
	Tardia	239 bB	260 aA	
<u>DIP (cm)<sup>(1)</sup></u>				
Época de Semeadura	Preferencial	95 aB	100 aA	5,55
	Tardia	91 aB	105 aA	
<u>Altura de Inserção de Espiga (cm)</u>				
Época de Semeadura	Preferencial	159 aA	151 aB	4,29
	Tardia	147 bB	154 aA	

Médias seguidas por letra distintas, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. <sup>(1)</sup> DIP – distância entre o nó de inserção da espiga e a extremidade do pendão; Fonte: Produção da própria autora, 2016.

Em 2014/15 houve efeitos significativos da aplicação do regulador de crescimento e da densidade de plantas sobre o diâmetro de colmo (Tabela 2). A aplicação de etil trinexapac incrementou 0,50 mm (2,2%) no diâmetro do colmo das plantas, independente da época de semeadura e da densidade populacional. No primeiro ano agrícola houve redução linear do diâmetro do colmo das plantas de milho com o aumento da densidade (Figura 2A).



**Figura 2.** Diâmetro de colmo da planta de milho em função da densidade populacional (A) e da interação entre densidade de plantas, com e sem regulador de crescimento etil trinexapac (B) durante os anos agrícolas 2014/15 (A) e 2015/16 (B). Lages, SC.

A elevação da população de plantas gera maior competição por luz. A intensa alongação do colmo favorece o direcionamento dos fotoassimilados para o crescimento vertical em detrimento ao desenvolvimento em espessura. A redução do diâmetro de colmo pode ter consequências indesejáveis, como maior ocorrência do acamamento e quebra do colmo (SANGOI et al., 2002). O colmo não atua somente como estrutura de suporte para folhas e inflorescências, mas também como estrutura de armazenamento de sólidos solúveis que serão utilizados na formação dos grãos. Assim, o diâmetro do colmo se faz importante na obtenção de elevadas produtividades, principalmente em condições de restrição dos fatores de produção na fase de maturação, pois quanto menor o diâmetro menor será sua capacidade de armazenar fotoassimilados que serão translocados para os grãos (DOURADO NETO; FANCELLI; LOPES, 2001).

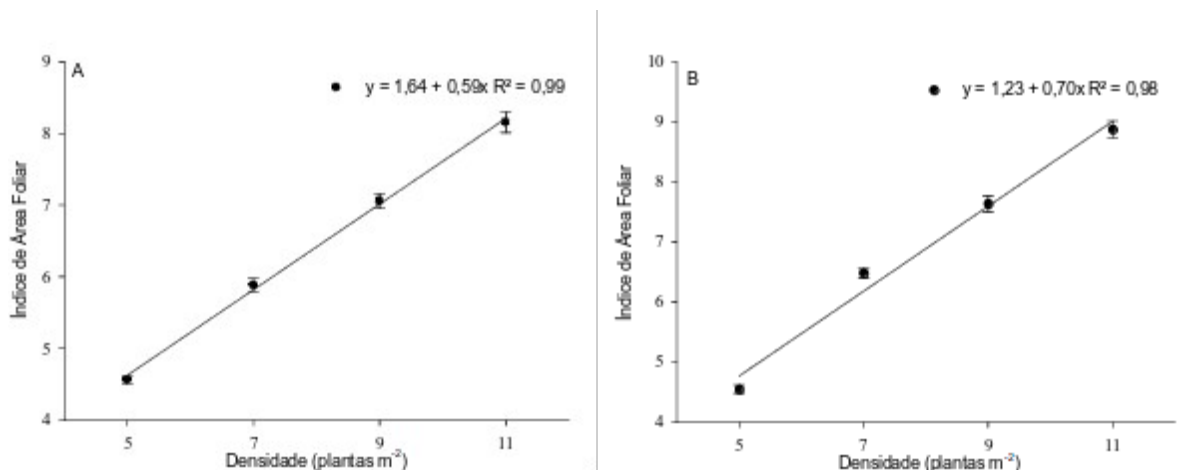
No segundo ano agrícola, o diâmetro do colmo foi influenciado pela época de semeadura e pela interação entre densidade e aplicação do regulador de crescimento (Tabela 2). As plantas semeadas na época preferencial apresentaram um incremento médio de 0,93 mm de diâmetro de colmo, em relação às do período tardio (Tabela 3). Segundo Rodrigues et al. (2003) o nível de espessamento dos tecidos da base da planta é inversamente proporcional à altura da mesma, o que pode ser observado pelo menor diâmetro de colmo ter sido verificado nas plantas pertencentes a época de semeadura tardia, que apresentaram as maiores alturas de planta. O aumento da população de plantas proporcionou decréscimo linear do

diâmetro de colmo. Contudo, as taxas de redução do diâmetro de colmo em função do adensamento foram menores quando se aplicou o regulador de crescimento (Figura 2B). Esta característica é desejável num ambiente favorável ao acamamento/quebramento de plantas, o qual é estimulado pelo estiolamento verificado com o incremento da densidade.

Pricinotto et al. (2015) constataram aumento da espessura do colmo proporcional ao incremento da dose do produto. Fagherazzi (2015) demonstrou que diferentes doses e épocas de aplicação do regulador de crescimento alteraram o diâmetro do colmo de dois híbridos.

Zagonel e Ferreira (2013) verificaram que o diâmetro de colmo apresentou comportamento diferente entre híbridos. Durlí (2016) verificou comportamentos distintos de dois híbridos de milho na presença de etil trinexapac. Para Lozano e Leaden (2002), a aplicação do etil trinexapac interfere no diâmetro interno do colmo pelo espessamento do tecido esclerenquimático e causa maior resistência ao acamamento. Contudo, esse espessamento interno pode ou não interferir no seu diâmetro externo. Zagonel e Ferreira (2013) complementam que embora o diâmetro do colmo seja importante quando se trata da resistência ao acamamento, em trigo nem sempre há resposta desta variável à aplicação do regulador de crescimento, mesmo em cultivares altamente responsivas. Este comportamento pode ser extrapolado para a cultura do milho e explicar a divergência dos resultados obtidos nos estudos até então realizados.

O índice de área foliar (IAF) foi influenciado pelo efeito principal da densidade de semeadura em ambos os anos agrícola (Tabela 2). Observou-se incremento linear do IAF em função do aumento da população de plantas (Figura 3A e B). Para cada adição de 1 planta m<sup>-2</sup> houve incrementos de 0,6 e 0,7 no IAF da cultura em 2014/15 e 2015/16, respectivamente. Esse comportamento está de acordo com Sangoi et. al (2011) e Pricinotto (2014).



**Figura 3.** Índice de área foliar da planta de milho em função da densidade de plantas, na média de duas épocas de semeadura, com e sem regulador de crescimento etil trinexapac, durante os anos agrícolas de 2014/15 (a) e 2015/16 (b). Lages, SC.

No presente trabalho, o IAF foi superior a 4 em todos os tratamentos testados, mesmo na densidade sub-ótima de 5 plantas m<sup>-2</sup>. Segundo Lauer, Roth e Bertram (2004), o milho deve alcançar IAF entre 4 e 5 no florescimento para otimizar seu desempenho agrônômico. No cultivo mais adensado, (9 e 11 plantas m<sup>-2</sup>) os valores de IAF variaram de 7 a 8. Valores de IAF próximos a 8 também foram encontrados por Strieder et al. (2008) como uso de altas densidades. O IAF ótimo para a cultura do milho depende da fertilidade do solo, das condições climáticas, do espaçamento e, principalmente, do genótipo (ALVIM et al., 2010). Nascimento et al. (2011) verificaram que o IAF foi muito influenciado pelo genótipo em trabalho que avaliou a interferência da época de semeadura em três híbridos de milho com estádios fenológicos distintos. Assim, pode-se inferir a associação de condições de manejo, juntamente com o genótipo utilizado, contribuíram para se atingir valores de IAF elevados em todos os tratamentos testados no trabalho.

A percentagem de plantas acamadas e quebradas (PAQ) não foi influenciada significativamente pelos efeitos principais de época de semeadura, densidade populacional e aplicação do regulador de crescimento, nos dois anos agrícolas de estudo (Tabela 2). Mesmo nas semeaduras tardias e mais adensadas (9 e 11 pl m<sup>-2</sup>), a percentagem de PAQ foi baixa, com valores que variaram de 0 a 7,7 % e 0 a 2,4 %, em 2014/15 e 2015/16, respectivamente. Esperava-se que o uso do regulador de crescimento diminuísse a percentagem de plantas acamadas e quebradas, que é estimulada pela utilização de densidades elevadas, principalmente em semeaduras

realizadas no final da primavera. A baixa percentagem de PAQ registrada no trabalho, independentemente do tratamento avaliado, pode ser atribuída às características genótipo utilizado no ensaio. O híbrido P30F53 foi classificado como altamente resistente ao acamamento de plantas (CULTIVAR, 2015). A arquitetura de planta dos híbridos modernos de milho contribuiu para sua maior tolerância a densidades elevadas e redução da suscetibilidade ao acamamento e quebra de colmos (SANGOI et al., 2002).

## CONCLUSÕES

A aplicação do regulador de crescimento etil trinexapac é efetiva para reduzir a altura da planta, principalmente devido ao encurtamento dos entrenós localizados acima do ponto de inserção da espiga.

O uso do regulador de crescimento não interfere na percentagem de plantas acamadas e quebradas, independentemente da densidade de plantas e da época de semeadura.

## REFERÊNCIAS

ALVIM, K. R. et al. Quantificação da área foliar e efeito da desfolha em componentes de produção de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v 40, n. 5, p. 1017-1022, mai. 2010.

CHAVARRIA, G. et al. Regulador de crescimento em plantas de trigo: reflexos sobre o desenvolvimento vegetativo, rendimento e qualidade de grãos. **Ceres**, v.62, n.6, p. 583-588, nov/dez. 2015.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO (CQFS RS/SC) **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre, SBCS/Núcleo Regional Sul, 2004. 400 p.

CULTIVAR. **Indicação Técnica de Cultivares 2015/16**. Pelotas: Grupo Cultivar, v.16, n.195, p.34-53, ago. 2015.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A.L.; LOPES, P.P. Milho: população e distribuição de plantas. In: FANCELLI, A. L. ; DOURADO NETO, D. (Org.). **Milho: tecnologia e produtividade**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2001. p. 120-125.

DURLI, M.M. **Uso do regulador de crescimento etil trinexapac como alternativa para aumentar a resposta do milho à adubação nitrogenada em cobertura**. 2016.111 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages, 2016.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa CNPS, 2006. 306 p.

ESPINDULA, M.C. et al. Efeitos de reguladores de crescimento na alongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p.109-116, jan/mar.2010.

FAGHERAZZI, M. M. **Respostas morfo-agronômicas do milho à aplicação de trinexapac-ethyl em diferentes estádios fenológicos e doses de nitrogênio**. 2015. 93 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Santa Catarina, Lages, 2015.

KOTTEK, M. et al. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 15, n. 3, p. 259-263, jul. 2006.

LAMAS, F. M. Reguladores de crescimento. In: EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Algodão: tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa-Cpao, 2001. p. 238-242.

LAUER, J.G.; ROTH, G.W.; BERTRAM, M.G. Impact of defoliation on corn forage yield. **Agronomy Journal**, Madison, v.96, n.5, p.1459-1463, setp. 2004.

LOZANO, C. M.; LEADEN, M. I. Efecto de reguladores de crecimiento sobre el rendimiento y altura en dos cultivares de trigo. In: CONGRESSO NACIONAL DE TRIGO, 5., SIMPÓSIO NACIONAL DE CEREALES DE SIEMBRA OTOÑO INVERNAL, 3., 2002, Argentina, **Anais...** Argentina: Inta, 2002.

LINZMEYER JUNIOR R. et al. Influência de retardante vegetal e densidade de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade de soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 373-379, july/sept. 2008.

NASCIMENTO, F.M. et al. Produtividade de genótipos de milho em resposta à época de semeadura. **Ceres**, Viçosa, v. 58, n.2, p. 193-201, mar/abr. 2011.

PRICINOTTO, L.F. **Densidades populacionais e regulador de crescimento em híbridos de milho com diferentes arquiteturas**. 2014. 109 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

PRICINOTTO, L.F. et al. Trinexapac-ethyl in the vegetative and reproductive performance of corn. **African Journal of Agricultural Research**, Ebene, v.10, n.14, p. 1735-1742, apr. 2015.

RODRIGUES, O. et al. **Redutores de crescimento**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 18 p. (Circular Técnica Online, 14).

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. (Special Report, 48).

SANGOI, L. et al. Bases morfofisiológicas para maior tolerância dos híbridos modernos de milho a altas densidades de plantas. **Bragantia**, Campinas, v.61, n.2, p.101-110, maio/ago. 2002.

SANGOI, L. et al. **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 2010. 87 p.

SANGOI, L. et al. Influência da redução do espaçamento entre linhas no rendimento do milho em regiões de verões curtos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n.6, p. 861-869, jun. 2001.

SANGOI, L. et al. Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.6, p.609-616, jun. 2011.

SANGOI, L; SILVA, P.R.F. da; ARGENTA, G. **Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho**. Lages: Graphel, 2010. 64 p.

SERPA, et al. M da S. Densidade de plantas em híbridos de milho semeados no final do inverno em ambientes irrigados e de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.4, p.541-549, abr. 2012.

STRIEDER, M.L. et al. Características de dossel e rendimento de milho em diferentes espaçamentos e sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.3, p.309-317, mar. 2008.

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

ZAGONEL, J.; FERREIRA, C. Doses e épocas de aplicação de regulador de crescimento em híbridos de milho. **Planta Daninha**, Viçosa, v.31, n.2, p.395-402, abr/jun. 2013.

ZHANG,Q. et al. Maize yield and quality in response to plant density and application of a novel plant growth regulator. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 164, n.1, p. 82-89, aug. 2014.