

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS - CAV
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL - MPV**

MURILO MIGUEL DURLI

**USO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO ETIL
TRINEXAPAC COMO ALTERNATIVA PARA AUMENTAR A
RESPOSTA DO MILHO À ADUBAÇÃO NITROGENADA EM
COBERTURA**

**LAGES-SC
2016**

Durli, Murilo Miguel

Uso do regulador de crescimento etil trinexapac como alternativa para aumentar a resposta do milho à adubação nitrogenada em cobertura. / Murilo Miguel Durli. - Lages, 2016. 94 p. : il. ; 21 cm

Orientador: Luis Sangoi

Inclui bibliografia

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2016.

1. *Zea mays* L. 2. Nitrogênio. 3. Produtividade. 4. Estatura de plantas. 5. Acamamento e quebra de colmos. I. Durli, Murilo Miguel. II. Sangoi, Luis. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título

Ficha catalográfica elaborada pelo aluno.

MURILO MIGUEL DURLI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Ph.D. Luis Sangoi

Co-orientador : Prof. Clovis Arruda de Souza

**LAGES-SC
2016**

MURILO MIGUEL DURLI

**USO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO ETIL
TRINEXAPAC COMO ALTERNATIVA PARA AUMENTAR A
RESPOSTA DO MILHO À ADUBAÇÃO NITROGENADA EM
COBERTURA**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre no Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Banca Examinadora:

Ph.D. Luis Sangoi
Orientador – UDESC/Lages-SC

Dr. Luciano Colpo Gatiboni
Membro – UDESC/Lages-SC

Ph.D. Paulo Regis Ferreira da Silva
Membro externo – UFRGS, Porto Alegre, RS

Lages, SC, 18/02/2016

Aos meus pais, pelo
apoio, educação e
ensinamentos.
Ofereço e dedico!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por sempre me acompanhar e iluminar meus passos.

A meus pais Carlito e Irene, e minha irmã Mayara, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até essa etapa de minha vida.

Ao meu orientador e “pai” científico Prof. Luis Sangoi, pela confiança depositada, por todos os ensinamentos e exemplo profissional.

A todos os professores do quadro docente do Mestrado em Produção Vegetal da Universidade do Oeste de Santa Catarina pelos ensinamentos nas disciplinas cursadas.

Aos irmãos do grupo *Zea mays* Fernando, Allan, Lucieli, Daniel, Ramon, Leonardo, Matheus, Vander, Rodrigo, Eduardo Peruch, Julio, Eduardo Haverroth, Diego, Willian, Hugo e Antônio pela convivência, amizade, respeito e auxílio em todas as atividades desenvolvidas a campo e laboratório. Vocês tornaram essa caminhada mais significativa e divertida, essa amizade se eternizou através de grandes momentos que sempre levarei comigo.

Aos amigos e colegas de estudos que colaboraram e compartilharam seus conhecimentos.

À Udesc, pelo ensino público e de qualidade, e ao Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agroveterinárias.

À Uniedu/Fumdes pela concessão da bolsa de estudos.

A todos os amigos da época da graduação, da minha cidade natal Campos Novos, e os mais recentes de Lages, que incentivaram e apoiaram cada um a sua maneira.

Enfim, agradeço a todos que fizeram parte dessa caminhada e que contribuíram de alguma forma.

"Quanto mais aumenta nosso conhecimento, mais evidente fica nossa ignorância."

John F. Kennedy

RESUMO

DURLI, Murilo Miguel. **Uso do regulador de crescimento etil trinexapac como alternativa para aumentar a resposta do milho à adubação nitrogenada em cobertura.** 2016. 94 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal - Áreas: Ciências Agrárias e Agronomia) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Lages, 2016.

O nitrogênio é o nutriente mais absorvido pelo milho (*Zea mays*) e o que mais interfere no rendimento de grãos. Para alcançar altas produtividades, é necessário utilizar altas doses de N e densidades de plantas elevadas na lavoura. Contudo, estas duas práticas de manejo favorecem o acamamento, podendo causar perdas significativas no rendimento e na qualidade de grãos. Uma estratégia para evitar este problema é o uso de reguladores de crescimento que restrinjam a expansão dos entrenós e o incremento excessivo na estatura da planta. Este trabalho objetivou avaliar o uso do regulador de crescimento etil trinexapac como alternativa para aumentar a resposta do milho à adubação nitrogenada em cobertura de híbridos de milho com ciclos contrastantes. O experimento foi implantado em Lages, SC, na safra 2014/2015. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados dispostos em parcelas sub-subdivididas. Na parcela principal foram testados dois híbridos: P1630 (ciclo hiperprecoce) e 30F53 (ciclo precoce). Nas subparcelas foram testadas quatro doses de nitrogênio (N), equivalentes a 0; 0,5; 1 e 1,5 vezes a dose necessária para atingir produtividade de 21.000 kg ha⁻¹. Nas sub-subparcelas foram testadas a ausência e presença do

regulador de crescimento etil trinexapac. A densidade utilizada foi de 90.000 plantas ha⁻¹ e o espaçamento entre fileiras de 0,7m. A aplicação do regulador de crescimento etil trinexapac diminuiu em 12% a estatura de plantas, na média das quatro doses de N e dois híbridos usados. A percentagem de plantas acamadas e quebradas foi inferior a 1° e não foi afetada pelos tratamentos testados no trabalho. A aplicação de etil trinexapac reduziu em 3% a massa de 1000 grãos. Isto contribuiu para o decréscimo de 815 kg ha⁻¹ do rendimento de grãos dos híbridos avaliados quando se aplicou o produto, na média das doses de N. A eficiência do uso do nitrogênio diminuiu linearmente com o incremento na dose de N aplicada em cobertura, tanto na presença quanto na ausência do regulador de crescimento. A aplicação do regulador de crescimento etil trinexapac não foi uma estratégia efetiva para aumentar para aumentar o rendimento de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio dos híbridos P1630 e P30F533.

Palavras-chave: *Zea mays*. Nitrogênio. Produtividade. Estatura de plantas. Acamamento e quebra de colmos.

ABSTRACT

DURLI, Murilo Miguel. **Use of the growth regulator ethil trinexapac as an alternative to increase maize response to nitrogen side-dress.** 2016. 94 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal - Áreas: Ciências Agrárias e Agronomia) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2016.

Nitrogen is the nutrient taken up in highest amounts by maize (*Zea mays*) and the one that has the largest impact on its grain yield. Maize requires great nitrogen rates and high plant densities to achieve elevated grain yield. However, these two management practices favor stem lodging which may decrease grain yield and quality. An alternative to avoid this problem is the use of growth regulators that restrict the internode expansion, preventing the excessive increase of plant height. This study was carried out aiming to evaluate the use of ethyl trinexapac growth regulator as an alternative to increase the response to nitrogen side-dress fertilization of maize hybrids with contrasting cycles. The experiment was set in Lages, SC, during the 2014/2015 growing season. A randomized block experimental design arranged in split-split plots was used. Two hybrids were tested in the main plots: P1630 (hipper early cycle) and 30F53 (early cycle). Four nitrogen (N) rates were evaluated in the split plots, equivalent to 0; 0.5; 1 and 1.5 times the amount of N required to achieve a grain productivity of 21,000 kg ha⁻¹. The presence and absence of the growth regulator ethy trinexapac l was assessed in the split-split plots. The plant density of 90,000 pl ha⁻¹ and the row spacing of 0.7 m were used. The application of the growth regulator ethy trinexapac decreased 12% plant height, at the average of four N rates and two hybrids. The percentage of broken and lodged stems was lower than 1% and was not affected by the evaluated treatments. The application of ethyl trinexapac reduced 3% the

weight of 1000 grains. This contributed to the decrease of 815 kg ha⁻¹ of maize hybrids grain yield when the growth regulator was applied, at the average of four N rates. The nitrogen efficiency use decreased linearly with the increase in N rate, both in presence and absence of the growth regulator. The application of the growth regulator ethyl trinexapac was not an effective management strategy to increase grain yield and nitrogen efficiency use of maize hybrids P1630 and P30F533.

Key-words: *Zea mays*. Nitrogen. Productivity. Plant height. Lodging and breakage of stems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Precipitação pluviométrica e estádios de desenvolvimento de dois híbridos de milho, de acordo com a escala de Ritchie et al. Lages, SC, 2014/2015. 39
- Figura 2 - Soma térmica mensal registrada no município de Lages, SC, safra agrícola 2014/2015.....40
- Figura 3 - IAF no espigamento com e sem aplicação de regulador de crescimento, em quatro doses de N, na média de dois híbridos. Lages, SC, 2014/2015..... 49
- Figura 4 - IAF durante o enchimento de grãos do milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de dois híbridos e quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015..... 50
- Figura 5 – Teor de clorofila na folha índice durante o espigamento de dois híbridos de milho em quatro doses de N, na média dos tratamentos com e sem regulador. Lages, SC, 2014/2015..... 51
- Figura 6 – Percentagem de plantas acamadas e quebradas com e sem aplicação de regulador de crescimento, em quatro doses de N, na média de dois híbridos. Lages, SC, 2014/2014..... 53
- Figura 7 – Diâmetro de colmo de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, em quatro doses de N, na média de dois híbridos. Lages, SC, 2014/2015..... 56
- Figura 8 – Rendimento de grãos do milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, em quatro doses de N, na média de dois híbridos. Lages, SC, 2014/2015..... 59

- Figura 9 – Massa de mil grãos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, em quatro doses de N, na média de dois híbridos. Lages, SC, 2014/2015..... 62
- Figura 10 – Número de grãos por espiga de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, em quatro doses de N, na média de dois híbridos. Lages, SC, 2014/2015..... 64
- Figura 11 – Número de espigas por planta de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, em quatro doses de N, na média de dois híbridos. Lages, SC, 2014/2015..... 66
- Figura 12 – Percentagem de colmos de milho doentes, em quatro doses de N, na média dos demais tratamentos. Lages, SC, 2014/2015. 71
- Figura 13 – Percentagem de grãos ardidos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, em quatro doses de N, na média de dois híbridos. Lages, SC, 2014/2015..... 73
- Figura 14 – Eficiência de uso do N em milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média dos demais tratamentos. Lages, SC, 2014/2015. 75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Temperatura média mensal do ar na safra agrícola de 2014/2015. Lages, SC.	40
Tabela 2 – Estatura de planta de dois híbridos de milho 15 dias após primeira aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.	41
Tabela 3 - Estatura de planta de dois híbridos de milho após a segunda aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015..	42
Tabela 4 - Altura de inserção de espiga de dois híbridos de milho com e sem aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.....	42
Tabela 5 – Estatura final de plantas de dois híbridos de milho com e sem aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015..	43
Tabela 6 – Diferença entre a estatura final e a altura de inserção de espiga de dois híbridos de milho com e sem aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.	45
Tabela 7 - Número total de folhas produzidas por dois híbridos de milho com e sem aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.....	46
Tabela 8 – Número de folhas verdes no espigamento de dois híbridos de milho com e sem aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.....	47

Tabela 9 – Número de folhas senescidas no espigamento de dois híbridos de milho com e sem aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.	47
Tabela 10 – IAF no espigamento de dois híbridos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015..	48
Tabela 11 – Percentagem de plantas acamadas e quebradas de dois híbridos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.	52
Tabela 12 – Diâmetro de colmo de plantas de dois híbridos de milho com e sem aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.....	55
Tabela 13 – Rendimento de grãos de dois híbridos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015..	58
Tabela 14 - Massa de 1.000 grãos de dois híbridos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015..	61
Tabela 15– Número de grãos por espiga de dois híbridos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.....	63

Tabela 16 – Número de espigas por planta de dois híbridos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.....	65
Tabela 17 – Percentagem de colmos doentes de dois híbridos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.....	70
Tabela 18 – Percentagem grãos ardidos de dois híbridos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.....	72
Tabela 19 - Eficiência de uso do nitrogênio de dois híbridos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.....	74

SUMÁRIO

1 USO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO ETIL TRINEXAPAC COMO ALTERNATIVA PARA AUMENTAR A RESPOSTA DO MILHO À ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA	35
1.1 INTRODUÇÃO	19
1.2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	37
1.2.1 A cultura do milho.....	21
1.2.2 Importância e dinâmica do nitrogênio	24
1.2.3 Adubação Nitrogenada em Milho	27
1.2.4 Hormônios Vegetais e Reguladores de Crescimento.....	29
1.2.5 Regulador de Crescimento em Milho	32
1.3 MATERIAL E MÉTODOS	33
1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
1.4.1 Dados Meteorológicos	38
1.4.2 Estatura de plantas durante o período vegetativo da cultura	41
1.4.3 Estatura final de planta e altura de inserção de espiga	42
1.4.4. Produção de Folhas, Número de Folhas Verdes e Senescidas	46
1.4.5 Índice de Área Foliar	48
1.4.6 Teor de Clorofila na Folha Índice.....	51
1.4.7 Percentagem de Plantas Acamadas e Quebradas.....	52
1.4.8 Diâmetro de Colmo	54
1.4.9 Rendimento de Grãos e Componentes	57

1.4.10 Percentagem de Colmos Doentes e de Grãos Ardidos	69
1.4.11 Eficiência de Uso do Nitrogênio	73
1.5 CONCLUSÕES.....	75
1.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	79
3. APÊNDICES.....	89

1 USO DO REGULADOR DE CRESCIMENTO ETIL TRINEXAPAC COMO ALTERNATIVA PARA AUMENTAR A RESPOSTA DO MILHO À ADUBAÇÃO NITROGENADA EM COBERTURA

1.1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é um dos cereais mais importantes no mundo, em função do seu elevado potencial produtivo, da composição química e valor nutritivo do grão. Ele é consumido e cultivado mundialmente, desempenhando papel fundamental no sistema de produção brasileiro (DOURADO NETO et al., 2004).

Este cereal é a cultura produtora de grãos mais cultivada em Santa Catarina. Seu principal destino é para produção de rações utilizadas na criação de suínos e aves. Como a demanda catarinense por milho é maior que a quantidade produzida, Santa Catarina importa anualmente de outros estados mais de um milhão de toneladas de grãos. Isto evidencia a necessidade premente de incrementar a produtividade da cultura para diminuir o déficit entre a oferta e a demanda do produto.

Incrementos significativos na produtividade do milho têm sido alcançados com emprego de híbridos simples com alto potencial produtivo, alterações no espaçamento e densidade de plantas, manejo adequado de plantas daninhas, pragas e doenças, e também manejo eficiente de adubação nitrogenada.

O nitrogênio é o nutriente mais exigido e o que maior resposta fornece ao milho em termos de produtividade, quando corretamente aplicado. Para cada tonelada de grãos produzidos, a planta necessita extrair aproximadamente 28 kg de N do solo (GOES et al. 2013). Contudo, os solos não são capazes de disponibilizar todo o N requerido pela cultura, sendo necessário aplicar altas doses do nutriente em cobertura para

atender às necessidades da cultura nos períodos de maior demanda (MUNDSTOCK et al., 2005).

A resposta do milho à adubação nitrogenada depende do suprimento de N no solo, da dose aplicada e das características da planta (SANTOS et al., 2011). Para obtenção de altas produtividades, são utilizadas altas doses de nitrogênio e elevadas densidades de plantas na lavoura. Porém, estas duas práticas culturais favorecem o aumento da estatura e da altura de inserção de espiga. Isto torna o colmo mais sensível ao acamamento e quebramento, podendo causar perdas significativas no rendimento e na qualidade dos grãos (DUERTE et al., 2008).

Uma alternativa que pode possibilitar o uso de altas doses de N, evitando problemas de acamamento e quebramento de colmos, é a utilização de substâncias químicas sintéticas (reguladores de crescimento). Estes produtos atuam no metabolismo vegetal, afetando a iniciação e modificação do desenvolvimento de órgãos e tecidos (KAPPES, 2011). Esta estratégia vem sendo utilizada com sucesso para modular a arquitetura de plantas de trigo e aumentar sua eficiência na utilização do nitrogênio e de outros insumos aplicados na lavoura para obtenção de altas produtividades.

A aplicação de regulador de crescimento em milho pode possibilitar a utilização de altas doses de nitrogênio, maximizando o potencial produtivo da cultura, sem que ocorram perdas por acamamento de plantas e quebra de colmos. A obtenção de maiores produtividades com a associação entre reguladores de crescimento e doses elevadas de N em cobertura poderá contribuir para diminuir o déficit anual na produção de milho em Santa Catarina.

Este trabalho foi concebido com base em duas hipóteses: a) o uso do regulador de crescimento etil trinexapac restringe o crescimento vegetativo do milho e diminui a percentagem de plantas acamadas e quebradas quando são utilizadas altas doses de N em cobertura; b) a aplicação do

regulador de crescimento etil trinexapac aumenta a eficiência de uso do nitrogênio do milho à produção de grãos.

O presente trabalho objetivou avaliar a influência do uso do regulador de crescimento etil trinexapac na resposta do milho a aplicação de doses crescentes de nitrogênio em cobertura em híbridos de ciclos contrastantes.

1.2 REFERENCIAL TEÓRICO

1.2.1 A cultura do milho

O milho (*Zea mays*) é uma monocotiledônea pertencente à família *Poaceae*. Ele se originou nas Américas, possivelmente no México, América Central ou Sudoeste dos Estados Unidos, sendo o único cereal nativo do Novo Mundo. Logo depois do descobrimento, o milho foi levado para a Europa, onde foi cultivado em jardins, até que seu valor alimentício tornou-se conhecido. Desde então, passou a ser cultivado em larga escala comercial e difundiu-se pelo mundo (FANCELLI & DOURADO NETO, 2004).

O milho é o cereal mais produzido no mundo e a segunda cultura mais cultivada no Brasil. A produção mundial estimada de milho na safra 2015/2016 é de aproximadamente 985 milhões de toneladas. Os maiores produtores mundiais de milho são os Estados Unidos, com estimativa de produção de 347 milhões de toneladas na safra 2015/2016 (USDA, 2015).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, com produção de 84,72 milhões de toneladas na safra 2014/2015 (CONAB, 2015). Assim como acontece mundialmente, no Brasil o milho também é uma das espécies agrícolas de maior importância, tanto com relação à área cultivada quanto à produção (MÔRO & FRITSCHÉ-NETO, 2015).

Na safra 2014/2015, a área cultivada no país foi de 15,74 milhões de hectares, decrescendo aproximadamente 80

mil hectares em relação à área cultivada na safra 2013/2014. Na região sul também houve um decréscimo na área cultivada, sendo de 200 mil hectares, comparando as duas últimas safras. Em contrapartida, a produção na região sul foi maior na safra 2014/2015, comparada com a safra 2013/2014, passando de 24,87 milhões de toneladas para 25,22 milhões de toneladas. Esta maior produção, mesmo com diminuição da área cultivada, se deveu à maior produtividade, que subiu de 6.113 kg ha⁻¹ na safra 2013/2014 para 6.622 kg ha⁻¹ na safra 2014/2015. A região com maior produção de milho no Brasil é a Centro-Oeste, responsável por 46% do total produzido na safra 2014/2015 (CONAB, 2015).

A área cultivada de milho no estado de Santa Catarina vem declinando safra após safra. Ela chegou a ser de 798.000 ha na safra 2004/2005, passou a 471.000 ha na safra 2013/2014 e foi de 411.000 ha na safra 2014/2015. A produção não declinou tanto quanto a área cultivada, em função de a produtividade estar sempre subindo a cada safra, passando de 7.300 kg ha⁻¹ na safra 2013/2014 para 7.700 kg ha⁻¹ na safra 2014/2015. A produção de milho no estado foi de 3,1 milhões de toneladas na safra 2014/2015, menor do que à safra 2013/2014, que foi de 3,4 milhões de toneladas. Este decréscimo ocorreu em função do declínio da área cultivada (CONAB, 2015).

A produção de 3,1 milhões de toneladas de milho não supre a demanda do estado que é de aproximadamente 5,7 milhões de toneladas, fazendo com que Santa Catarina seja grande importador de milho. Este cenário encarece o custo de produção de rações para suínos e aves, pois a maior parte do milho consumido no estado é destinado a essa finalidade.

Os principais usos do milho são na alimentação humana, diretamente ou processada (farinhas, pipocas, óleos, etc); para alimentação animal diretamente ou de forma processada (rações); e para outros usos industriais, onde vêm se

destacando a produção de etanol (TESTA & SILVESTRO, 2012).

Além da importância econômica, o milho também tem importância social em determinadas regiões do Brasil, nos países Andinos e no México. Nestes locais, ele é de grande importância na subsistência das pessoas, sendo utilizado direta ou indiretamente na alimentação humana, alimentando suínos e aves que são abatidos para consumo na propriedade. Nesse contexto, estima-se que 20% do milho produzido no Brasil sejam consumidos dentro da propriedade (MORÔ & FRITSCHÉ-NETO, 2015).

Em relação a sua importância nutricional, o milho é considerado um alimento energético para as dietas humana e animal, devido a sua composição predominantemente de carboidratos (amido) e lipídeos (óleo). A composição média seca dos grãos é de 72% de amido, 9,5% de proteínas, 9% de fibra e 4% de óleo. O grão possui uma massa média que varia de 250 a 300 mg (PAES, 2006). Os grãos de milho podem ser classificados quanto a sua textura em mole, dentado, semidentado e duro. No Brasil, há predominância na oferta e utilização de híbridos com grãos de textura dura, devido a origem dos germoplasmas utilizados e aos objetivos dos programas de melhoramento de regiões tropicais, que visam manter a qualidade dos grãos diante das adversidades (VON PINHO et al., 2015).

O milho é o cereal de importância econômica que apresenta maior potencial de produção de biomassa. Isto se deve à dimensão de seu aparato fotossintético e à alta eficiência da espécie em converter a radiação solar interceptada em fotoassimilados, decorrente do mecanismo C4 de fixação de CO₂ (SANGOI & SILVA, 2012). É considerado uma das espécies mais eficientes na conversão de energia radiante em fitomassa. Uma semente, que pesa em média 260 mg, pode resultar em até 250 g de grãos por planta, num período de 140 dias (FANCELLI, 2000).

1.2.2 Importância e dinâmica do nitrogênio

O nitrogênio é constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos, proteínas e ácidos nucléicos. Nas plantas, apenas elementos como oxigênio, carbono e hidrogênio são mais abundantes que o nitrogênio (TAIZ & ZEIGER, 2013).

A principal reserva de nitrogênio no solo está na matéria orgânica, onde se encontram cerca de 90% do nitrogênio total, numa forma que não está diretamente disponível para as plantas. Contudo, por meio do processo de mineralização, ele pode ser gradativamente colocado à disposição dos vegetais (SCHERER, 2012).

Pode-se observar um grande paradoxo na natureza, pois, apesar de o nitrogênio ser o constituinte de 78% da atmosfera terrestre, esse elemento é indisponível na forma molecular (N_2) para a maioria das plantas (LOPES & LIMA, 2015).

A obtenção de nitrogênio da atmosfera requer a quebra de uma ligação tripla covalente ($N\equiv N$) para produzir amônia ou nitrato. Essas reações são conhecidas como fixação de nitrogênio, podendo ser realizadas tanto por processos industriais quanto naturais (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Os processos naturais que fixam nitrogênio são: relâmpagos, responsáveis aproximadamente por 8% do nitrogênio fixado; reações fotoquímicas entre óxido nítrico gasoso (NO) e ozônio (O_3), produzindo ácido nítrico (HNO_3), responsável por 2% do N fixado; e fixação biológica de nitrogênio, em que bactérias fixam N_2 em amônia (NH_3), representando 90% da fixação de N. O nitrogênio fixado através de processos industriais é obtido através do processo chamado Haber-Bosch, onde sob altas temperaturas (cerca de $200^\circ C$) e alta pressão (cerca de 200 atmosferas), o N_2 se

combina com hidrogênio, formando amônia (TAIZ & ZEIGER, 2013).

O nitrogênio é absorvido pelas plantas da solução do solo na forma de íons de nitrato (NO_3^-) ou amônio (NH_4^+). A fonte mais importante de nitrogênio para as plantas é o NO_3^- , por ser mais abundante do que o NH_4^+ . No entanto, a solução do solo apresenta baixas concentrações de NO_3^- , limitando o crescimento das plantas (LOPES & LIMA, 2015).

A maioria dos ecossistemas agrícolas apresenta expressivo ganho de produtividade após serem fertilizados com nitrogênio (TAIZ & ZEIGER, 2013).

Outra característica do nitrogênio é que possui um dos maiores índices de perda entre os nutrientes, as quais podem ocorrer por lixiviação, escoamento superficial, erosão, volatilização de amônia e desnitrificação (QUEIROZ et al., 2011).

No Brasil são poucos os relatos na literatura de altas perdas de nitrogênio por lixiviação. Isto se deve às baixas doses de nitrogênio aplicadas e à textura argilosa do solo na maioria dos locais estudados. A perda de nitrogênio por lixiviação ocorre com maior intensidade em solos que recebem altas doses N, em relação às necessidades das plantas (CANTARELLA, 2007).

De acordo com Yamada & Abdalla (2000), as principais perdas de nitrogênio ocorrem: na forma de gases (10 a 80% das perdas) que são liberados na atmosfera, ocasionados pela volatilização da amônia e por desnitrificação; e por imobilização biológica (25 a 30%) com a diminuição de disponibilidade de N na solução do solo principalmente no sistema de plantio direto.

Perdas por volatilização da amônia são observadas muitas vezes com a aplicação de ureia na cultura do milho. A ureia é aplicada a lanço sobre a superfície do solo, em virtude da facilidade de aplicação e do rendimento operacional. Porém,

este método de aplicação pode resultar em grandes perdas de nitrogênio (SILVA et al., 2005).

Em trabalho avaliando perdas de solo, água e nutrientes no escoamento superficial de um solo cultivado em sistema de plantio direto, Oliveira et al. (2015) observaram perdas elevadas de NH_4^+ e NO_3^- por escoamento superficial. Além disso, verificaram na solução do escoamento superficial, concentrações de NH_4^+ e NO_3^- superiores aos valores críticos estabelecidos por resolução do CONAMA, significando risco de contaminação ambiental caso estes elementos atinjam águas superficiais.

A complexidade das reações do N no solo dificulta o diagnóstico da disponibilidade desse elemento para as plantas com base na análise de solo, ao contrário do que ocorre para determinar a acidez e outros nutrientes (CANTARELLA, 2007).

Diante do fato de a matéria orgânica do solo ser o grande reservatório de nitrogênio para as plantas, os cientistas se defrontam com o desafio de desenvolver um método que ajude a prever quanto de nitrogênio o solo poderá liberar durante o ciclo de uma cultura (CANTARELLA, 2007).

A disponibilidade de nitrogênio no solo é um processo dinâmico e varia com as mudanças no teor de umidade e temperatura do solo, tipo de fertilizante, ocorrência de doenças, pragas e plantas daninhas e práticas de manejo da cultura. Desta forma, as recomendações de adubação nitrogenada não são muito precisas (YAMADA & ABDALLA, 2000).

Na agricultura atual, onde são buscadas cada vez maiores taxas de produtividade, usam-se grandes quantidades de fertilizantes nitrogenados. Porém, devido ao aumento no preço dos derivados de petróleo e aos cuidados com o meio ambiente, busca-se de cada vez mais efetuar o manejo e utilização do nitrogênio de uma forma mais eficiente (LOPES & LIMA, 2015).

1.2.3 Adubação Nitrogenada em Milho

A disponibilidade de nitrogênio é um dos fatores mais importantes para o incremento da produtividade na cultura do milho, por ser o nutriente absorvido em maior quantidade pelas plantas e o que exerce efeito mais pronunciado no seu desempenho agrônômico (SCHERER, 2012).

À medida que a agricultura se intensifica e novos híbridos de milho são lançados no mercado, o consumo de nitrogênio tende a aumentar, proporcionalmente ao incremento no potencial produtivo. Dessa forma, o N deve ser fornecido em maiores quantidades e maior frequência à cultura (LANGE, 2006). Entre os fatores que contribuem para baixa média de produtividade de milho no Brasil, está a aplicação de quantidades insuficientes de nitrogênio para atender a demanda da cultura (DUETE et al., 2008).

O nitrogênio participa ativamente do crescimento vegetativo e da fotossíntese, contribuindo para o aumento da porcentagem total de proteínas e no ganho de peso da espiga, tendo como consequência o aumento da produtividade (LANGE, 2006).

O nitrogênio interfere positivamente no crescimento do sistema radicular do milho, permitindo a planta explorar maior volume de solo, aumentando a absorção de água e nutrientes (DEPARIS, 2006). O aumento da produtividade de grãos depende, entre outros fatores, da eficiência da absorção de nitrogênio e sua translocação para os grãos, onde ocorrerá a formação de compostos de reserva.

As exigências de nitrogênio pelo milho variam com os diferentes estádios de desenvolvimento da planta, sendo pequenas nos estádios iniciais, aumentando com a elevação da taxa de crescimento, alcançando um pico durante o florescimento até a formação de grãos (OKUMURA, MARIANO E ZACCHEO, 2011). Para expressar todo seu

potencial produtivo, a cultura requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente atingidas.

O milho é uma das culturas mais exigentes em fertilizantes, principalmente nitrogenados (FERNANDES, 2006). O suprimento inadequado de nitrogênio é considerado um dos principais fatores limitantes ao rendimento de grãos. Dessa forma, a adubação nitrogenada deve suprir a demanda exigida pela planta nos períodos críticos e maximizar a eficiência na utilização do nitrogênio.

A adubação nitrogenada influi positivamente na produtividade de grãos da cultura do milho, como também no índice de área foliar, massa de mil grãos, altura da planta, rendimento de biomassa e índice de colheita. O aumento da produtividade com a elevação da dose de nitrogênio se deve ao acréscimo no número de grãos por espiga e no peso das espigas (AMARAL FILHO et al., 2005).

O sistema de manejo da adubação nitrogenada vem sendo muito estudado com o objetivo de maximizar a eficiência de uso do N, em função da crescente preocupação com a poluição do meio ambiente, especialmente dos recursos hídricos por nitrato proveniente do manejo inadequado de adubação nitrogenada (DUETE, 2008). Além disso, o excesso de adubação nitrogenada pode causar desenvolvimento vegetativo exagerado da parte aérea, prejudicando a produção de raízes. Doses muito altas de N também proporcionam folhas mais susceptíveis a doenças e predispõe a cultura ao acamamento, causando perdas na produtividade da cultura (SCHLICHTING, 2012).

Para ser eficiente, o manejo da adubação nitrogenada deve suprir a demanda da planta nos períodos críticos, maximizar a porcentagem de recuperação do nitrogênio e minimizar o impacto ambiental pela redução das perdas (FERNANDES & LIBARDI, 2007).

Além do sistema de manejo, atualmente discute-se muito a quantidade de nitrogênio a ser aplicada na lavoura de

milho e sua influência na produtividade. A quantidade média de nitrogênio aplicada nas lavouras brasileiras é de aproximadamente 60 kg ha^{-1} , valor muito inferior aos registrados nos Estados Unidos e China, onde são aplicados 150 e 130 kg ha^{-1} de N, respectivamente (COELHO, 2007).

A adubação nitrogenada deve receber atenção especial quando são almeçadas altas produtividades na cultura do milho, por ser o nutriente requerido em maiores quantidades. Observa-se que as tabelas de recomendação de fertilizantes usadas no Brasil têm sugerido doses menores que as requeridas pela cultura para essas produtividades (VERGUTZ & NOVAIS, 2015). Dessa forma, é necessário o teste de dosagens maiores que as recomendadas pelas tabelas, a fim de verificar o potencial de resposta da cultura a maior adubação nitrogenada com incrementos de produtividade.

1.2.4 Hormônios Vegetais e Reguladores de Crescimento

Os hormônios são mensageiros químicos que modulam os processos celulares, interagindo com proteínas específicas que atuam como receptores ligados a rotas de transdução de sinal. O desenvolvimento vegetal é regulado por seis tipos principais de hormônios: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, ácido abscísico e brassinoteroides (TAIZ & ZEIGER, 2013).

As giberelinas são conhecidas por atuarem na promoção do alongamento do caule e divisão celular, efeito comprovado pelo aumento do alongamento celular e do número de células, em resposta à aplicação de giberelinas bioativas (TAIZ & ZEIGER, 2013). Há evidência que a indução do alongamento e divisão celular promovido pelas giberelinas pode se limitar às células meristemáticas, explicando dessa forma porque a ação das giberelinas ocorre preferencialmente nas células jovens (KERBAUY, 2004).

Enquanto a aplicação de ácido giberélico promove a alongação dos entre-nós e divisão celular, existem substâncias que obstruem a biossíntese do ácido giberélico, reduzindo a alongação celular no estágio vegetativo. Estas substâncias são chamadas de reguladores de crescimento.

Os reguladores de crescimento são substâncias químicas sintéticas que alteram o balanço hormonal das plantas (LAMAS, 2001). Os reguladores atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas (RODRIGUES et al., 2003). Eles se ligam 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. Os reguladores que reduzem a estatura de plantas são antagonistas às giberelinas e agem modificando seu o metabolismo.

O uso de reguladores vegetais inibidores de giberelinas pode aumentar o rendimento de grãos não somente pela redução do acamamento, mas também pode proporcionar caules/colmos mais grossos, folhas mais largas e horizontais e crescimento radicular mais vigoroso (LINZMEYER JÚNIOR et al., 2008)

O uso de reguladores de crescimento é uma prática difundida com sucesso na Europa, onde o etil trinexapac tem-se mostrado efetivo na redução da estatura das plantas de cereais de inverno, evitando acamamento (ZAGONEL et al., 2002).

O etil trinexapac atua no balanço das giberelinas, reduzindo os níveis de GA_1 responsável pelo crescimento das plantas. Paralelamente a isto, ele aumenta seu precursor biossintético imediato GA_{20} . A queda do nível do ácido giberélico GA_1 é considerada a provável causa da inibição do crescimento das plantas (ZAGONEL et al., 2002).

Em trabalho realizado por Zagonel et al. (2002), avaliando doses de nitrogênio e densidade de plantas em trigo, com e sem uso de regulador de crescimento, a aplicação de etil

trinexapac resultou em plantas com entre-nós mais curtos, aumentando o número de espiguetas e a produtividade.

Avaliando doses e épocas de aplicação de etil trinexapac em diferentes cultivares de trigo, com duas doses diferentes de nitrogênio, Zagonel e Fernandes (2007) observaram que o aumento da dose de nitrogênio aumentou a produtividade e que o regulador de crescimento reduziu a altura das plantas. Assim, este trabalho demonstrou que o uso do regulador contribuiu de forma positiva na eficiência de uso do nitrogênio do trigo.

Observando também diferentes doses de nitrogênio com e sem aplicação do regulador de crescimento etil trinexapac, Espindula et al. (2011) concluíram que, em baixas doses de nitrogênio, a aplicação regulador de crescimento promoveu redução do rendimento de grãos. Porém, em doses altas de nitrogênio, a aplicação do regulador de crescimento promoveu maior rendimento de grãos, chegando a uma combinação ótima de 100 kg ha^{-1} de nitrogênio e 120 g ha^{-1} i.a. de etil trinexapac para obtenção de maiores produtividades. Desta forma, o trabalho também demonstrou que a aplicação de etil trinexapac contribuiu de forma positiva na eficiência de uso do nitrogênio em trigo.

O uso de reguladores de crescimento é mais difundido na cultura do trigo. Porém alguns testes com reguladores distintos foram efetuados em diversas plantas de lavoura. Souza et al. (2013) observaram que o uso dos reguladores de crescimento cloreto de mepiquat e cloreto de clomequate possibilitou menor estatura de plantas de soja e, conseqüentemente, maior resistência ao acamamento, além de maior número de vagens, maior número de grãos por planta e grãos mais pesados. Já Pricinotto & Zucarelli (2014) verificaram na cultura da soja que o uso do regulador de crescimento paclobutrazol, aplicado em diferentes doses, resultou na redução da estatura de plantas, do acamamento e da produtividade de grãos. Em teste realizado em cultivares de

feijão de inverno, Abrantes et al. (2011) observaram que o uso de regulador vegetal composto por três hormônios (cinetina, ácido giberélico e ácido indolbutírico) aumentou o número de grãos por planta e a produtividade das cultivares analisadas. Na cultura do algodão, os reguladores de crescimento cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat proporcionaram menor altura de planta e maior peso de capulhos (LAMAS, 2011).

Além do trigo, o etil trinexapac já foi testado em outras culturas, com resultados distintos. Em trabalho realizado por Alvarez et al. (2007) na cultura do arroz, a aplicação de etil trinexapac reduziu em 34 cm a estatura das plantas e influenciou negativamente os componentes de rendimento e massa de grãos do arroz. Já para a cultura da aveia branca, Hawerth et al. (2015) observaram que a aplicação de etil trinexapac reduziu a altura das plantas e a porcentagem de acamamento, sem causar efeitos negativos à produtividade de grãos. Na cultura da crotalária, Kappes et al. (2011) avaliaram a influência de três diferentes reguladores de crescimento, onde o etil trinexapac reduziu a altura das plantas, sem influenciar na produtividade de grãos. Em sorgo sacarino, a aplicação de diferentes doses de etil trinexapac reduziu o desenvolvimento vegetativo, diminuindo em até 85% a estatura de plantas (MAY, 2013). Neste trabalho, as altas doses reduziram a taxa de germinação das sementes. Para a cultura da soja, Souza et al. (2013) observaram que a aplicação de etil trinexapac não proporcionou redução da estatura de plantas.

1.2.5 Regulador de Crescimento em Milho

São escassos os registros de trabalhos reportando os efeitos de reguladores de crescimento na cultura do milho. Zagonel & Ferreira (2013), avaliando doses e épocas de aplicação de regulador de crescimento etil trinexapac, observaram que o produto promoveu aumento da largura e diminuição do comprimento das folhas, mas não teve efeito

sobre o rendimento de grãos. Em trabalho realizado na China, Zang et al. (2014) avaliaram rendimento e qualidade de milho, em resposta à densidade de plantas, com aplicação do regulador etefon dietil aminoetilo hexanoato (EDAH), e observaram que sua aplicação aumentou o rendimento de grãos em 8%. Já Princinotto et al. (2015) constataram redução no rendimento de grãos por planta com o uso do regulador de crescimento etil trinexapac, em estudo conduzido em casa de vegetação, no estado do Paraná.

Não foram encontrados registros de trabalhos científicos descrevendo os efeitos da aplicação de regulador de crescimento sobre a resposta do milho à adubação nitrogenada de cobertura.

1.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, durante o ano agrícola de 2014/15, no distrito Santa Terezinha do Salto, localizado a 20 km da cidade de Lages, no Planalto Sul de Santa Catarina. As coordenadas geográficas da área experimental são 27°50'35'' de latitude Sul e 50°29'45'' de longitude Oeste e altitude de 849 metros. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfb, mesotérmico, com verões brandos, temperaturas médias do mês mais quente inferiores a 22°C e precipitações pluviais bem distribuídas.

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 2006). Segundo análise da fertilidade do solo realizada na camada arável (0 a 20 cm) em setembro de 2014, ele apresentava as seguintes características: 560 g kg⁻¹ de argila; pH em H₂O 5,2; índice SMP 5,7; 60 g kg⁻¹ de Matéria Orgânica; 4,4 mg dm⁻³ de P; 186 mg dm⁻³ de K; 5,79 cmol_c dm⁻³ de Ca; 2,47 cmol_c dm⁻³ Mg; 0,2 cmol_c dm⁻³ Al; 8,94 cmol_c dm⁻³ de CTC.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados dispostos em parcelas sub-subdivididas, com três repetições por tratamento. Na parcela principal foram avaliados dois híbridos simples de milho com ciclos contrastantes: um híbrido hiper-precoce (P1630), com soma térmica de 662 graus-dias (GD) para alcançar o pendoamento (VT) e 1220 GD na maturação fisiológica; e um híbrido precoce (P30F53), com soma térmica de 760 GD no estágio VT e 1556 GD na maturação fisiológica. Os dois híbridos foram desenvolvidos pela empresa Dupont S.A, divisão Pioneer Sementes e possuem os eventos transgênicos Yield Guard e Herculex para o controle de lagartas (YH). Nas sub-parcelas foram testadas quatro doses de nitrogênio (N) em cobertura, equivalentes a 0; 0,5; 1 e 1,5 vezes a dose necessária para atingir produtividade de 21.000 kg ha⁻¹ (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC, 2004). Quantitativamente, estas doses equivaleram à aplicação de 0, 150, 300 e 450 kg de N ha⁻¹. As doses de N foram divididas igualmente em três épocas, quando o milho estava nos estádios V4, V8 e V12 da escala Ritchie et al. (1993). Nas sub-subparcelas foi testada a presença ou ausência do regulador de crescimento. Aplicou-se o produto etil trinexapac, comercializado pela empresa Syngenta com o nome de MODDUS, na dosagem de 600 ml ha⁻¹ do produto comercial por aplicação, quando a cultura estava nos estádios V5 e V10 da escala de Ritchie et al. (1993). Cada sub-subparcela foi composta por quatro linhas de seis metros de comprimento. Consideraram-se as duas linhas centrais como área útil e as duas linhas externas, mais 0,5m nas extremidades das duas linhas centrais, como bordadura.

Foi utilizado o sistema de semeadura direta, em área de monocultura de milho verão por um período de três anos, em sucessão a uma cobertura morta de aveia preta (*Avena strigosa*). Esta cultura foi implantada no mês de junho de 2014

e dessecada com a aplicação do herbicida glifosato no final do mês de setembro de 2014.

O experimento foi implantado no dia 01 de novembro de 2014, na densidade de 90.000 plantas ha^{-1} e espaçamento entre linhas de 70 cm. A semeadura foi efetuada com semeaduras manuais, depositando-se três sementes por cova. Quando as plantas estavam em V3, foi feito o desbaste para ajustar a população ao valor almejado (9 plantas m^{-2}).

A adubação de manutenção foi determinada seguindo as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004), almejando a obtenção de tetos produtivos de 21.000 kg ha^{-1} . Ela foi fornecida no dia da semeadura, utilizando nitrogênio, fósforo e potássio. As fontes utilizadas de N, P e K foram ureia (45% de N), superfosfato triplo (46% de P_2O_5) e cloreto de potássio (60% de K_2O), respectivamente. As doses aplicadas na semeadura foram de 30 kg ha^{-1} de N, 295 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 170 kg ha^{-1} de K_2O . Os fertilizantes foram distribuídos superficialmente próximos às linhas de semeadura.

O controle de plantas daninhas foi efetuado com duas aplicações de herbicidas. A primeira foi feita logo após a semeadura, com uma mistura de atrazina + metalacloro (1.250 + 1.250 g ha^{-1} de i.a.). Quando as plantas estavam no estágio V3, foi realizada a segunda aplicação de herbicida, usando o produto Tembotriona (100 g ha^{-1}).

O controle de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) foi realizado com duas aplicações dos inseticidas lufenuron + lambdacyhalothrin (15 + 7,5 g ha^{-1} de i.a.) quando as plantas estavam nos estádios V6 e V12.

Quando as plantas estavam nos estádios V12 e V18, foram feitas as aplicações da mistura dos fungicidas azoxystrobina e cyproconazole, na dosagem de 300 ml ha^{-1} , para a prevenção de doenças foliares.

Foram marcadas em cada sub-subparcela cinco plantas com uniformidade fenológica e morfológica quando as mesmas

se encontravam em V4. Estas plantas foram utilizadas para as avaliações de área foliar, número total de folhas verdes produzidas pela planta, número de folhas verdes e senescentes em R1 (espigamento), teor de clorofila na folha índice, estatura de planta e altura de inserção de espiga.

No estádio R1 (espigamento) foi realizada a medição da área foliar para determinação do índice de área foliar (IAF), medindo-se o comprimento e largura de cinco plantas de cada sub-subparcela. A área foliar foi obtida de acordo com metodologia utilizada por Tollenaar (1992). Para tanto, foram medidos o comprimento (C) da base à extremidade da folha e a maior largura (L) de todas as folhas fotossinteticamente ativas. Considerou-se fotossinteticamente ativa toda a folha que tivesse pelo menos 50% de sua área foliar verde, de acordo com critério proposto por Borrás et al. (2003). A área foliar (A), expressa em cm^2 , foi estimada aplicando-se a expressão: $A = C \times L \times 0,75$, onde o valor 0,75 é um coeficiente de correção, uma vez que as folhas não apresentam área retangular. Os somatórios das áreas de todas as folhas da planta determinaram a área foliar por indivíduo. O IAF correspondeu a área foliar dividida pela superfície de solo ocupada pela planta. Após essa primeira mensuração do IAF, foram efetuadas outras cinco avaliações, com 14 dias de intervalo entre cada uma.

O teor de clorofila na folha índice foi medido com auxílio do equipamento Clorofilog, na folha de inserção da espiga (folha índice). Foram feitas três medições por folha (base, meio e extremidade), repetindo-se o procedimento em cinco plantas por unidade experimental.

A estatura de plantas foi avaliada após 15 dias de cada uma das aplicações do regulador de crescimento. A estatura final de plantas e altura de inserção de espiga foram medidas no estádio R3 (grão leitoso). Para estas avaliações mediram-se a distância do nível do solo até a extremidade do pendão e do nível do solo até o nó onde estava inserida a espiga superior.

Antes da colheita determinaram-se as percentagens de plantas acamadas, quebradas, sem espiga e o número de espigas produtivas por planta (índice de espiga). A percentagem de acamamento e quebra foi calculada dividindo-se o número de plantas acamadas/quebradas pelo número total de plantas da área útil multiplicado por 100. Consideraram-se acamadas as plantas cujo colmo formou um ângulo com a superfície do solo inferior a 45°. Consideraram-se quebradas as plantas que apresentaram ruptura de colmo abaixo da espiga. Consideraram-se como produtivas as espigas que produziram mais do que 20 grãos.

Para a avaliação de rendimento de grãos e seus componentes (número de grãos por espiga, e massa de mil grãos) foram consideradas todas as espigas da área útil. As espigas foram colhidas e trilhadas numa trihadeira estacionária. Os grãos foram acondicionados em estufa, sob ventilação e temperatura de aproximadamente 65°C, até atingirem massa constante. Os pesos obtidos da massa seca de grãos colhidos na área útil das sub-subparcelas foram convertidos para um hectare, na umidade padrão de 130 g kg⁻¹, determinando o rendimento de grãos. Uma subamostra de 400 grãos inteiros por tratamento foi separada e pesada. Esta subamostra foi submetida à secagem em estufa regulada para 105°C por 72 horas, Depois de ser determinada a massa seca, esta foi então multiplicada pelo fator 2,5, convertida para 130 g kg⁻¹, e utilizada para expressar a massa de mil grãos. O número de grãos por espiga foi obtido através da relação entre a massa de mil grãos, a massa total de grãos e o número de espigas colhidas na área útil de cada unidade experimental.

A eficiência agrônômica de uso do nitrogênio foi determinada segundo Fageria & Baligar (2005), onde $EA = (PGcf - Pgsf) / (QNa)$, expressa em kg kg⁻¹, em que EA é a eficiência agrônômica; PGcf é a produção de grãos com fertilizante nitrogenado; Pgsf é a produção de grãos sem

fertilizante nitrogenado e QNa é a quantidade em kg de nitrogênio aplicado.

Identificou-se logo após a colheita das espigas a ocorrência de podridões da base do colmo. Esta avaliação foi feita visualmente, seguindo as recomendações descritas por REIS & CASA (1996). Ela constituiu da abertura longitudinal, com auxílio de um facão, de todos os colmos presentes na área útil, numa altura de 30 cm da superfície do solo. Os colmos que apresentavam sintomas de descoloração foram caracterizados como doentes. A percentagem de podridões de colmos foi estimada contando o número total de plantas com presença de colmo doente e o número total de plantas presentes na área útil.

Uma amostra de 200 gramas foi utilizada para determinar a incidência de grãos ardidos, separando-se manualmente todos os grãos que possuíam descoloração maior que $\frac{1}{4}$ da sua área e efetuando posteriormente a pesagem, determinando a percentagem através do peso total da amostra e o peso total dos grãos ardidos encontrados.

Foram instalados pluviômetros na área experimental, a partir dos quais foi possível efetuar o monitoramento dos dados pluviométricos e observar a necessidade de efetuar irrigação no período de dezembro de 2014 a abril de 2015. A irrigação foi efetuada após cada uma das três aplicações de N, com uma lâmina de água de 25 mm para favorecer a incorporação do fertilizante nitrogenado ao solo e prevenir perdas de N por volatilização de amônia. Posteriormente, houve chuvas regulares e bem distribuídas, que atenderam as necessidades da cultura. A quantidade de água disponível à cultura durante o ano agrícola 2014/2015 pode ser observada na Figura 1.

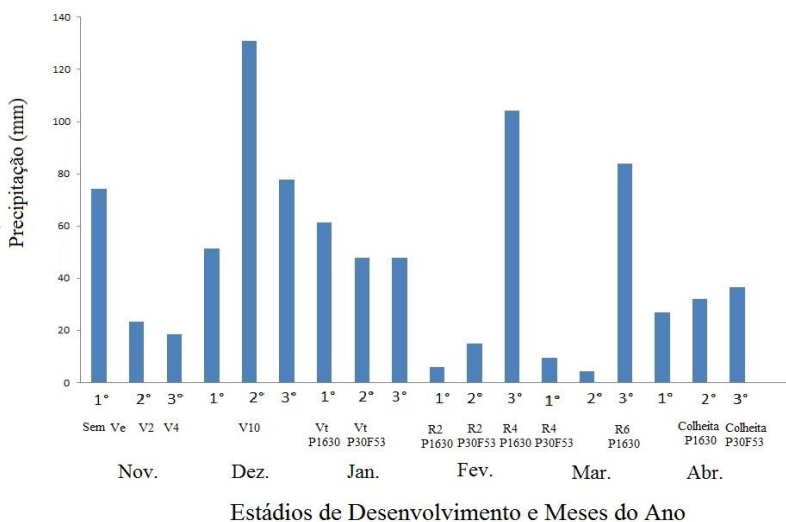
1.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.4.1 Dados Meteorológicos

Os dados de precipitação pluviométrica durante as fases de desenvolvimento da cultura do milho no ano agrícola 2014/2015 podem ser observados na Figura 1.

Constatou-se que o ano agrícola 2014/2015 apresentou uma precipitação abundante e bem distribuída, principalmente nos meses de novembro, dezembro e janeiro. Este período albergou toda a fase de desenvolvimento vegetativo da cultura e o início do enchimento de grãos.

Figura 1- Precipitação pluviométrica e estádios de desenvolvimento de dois híbridos de milho, de acordo com a escala de Ritchie et al. Lages, SC, 2014/2015.



Fonte: EPAGRI (2015)

A temperatura média mensal oscilou entre 16,2°C e 20,8°C na safra agrícola 2014/2015 (Tabela 1). A temperatura é o principal fator climático que interfere na velocidade do crescimento do milho, afetando a eficiência da fotossíntese e o ciclo da cultura (SANGOI et al., 2010).

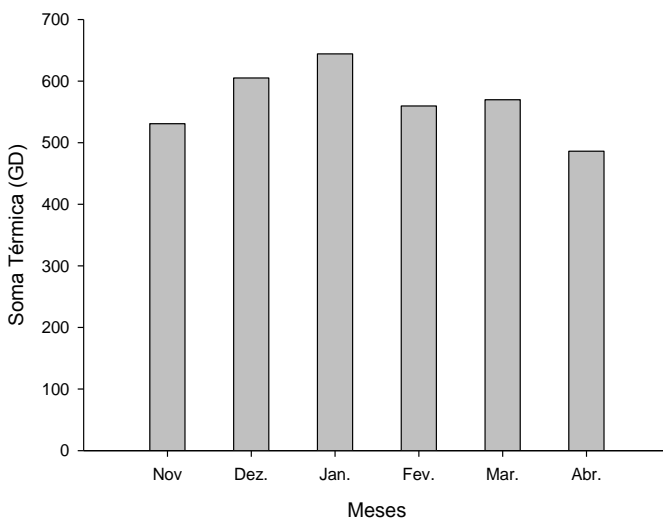
Tabela 1 - Temperatura média mensal do ar na safra agrícola de 2014/2015. Lages, SC.

Período	Temperaturas Médias Mensais (°C)						Média
	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	
Ano agrícola de 2014/2015	18,3	19,5	20,8	19,9	18,9	16,2	18,9

Fonte: Epagri (2015),

A Figura 2 apresenta os dados de soma térmica registrados no município de Lages durante o ano agrícola de 2014/2015. Os valores da soma térmica variaram de 486,1 a 664,1. O mês de janeiro foi o que apresentou maior soma térmica, em função das temperaturas atmosféricas mais elevadas (Tabela 1). O mês de abril foi o que apresentou menor soma térmica, devido a aproximação do inverno na região de Lages – SC.

Figura 2 – Soma térmica mensal registrada no município de Lages, SC, safra agrícola 2014/2015.



Fonte: produção próprio autor, 2015.

1.4.2 Estatura de plantas durante o período vegetativo da cultura

A estatura de plantas avaliada 15 dias após a primeira aplicação do regulador de crescimento, realizada quando a cultura se encontrava em V5, não diferiu significativamente entre os tratamentos com e sem etil trinexapac (Apêndice 1 e Tabela 2). Nesta avaliação, as plantas do híbrido P1630 foram 12% mais altas do que as do P30F53.

Tabela 2 – Estatura de planta de dois híbridos de milho 15 dias após primeira aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

Híbrido	Com Regulador	Sem Regulador	Média	CV (%)
<u>Estatura de Planta (cm)</u>				
P1630	116	114	115 A	4,6
30F53	101	102	101 B	
Média	108	108		

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Já na avaliação feita após a segunda aplicação do produto, realizada quando a cultura se encontrava em V10, a utilização do regulador de crescimento reduziu em 4% a estatura da planta, na média dos dois híbridos e quatro doses de N (Tabela 2). Assim como na primeira avaliação, houve diferenças significativas entre os genótipos, com o híbrido P1630 apresentando plantas 6% mais altas do que o P30F53. A característica de hiper-precocidade do P1630 advinda da menor exigência em unidades de calor para florescer aceleraram sua velocidade de crescimento inicial, contribuindo para seus maiores valores de estatura nas avaliações feitas antes do pendoamento da cultura (Tabelas 2 e 3).

Tabela 3 - Estatura de planta de dois híbridos de milho após a segunda aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

Híbrido	Com Regulador	Sem Regulador	Média	CV (%)
<u>Estatura de Planta (cm)</u>				
P1630	175	181	178 A	4,3
30F53	161	167	164 B	
Média	168 a	174 b		

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

1.4.3 Estatura final de planta e altura de inserção de espiga

A altura de inserção de espiga não foi afetada significativamente pela aplicação do regulador de crescimento (Apêndice 1 e Tabela 4). Este resultado diferiu do reportado por Fagherazzi (2015), que observou redução na altura de inserção de espiga em aplicações sequenciais de etil trinexapac, para o híbrido 30F53.

Tabela 4 - Altura de inserção de espiga de dois híbridos de milho com e sem aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

Híbrido	Com Regulador	Sem Regulador	Média	CV (%)
<u>Altura de Inserção de Espiga (cm)</u>				
P1630	123	122	122 B	6,3
30F53	152	152	152 A	
Média	137	137		

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Resultados semelhantes aos de Fagherazzi (2015) foram encontrados por Pricinotto et al. (2015), onde a altura de inserção de espiga diminuiu significativamente em função da dose do produto. O híbrido P30F53 apresentou maior altura de inserção de espigas do que o P30F53, na média dos demais tratamentos.

A estatura final de plantas, mensurada quando a cultura se encontrava no estágio R3 da escala de Ritchie et al (1993), diminuiu 12% com a aplicação do regulador de crescimento, na média dos híbridos e doses de N avaliadas no trabalho (Tabela 5). Não houve diferenças significativas entre os híbridos para esta variável.

Tabela 5 – Estatura final de plantas de dois híbridos de milho com e sem aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

Híbrido	Com Regulador	Sem Regulador	Média	CV (%)
<u>Estatura de Planta (cm)</u>				
P1630	254	262	258	3,6
30F53	244	250	247	
Média	249 b	256 a		

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

A redução na altura da planta ocorre através da inibição da divisão celular e do alongamento. O etil trinexapac inibe a enzima 3 β -hidroxilase no final da biossíntese de ácido giberélico, reduzindo o nível de ácido giberélico ativo (GA1) e aumentando o seu precursor (GA20), com baixa atividade (DAVIES, 2010).

A aplicação de etil trinexapac foi testada em diversas culturas, mostrando efetividade do produto na redução de estatura das plantas na maioria dos casos.

Resultados semelhantes ao deste trabalho foram encontrados por Procinotto et al. (2015), onde observaram que a aplicação de etil trinexapac diminuiu a estatura de plantas, de forma significativa e linear para as diferentes dosagens aplicadas, de 125 g i.a. ha⁻¹ a 375 g i.a. ha⁻¹. Fagherazzi (2015) também verificou que a aplicação de diferentes doses de etil trinexapac diminuiu a estatura das plantas de milho, com maior diminuição para aplicação de 100 g i.a. ha⁻¹ nos estádios V2, V3, V4, V5, V6 e V7.

Já Zagonel et al. (2013) constataram que a altura de planta e altura de inserção de espiga em milho não foram influenciadas pelas diferentes doses e nem pelos diferentes estádios de aplicação de etil trinexapac (V4 a V8), nos híbridos Maximus TLTG e Status TL.

Na cultura da crotalária, Kappes et al. (2011) verificaram que aplicações de etil trinexapac e paclobutrazol provocaram redução linear da estatura, em resposta ao incremento das doses utilizadas, sendo que a redução observada foi de 46 cm e 71 cm, respectivamente, em comparação à testemunha (0 g ha⁻¹) e a maior dose testada (300 g ha⁻¹).

Na cultura do arroz, a aplicação de etil trinexapac diminuiu em 34 cm a estatura de plantas, em estudo realizado por Alvarez et al. (2007).

Em sorgo sacarino, May et al. (2013) concluíram que a aplicação de etil trinexapac reduziu em 85% a estatura de plantas, passando de 2,22 m para 0,34 m, na dose de 45 ml l⁻¹.

Para aveia, Hawerth et al. (2015) constataram o uso de doses crescentes de etil trinexapac provocou diminuição da estatura de plantas, variando de acordo com o ambiente. Em dois ambientes (Augusto Pestana-RS e Lages-SC) observou-se resposta quadrática da altura de plantas, em função da dose aplicada, enquanto nos demais ambientes estudados verificou-se diminuição linear da estatura com uso de doses crescentes do regulador.

Para a cultura do trigo, o uso de etil trinexapac reduziu linearmente a estatura de plantas conforme o aumento da dose, em testes efetuados por Zagonel & Fernandes (2007). Avaliando diferentes doses de nitrogênio e aplicação de etil trinexapac em trigo, Peckowski et al. (2009) também verificaram que o regulador diminuiu a estatura de plantas, com redução mais acentuada para aplicação entre o segundo e terceiro nó visível. Contudo, o aumento das doses de nitrogênio não interferiu na estatura.

Após a verificação que não houve diferença na altura de inserção de espiga, mas houve diferença significativa da estatura final das plantas com a aplicação do regulador de crescimento, calculou-se a distância entre o entrenó de inserção da espiga e a extremidade do pendão para estimar o provável efeito do regulador de crescimento na elongação dos entrenós do terço superior do colmo. Através deste cálculo, observou-se diferença significativa na distância entre a inserção de espiga e o ápice da planta (Tabela 6). Assim, constatou-se que a aplicação de etil trinexapac diminuiu a estatura de plantas de milho por causar menor alongamento dos entrenós situados entre a base da espiga e o ápice da planta.

Tabela 6 – Diferença entre a estatura final e a altura de inserção de espiga de dois híbridos de milho com e sem aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

Híbrido	Com Regulador	Sem Regulador	Média	CV (%)
<u>Diferença Entre Estatura Final e Inserção de Espiga (cm)</u>				
P1630	131	140	136 A	6,1
30F53	92	98	95 B	
Média	111 a	119 b		

Médias seguidas por letra distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Em trigo, o crescimento dos entrenós ocorre da base para o ápice do colmo no tecido meristemático situado logo acima dos nós, onde há intensa atividade metabólica, principalmente das giberelinas. Provavelmente, o crescimento dos entrenós do milho não ocorre desta forma, sendo a causa da resposta diferencial entre as culturas (ZAGONEL et al., 2013).

1.4.4. Produção de Folhas, Número de Folhas Verdes e Senescidas

O número total de folhas produzidas pela planta não foi influenciado pela aplicação do regulador de crescimento, mantendo valor similar na média dos híbridos e das diferentes doses de N (Apêndice 2 e Tabela7).

Tabela 7 - Número total de folhas produzidas por dois híbridos de milho com e sem aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

Híbrido	Com Regulador	Sem Regulador	Média	CV (%)
	<u>Folhas Totais (n°)</u>			
P1630	18,9	18,8	18,9 B	2,8
30F53	21	20,96	21,0 A	
Média	20,0	19,9		

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

O número de folhas verdes e senescidas presentes na planta durante o espigamento apresentou o mesmo comportamento do número de folhas totais. Ele não foi influenciado pela aplicação do regulador de crescimento e apresentou maiores valores para o híbrido P30F53 do que para o P1630, na média das doses de N (Apêndice 2, Tabelas 8 e 9).

A diferença estatística observada entre os dois híbridos na produção de folhas, no número de folhas verdes e número

de folhas senescentes se deve principalmente ao ciclo de ambos. O híbrido 30F53, que apresentou maiores valores para estas três variáveis, possui ciclo precoce, enquanto o híbrido P1630 possui ciclo hiperprecoce. A maior exigência em unidades de calor do híbrido 30F53 para florescer retardou a diferenciação do primórdio floral. Isto fez com que o meristema apical da planta permanecesse mais tempo diferenciando primórdios foliares. Quanto mais precoce é o híbrido, menor é o número de folhas produzidas e menor é sua área foliar (SANGOI et. al., 2001).

Tabela 8 – Número de folhas verdes no espigamento de dois híbridos de milho com e sem aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

Híbrido	Com Regulador	Sem Regulador	Média	CV (%)
<u>Folhas Verdes (n°)</u>				
P1630	12,7	12,6	12,6 B	4,0
30F53	13,5	13,5	13,5 A	
Média	13,1	13,1		

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Tabela 9 – Número de folhas senescentes no espigamento de dois híbridos de milho com e sem aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

Híbrido	Com Regulador	Sem Regulador	Média	CV (%)
<u>Folhas Senescentes (n°)</u>				
P1630	6,3	6,2	6,2 B	5,0
30F53	7,4	7,6	7,5 A	
Média	6,8	6,8		

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Pricinotto et al. (2015) também observaram que o número de folhas expandidas não foi alterado pela aplicação do regulador, usando diferentes doses do produto.

Entretanto, na cultura do sorgo sacarino, May et al. (2013) verificaram que a aplicação de etil trinexapac fez com as plantas produzissem, em média, 3,3 folhas a menos do que nos tratamentos sem regulador de crescimento.

1.4.5 Índice de Área Foliar

O índice de área foliar (IAF) variou de 5,6 a 6,4 e não foi afetado significativamente pela aplicação do regulador de crescimento (Apêndice 3 e Tabela 10). O híbrido P30F53 apresentou um valor de IAF no espigamento 11% superior ao do P1630, na média das doses de N, por apresentar maior número de folhas (Tabela 6) e maior número de folhas verdes (Tabela 7). Quanto mais precoce é o híbrido, menor é o número de folhas produzidas e menor é sua área foliar (SANGOI et. al., 2001), fato que ocorreu no presente trabalho, onde o híbrido precoce (30F53) apresentou maior área foliar que o hiperprecoce (P1630).

Tabela 10 – IAF no espigamento de dois híbridos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

Híbrido	Com Regulador	Sem Regulador	Média	CV (%)
<u>Índice de Área Foliar</u>				
P1630	5,8	5,6	5,7 B	7,8
30F53	6,4	6,3	6,4 A	
Média	6,1	6,0		

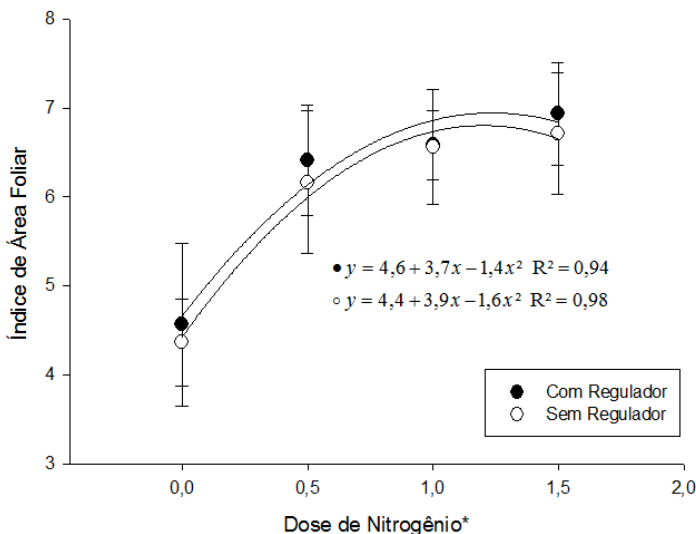
Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

O IAF aumentou quadraticamente com o incremento nas doses de N aplicadas em cobertura, tanto nas parcelas com

regulador de crescimento quanto naquelas em que não se aplicou o produto (Figura 3). O comportamento das duas curvas foi semelhante, assim como os valores dos coeficientes das equações quadráticas ajustadas aos dados.

Resultados de incremento no IAF com maiores doses de N foram encontrados por Goes et al. (2013). Entretanto, estes autores verificaram que as diferentes doses de N (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹) promoveram incremento linear no IAF, possivelmente por serem doses inferiores às usadas no presente trabalho (0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹).

Figura 3 - IAF com e sem aplicação de regulador de crescimento, em quatro doses de N, na média de dois híbridos. Lages, SC, 2014/2015.



* A dose 1,0 equivale à aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N ha⁻¹.

- As barras representam o desvio padrão das médias.

Fonte: Produção próprio autor, 2016.

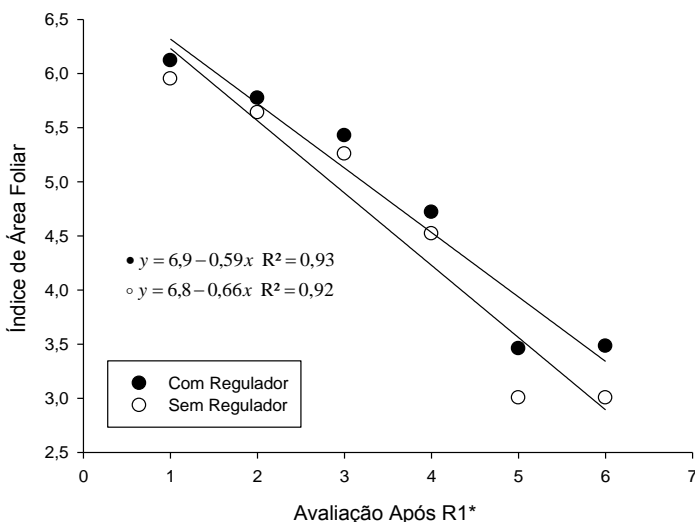
Zagonel & Ferreira (2013) também não observaram diferença no IAF para a época de aplicação de etil trinexapac.

Porém, em relação às diferentes doses (0, 0,750, 1,50 e 2,25 l ha⁻¹), para o híbrido Maximus TLTG, ocorreu incremento quadrático do IAF com o aumento da dose do produto. Já Pricinotto et al. (2015) observaram diminuição linear do IAF do milho com o aumento da dose de etil trinexapac.

Na cultura da soja, Linzmeyer Júnior et al. (2008) não observaram diferença na área foliar, na aplicação de diferentes doses de etil trinexapac

Observou-se um decréscimo linear do IAF da cultura durante o enchimento de grãos, tanto nas parcelas com aplicação do regulador de crescimento quanto naquelas em que o produto não foi aplicado (Figura 4). As taxas de decréscimo foram similares, evidenciando que o etil trinexapac não interferiu na senescência foliar da cultura.

Figura 4 - IAF durante o enchimento de grãos do milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de dois híbridos e quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.



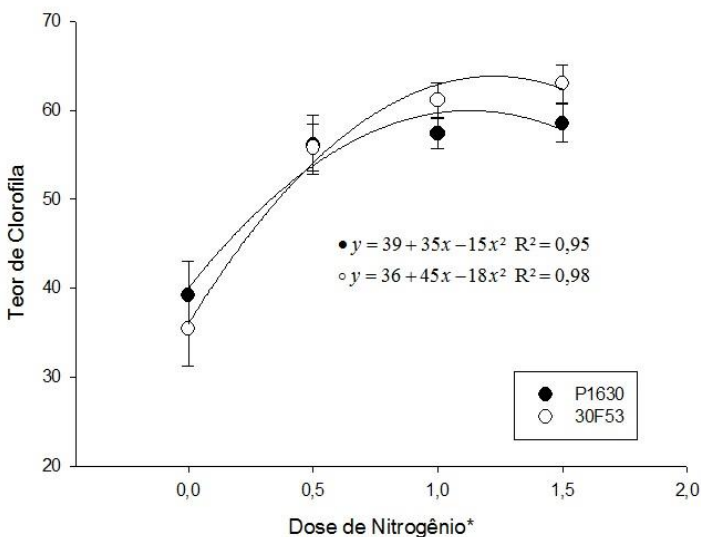
* Número 1 refere-se ao espigamento e os demais números a avaliações espaçadas em 14 dias a partir do espigamento.

Fonte: Produção próprio autor, 2016.

1.4.6 Teor de Clorofila na Folha Índice

O teor de clorofila não foi influenciado pelo uso de etil trinexapac (Apêndice 3). Esta variável se comportou quadraticamente em função das diferentes doses de N (Figura 5), na média dos tratamentos com e sem regulador de crescimento. Pode-se verificar que o híbrido 30F53 se mostrou mais responsivo ao aumento da dose de N no teor de clorofila que o híbrido P1630.

Figura 5 – Teor de clorofila na folha índice durante o espigamento de dois híbridos de milho em quatro doses de N, na média dos tratamentos com e sem regulador. Lages, SC, 2014/2015.



* A dose 1,0 equivale à aplicação de 300 kg ha^{-1} de N ha^{-1} .

- As barras representam o desvio padrão das médias.

Fonte: Produção próprio autor, 2016.

1.4.7 Percentagem de Plantas Acamadas e Quebradas

A percentagem de plantas acamadas e quebradas variou de 0,3 a 0,8% e não foi afetada significativamente pelo híbrido e aplicação do regulador de crescimento, na média das doses de N (Apêndice 4 e Tabela 12). Mesmo nos tratamentos em que se aplicou 450 kg de N em cobertura (1,5 vezes a dose recomendada para alcançar tetos produtivos de 21.000 kg ha⁻¹), a percentagem de plantas acamadas e quebradas foi inferior a 1%, independentemente do tratamento com etil trinexpac.

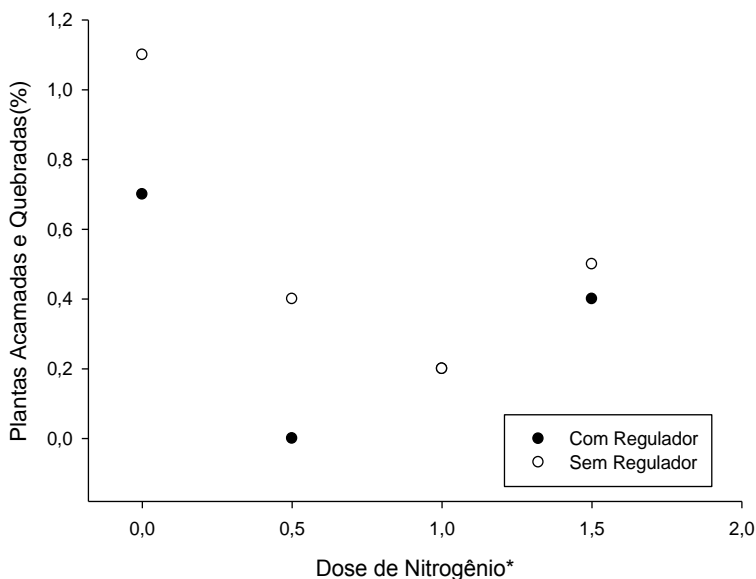
Também não houve efeito significativo da dose de N sobre a percentagem de plantas acamadas e quebradas, independentemente da presença ou ausência do regulador (Figura 6). Este comportamento contrariou uma das hipóteses do trabalho, pois esperava-se que a utilização de altas doses de N, associada à densidade elevada de plantas (9 pl m⁻²), estimulasse o acamamento e a quebra de colmos e que o uso do regulador de crescimento mitigasse o problema.

Tabela 11 – Percentagem de plantas acamadas e quebradas de dois híbridos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

Híbrido	Com Regulador	Sem Regulador	Média	CV (%)
	<u>Plantas Acamadas e Quebradas (%)</u>			
P1630	0,5*	0,8	0,65	154,1
30F53	0,2	0,3	0,25	
Média	0,35	0,55		

* Diferenças entre médias não significativas.

Figura 6 – Percentagem de plantas acamadas e quebradas com e sem aplicação de regulador de crescimento, em quatro doses de N, na média de dois híbridos. Lages, SC, 2014/2015.



* A dose 1,0 equivale à aplicação de 300 kg ha^{-1} de N ha^{-1} .

Fonte: Produção próprio autor, 2016.

Resultados semelhantes ao deste trabalho foram encontrados por Zagonel & Ferreira (2013). Estes autores verificaram que as doses e épocas de aplicação do etil trinexapac não influenciaram na percentagem de plantas acamadas e quebradas de milho.

Entretanto, Fagherazzi (2015) observou que a percentagem de acamamento foi influenciada por diferentes doses de etil trinexapac no híbrido P30R50H. Os tratamentos sem aplicação e com aplicação de $200 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ no estágio V4 tiveram maior percentagem de plantas acamadas que os demais tratamentos estudados (aplicação de 400 a $800 \text{ g i.a. ha}^{-1}$ a partir do estágio V4).

Na cultura do trigo, Peckowski et al. (2009) constataram que o aumento da dose de nitrogênio aumentou linearmente o número de plantas acamadas, tanto na fase de florescimento como de pré-colheita. Neste trabalho, a redução da estatura de plantas com a aplicação de etil trinexapac foi um método que reduziu significativamente o acamamento do cereal.

Para a cultura da aveia, Hawerrot (2015) observou o dobro da incidência média de acamamento com uso de 90 kg ha⁻¹ de N (16,1%), em comparação a 30 kg ha⁻¹ de N (8,1%). Entretanto houve diminuição do acamamento com aumento da dose de etil trinexapac na maior parte dos ambientes estudados.

Coletivamente, os resultados encontrados na literatura demonstram um efeito mais consistente do etil trinexapac na redução da percentagem de colmos acamados e quebrados nos cereais de estação fria do que no milho, principalmente quando são utilizadas altas doses de nitrogênio em cobertura. Isto provavelmente se deve ao efeito diferencial do produto na alongação dos entrenós das duas culturas. No trigo, o etil trinexapac atua restringindo principalmente a alongação dos entre-nós na base do colmo, que são os mais importantes para a sustentabilidade da planta. No milho, o efeito restritivo do produto é mais pronunciado nos entrenós acima da espiga, que pouco efeito tem sobre o acamamento e quebra de colmos.

1.4.8 Diâmetro de Colmo

O diâmetro de colmo de cada híbrido se comportou de maneira distinta com a aplicação do regulador de crescimento. O híbrido P1630 diminuiu o diâmetro de colmo com a aplicação do regulador de crescimento, enquanto que o híbrido P30F53 não teve esta variável significativamente alterada com a utilização do produto (Tabela 12). O diâmetro de colmo do P30F53 foi maior do que o do P1630 tanto na presença quanto na ausência do regulador de crescimento.

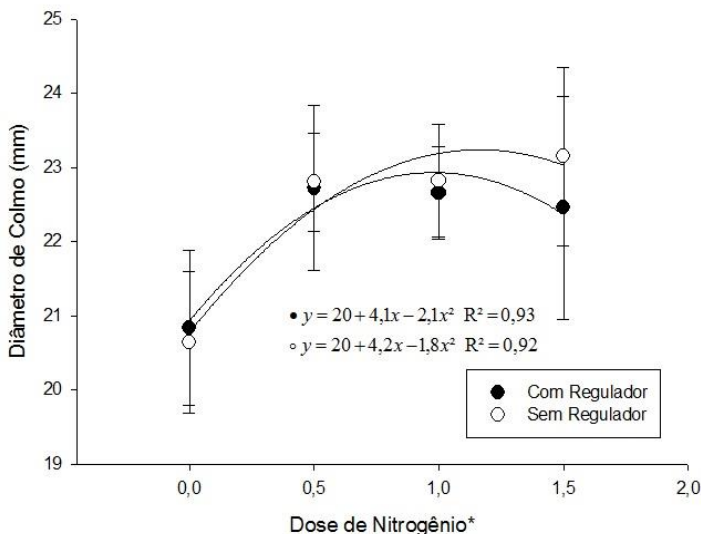
Tabela 12 – Diâmetro de colmo de plantas de dois híbridos de milho com e sem aplicação do regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

Híbrido	Com Regulador	Sem Regulador	CV(%)
<u>Diâmetro de Colmo</u>			
P1630	21,3 bB	21,9 aB	2,66
30F53	23 aA	22,7 aA	

Médias seguidas por letra distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

O diâmetro de colmo aumentou quadraticamente com o incremento nas doses de N aplicadas em cobertura, tanto nas parcelas com regulador de crescimento quanto naquelas em que não se aplicou o produto (Figura 7). O comportamento das duas curvas foi semelhante. Pode-se verificar que a partir da dose 0,5 o valor do diâmetro de colmo sofreu pouco foi alterado.

Figura 7 – Diâmetro de colmo de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, em quatro doses de N, na média de dois híbridos. Lages, SC, 2014/2015.



* A dose 1,0 equivale à aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N ha⁻¹.

- As barras representam o desvio padrão das médias.

Fonte: Produção próprio autor, 2016.

O diâmetro de colmo é uma característica que deve ser levada em consideração quando se analisa o acamamento de plantas. A resistência ao acamamento está relacionada ao nível de espessamento dos tecidos da base da planta, sendo inversamente proporcional à altura da mesma (Rodrigues et al., 2003). Resultados distintos do encontrado neste trabalho foram observados por Fagherazzi (2015), onde o diâmetro do colmo não foi afetado pela aplicação de diferentes doses de etil trineapac em dois híbridos de milho. Zagonel et al. (2013) também não encontraram influência da aplicação do regulador de crescimento no diâmetro do colmo para o híbrido Maximus TLTG. Entretanto, para o híbrido Status TL, foi observada resposta quadrática, com tendência de diminuição inicial do

diâmetro com dose mais baixa e posterior aumento do mesmo com dose mais alta, nas doses de 0, 0,750, 1,50 e 2,25 l ha⁻¹.

Já Pricinotto et al. (2015) verificaram que o diâmetro de colmo foi influenciado pelas diferentes doses de etil trinexapac, onde as doses crescentes aumentaram significativamente a variável em milho.

Em trigo, foram encontrados resultados contrastantes em relação à influência da aplicação de etil trinexapac no diâmetro do colmo. Nos trabalhos efetuados por Peckowski et al. (2009) e Zagonel et al. (2002), a aplicação do produto não influenciou na variável, independentemente da época de aplicação e doses de nitrogênio. Já em testes conduzidos na Argentina por Lozano & Leaden (2001), verificou-se que a aplicação de etil trinexapac promoveu maior espessamento do tecido esclerenquimático, resultando em aumento do diâmetro de colmo, em duas cultivares de trigo.

Para a cultura da soja, Souza et al. (2013) observaram que a aplicação de reguladores de crescimento no estádio R1 aumentou o diâmetro de haste. Estes dados corroboraram os resultados obtidos por Linzmayer Júnior et al. (2008), que verificaram uma resposta quadrática ao aumento da dose de etil trinexapac. A partir da dose 0,4 l ha⁻¹ houve aumento significativo no diâmetro da haste.

Em sorgo sacarino, a aplicação de etil trinexapac também incrementou o diâmetro de colmo de 12,6 mm para 14,6 mm, nas doses 0 e 45ml l⁻¹, respectivamente (MAY et al.;2013).

1.4.9 Rendimento de Grãos e Componentes

O rendimento de grãos foi afetado pelos efeitos principais de híbrido, doses de nitrogênio e redutor de crescimento (Apêndice 5). Quantitativamente, o rendimento de grãos dos tratamentos com regulador de crescimento foi 815 kg ha⁻¹ menor do que nas parcelas onde não se utilizou o produto

(Tabela 13). Percentualmente, a aplicação de etil trinexapac provocou queda de 6% no rendimento de grãos, na média dos dois híbridos e quatro doses de N avaliadas no trabalho. O rendimento de grãos do híbrido P30F53 foi 13% maior do que o do P1630.

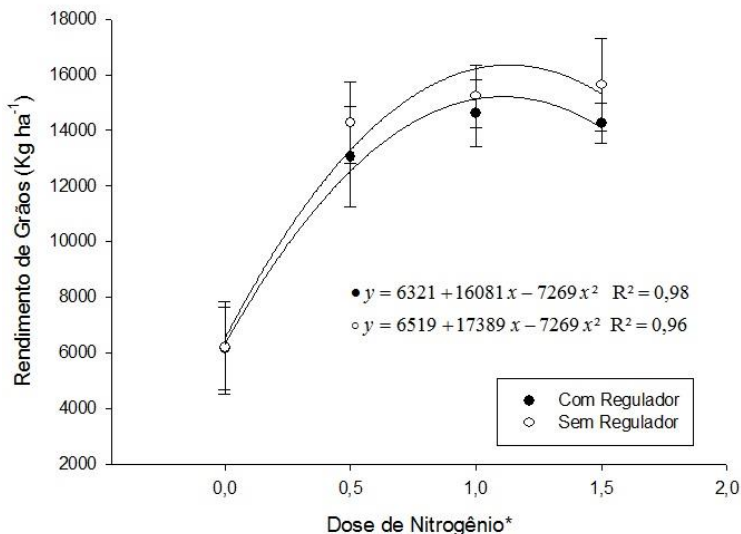
Tabela 13 – Rendimento de grãos de dois híbridos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

Híbrido	Com Regulador	Sem Regulador	Média	CV (%)
<u>Rendimento de Grãos (kg ha⁻¹)</u>				
P1630	11.346	11.809	11.578 B	8,9
30F53	12.698	13.864	13.281A	
Média	12.022 b	12.837 a*		

*Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

O rendimento de grãos aumentou quadraticamente com o incremento nas doses de N aplicadas em cobertura, tanto nas parcelas com regulador de crescimento quanto naquelas em que não se aplicou o produto (Figura 8). O comportamento das duas curvas foi semelhante. Os pontos de máxima de função, obtidos a partir da primeira derivada das equações quadráticas ajustadas aos dados, equivaleu as doses de 1,11 (332 kg de N ha⁻¹) e 1,19 (358 kg de N ha⁻¹), nas parcelas sem e com a aplicação de etil trinexapac, respectivamente. Embora o ajuste matemático tenha estimado pontos de máxima com doses superiores ao valor recomendado para a produção de 21.000 kg ha⁻¹ (300 kg de N ha⁻¹), numericamente, as maiores diferenças no rendimento de grãos foram registradas entre as doses 0 e 0,5. Outro fato importante a ressaltar é que as produtividades registradas no ensaio não ultrapassaram 15.000 kg ha⁻¹, apesar da dose de N em cobertura no tratamento 1,0 ter sido definida almejando alcançar 21.000 kg ha⁻¹.

Figura 8 – Rendimento de grãos do milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, em quatro doses de N, na média de dois híbridos. Lages, SC, 2014/2015



* A dose 1,0 equivale à aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N ha⁻¹.

- As barras representam o desvio padrão das médias.

Fonte: Produção próprio autor, 2016.

Em relação à influência do regulador de crescimento, resultados semelhantes foram encontrados por Pricinotto et al. (2015), onde a aplicação de etil trinexapac diminuiu o rendimento de grãos, em avaliação individual de plantas.

Resultados similares também foram encontrados por Fagherazzi (2015), que avaliou a resposta da aplicação de etil trinexapac no milho em condições de campo, e constatou que doses de 400 a 800 g i.a. ha⁻¹ reduziram a produtividade de dois híbridos de milho testados.

Já Zagonel & Ferreira (2013) observaram que o rendimento de grãos do milho não foi alterado pela aplicação

de etil trinexapac, em trabalho que avaliou diferentes doses e épocas de aplicação do produto.

Entretanto, para a cultura do trigo, todos os trabalhos consultados evidenciaram que a aplicação de etil trinexapac não prejudicou esta variável. Neste sentido, Zagonel et al. (2002) observaram que não houve diminuição no rendimento de grãos. Já Espíndula et al. (2011) observaram que altas dosagens de nitrogênio, associadas ao uso do regulador de crescimento, promoveu maior rendimento de grãos, demonstrando que o uso deste produto promoveu maior eficiência do uso do nitrogênio. Resultados semelhantes foram encontrados por Penckowski et al. (2009), onde constataram que a aplicação de etil trinexapac entre o primeiro e o segundo e entre o segundo e o terceiro nó visível promoveram aumento do rendimento de grãos.

Souza et al. (2012) estudaram a aplicação de diferentes reguladores de crescimento em milho, e observaram que os produtos cloreto de clormequate e prohexadione-Ca obtiveram maiores rendimentos de grão que o etil trinexapac (+ 1050 kg ha⁻¹).

Estudando o regulador de crescimento EDAH (27% de etephon e 3% de DA-6), Zhang et al. (2014) verificaram que o produto, aplicado na dosagem 450 ml ha⁻¹ no estádio fenológico V7, incrementou o rendimento de grãos de dois híbridos de milho em 8%

A maioria dos trabalhos que estudam a influência de etil trinexapac nas culturas avalia somente a parte aérea das plantas. Pricinotto et al. (2015) avaliaram que o produto também provocou redução do sistema radicular do milho. Estes autores salientaram que o menor sistema radicular, associado à menor parte aérea da planta, pode ser responsável pela redução no rendimento de grãos das plantas de milho.

Assim como para o rendimento, a massa de 1000 grãos foi afetada pelos efeitos principais de híbrido, dose de nitrogênio e utilização do regulador de crescimento (Apêndice

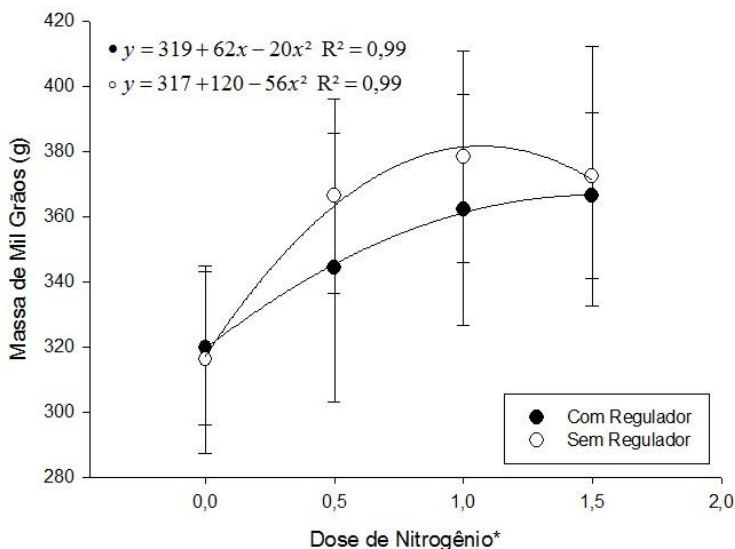
5). A massa de 1.000 grãos do híbrido P30F53 foi 14% superior a do P1630 (Tabela 14), o que contribuiu para sua maior produtividade (Tabela 13). A aplicação de etil trinexapac reduziu em 3% a massa de 1.000 grãos, na média dos dois híbridos e quatro doses de nitrogênio avaliadas no trabalho. Tanto nas parcelas com regulador de crescimento quanto naquelas em que não se aplicou o produto, a massa de 1.000 grãos aumentou quadraticamente com o incremento na dose de N aplicada em cobertura (Figura 9).

Tabela 14 - Massa de 1.000 grãos de dois híbridos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

Híbrido	Massa de 1.000 grãos (g)		Média	CV (%)
	Com Regulador	Sem Regulador		
P1630	322	330	326 B	3,2
30F53	374	386	380 A	
Média	348 b	358 a*		

*Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Figura 9 – Massa de mil grãos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, em quatro doses de N, na média de dois híbridos. Lages, SC, 2014/2015



* A dose 1,0 equivale à aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N ha⁻¹.

- As barras representam o desvio padrão das médias.

Fonte: Produção próprio autor, 2016.

Pricinotto et al. (2015) também observaram diminuição da massa de grãos de milho com aplicação de etil trinexapac, onde o aumento da dose provocou redução linear na variável. Já Fagherazzi (2015) verificou que a massa de grãos não foi influenciada pela aplicação do regulador de crescimento em dois híbridos, nas diferentes doses e estádios vegetativos estudados.

Zhang et al. (2014) observaram que a massa de grãos aumentou 4% com a aplicação do regulador EDAH (27% de etephon e 3% de DA-6) para as médias dos tratamentos estudados na cultura do milho.

Para a cultura do trigo, a aplicação de etil trinexapac não influenciou a massa de grãos, em trabalho que avaliou a aplicação do regulador de crescimento em diferentes doses de nitrogênio (PENCKOWSKI et al., 2009). Entretanto, Zagonel et al. (2002) observaram que a massa de grãos de trigo diminuiu com a aplicação de etil trinexapac. Porém isso ocorreu mais como um efeito compensatório da planta às condições climáticas que favoreceram o enchimento de maior número de grãos produzidos, do que pela aplicação do produto.

O número de grãos por espiga variou de 413 a 437 e não foi afetado significativamente pelo híbrido e aplicação do regulador de crescimento (Apêndice 5 e Tabela 15).

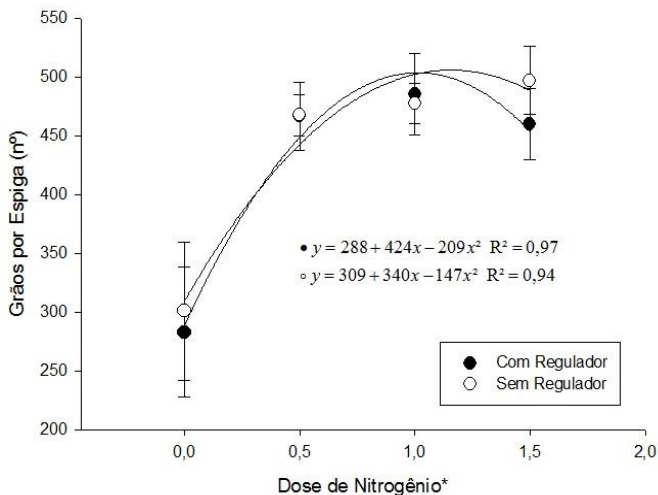
Tabela 15 – Número de grãos por espiga de dois híbridos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

Híbrido	Com Regulador	Sem Regulador	Média	CV (%)
	<u>Grãos por Espiga (nº)</u>			
P1630	433*	433	433	8,1
30F53	413	437	425	
Média	423	435		

* Diferenças entre médias não significativas

O número de grãos por espiga aumentou quadraticamente com o incremento nas doses de N aplicadas em cobertura, tanto nas parcelas com regulador de crescimento quanto naquelas em que não se aplicou o produto (Figura 10).

Figura 10 – Número de grãos por espiga de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, em quatro doses de N, na média de dois híbridos. Lages, SC, 2014/2015.



* A dose 1,0 equivale à aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N ha⁻¹.

- As barras representam o desvio padrão das médias

Fonte: Produção próprio autor, 2016.

Entretanto, Pricinotto et al. (2015) observou que a aplicação de etil trinexapac reduziu o número de grãos por espiga, devido à redução do número de fileiras e do comprimento da espiga.

Avaliando o regulador de crescimento EDAH, Zhang et al. (2014) constatou que a aplicação do produto aumentou 4% o número de grãos por espiga de milho para os dois híbridos estudados.

Alvarez et al. (2007) constataram que a aplicação de etil trinexapac reduziu o número de espiguetas por panícula na cultura do arroz.

Para a cultura do trigo, Penckowski et al. (2009) observaram que a aplicação de etil trinexapac não influenciou no número de grãos por planta. Entretanto, Zagonel et al. (2002) verificaram que o número de espiguetas por espiga aumentou com a aplicação do produto, determinando, dessa forma, maior rendimento de grãos.

O número de espigas por planta também não diferiu entre os híbridos e tratamentos com e sem aplicação de etil trinexapac (Apêndice 5 e Tabela 16). Ele variou entre 0,87 e 0,89, na média das doses de N, evidenciando que mais de 10% das plantas não produziram espigas. A densidade supra-ótima de 90.000 pl ha⁻¹ utilizada no trabalho possivelmente contribuiu para a presença de plantas sem espiga, principalmente nas parcelas com baixas doses de N. Densidades altas, associadas a restrições nutricionais, contribuem para aumentar a dominância apical e a esterilidade feminina (SANGOI et al., 2010).

Tabela 16 – Número de espigas por planta de dois híbridos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

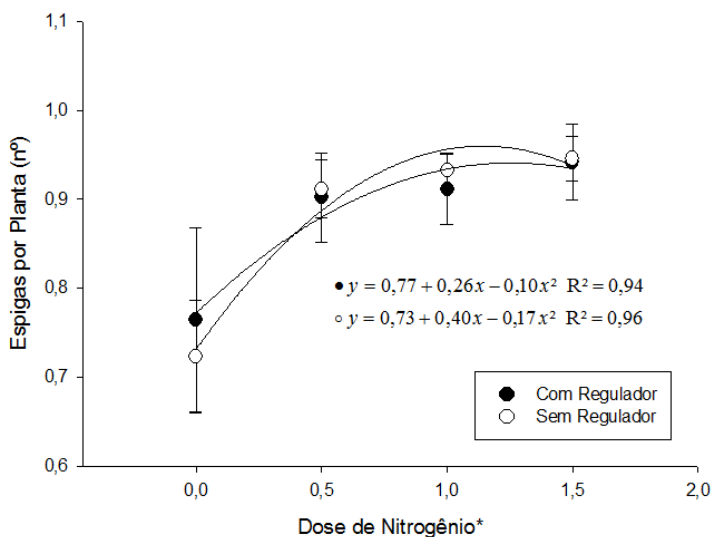
Híbrido	Com Regulador	Sem Regulador	Média	CV (%)
<u>Espigas por Planta (n°)</u>				
P1630	0,87*	0,87	0,87	5,0
30F53	0,89	0,89	0,89	
Média	0,88	0,88		

* Diferenças entre médias não significativas.

O número de espigas por planta também aumentou quadraticamente com o incremento nas doses de N aplicadas em cobertura, tanto nas parcelas com regulador de crescimento quanto naquelas em que não se aplicou o produto (Figura 10). O maior efeito da dose de N sobre o número de grãos por espiga e número de espigas por planta ocorreu até a dose de

175 kg de N ha⁻¹ (Figuras 9 e 10). A partir desta dose, os valores destes componentes não sofreram alterações substanciais, o que contribuiu para os menores incrementos do rendimento com o aumento da dose de 0,5 para 1,0 e 1,5 vezes a quantidade de N necessária para obter 21.000 kg ha⁻¹ (Figura 8).

Figura 11 – Número de espigas por planta de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, em quatro doses de N, na média de dois híbridos. Lages, SC, 2014/2015.



* A dose 1,0 equivale à aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N ha⁻¹.

- As barras representam o desvio padrão das médias.

Fonte: Produção próprio autor, 2016.

Fazendo-se uma análise conjunta dos efeitos do etil trinexpac sobre o rendimento de grãos de diferentes espécies da família *Poaceae*, verificou-se que os efeitos da utilização deste regulador de crescimento sobre a redução do acamamento e o

incremento do rendimento são mais frequentes para os cereais de estação fria, como o trigo, do que para o milho. De uma forma geral, o etil trinexapac reduz a estatura de plantas tanto em trigo quanto em milho, o que foi constatado no presente trabalho (Tabela 5). A redução da estatura se deve a limitação da expansão de alguns entrenós do colmo, causada pelo decréscimo na quantidade da giberelina GA₁. No caso do trigo, o efeito é mais pronunciado nos primeiros entrenós que se expandem na base do colmo após a diferenciação do primórdio floral. No milho, os entrenós mais afetados pela ação do produto aplicado entre V5 e V10 são aqueles localizados entre a espiga e o pendão (Tabela 6).

De acordo com Zagonel & Fernandes (2007), o aumento da produtividade na cultura do trigo se deve às mudanças morfológicas causadas pelo produto que, ao diminuir a altura das plantas, a deixa com uma arquitetura mais adequada para aproveitar os recursos do meio, especialmente a radiação solar. Este fato não foi observado no presente trabalho, pois a diminuição da estatura de plantas e a modificação de sua arquitetura promoveram diminuição do rendimento de grãos (Tabela 13).

Na cultura do trigo, plantas com menor estatura, ocasionada pela aplicação do regulador de crescimento, redirecionam os fotoassimilados e produzem maior massa de grãos (ZAGONEL & FERNANDES, 2009). Isto não ocorreu no presente trabalho, pois mesmo com menor estatura de plantas (Tabela 5), não houve redirecionamento de fotoassimilados para os grãos, fato comprovado pela menor massa de grãos obtida quando se aplicou o produto (Tabela 14). Dessa forma, possivelmente a arquitetura da planta de milho modificada pelo uso do regulador foi menos efetiva na absorção de radiação solar. Conseqüentemente, produziu e translocou menor quantidade de fotoassimilados para os grãos, o que reduziu o rendimento (Tabela 13).

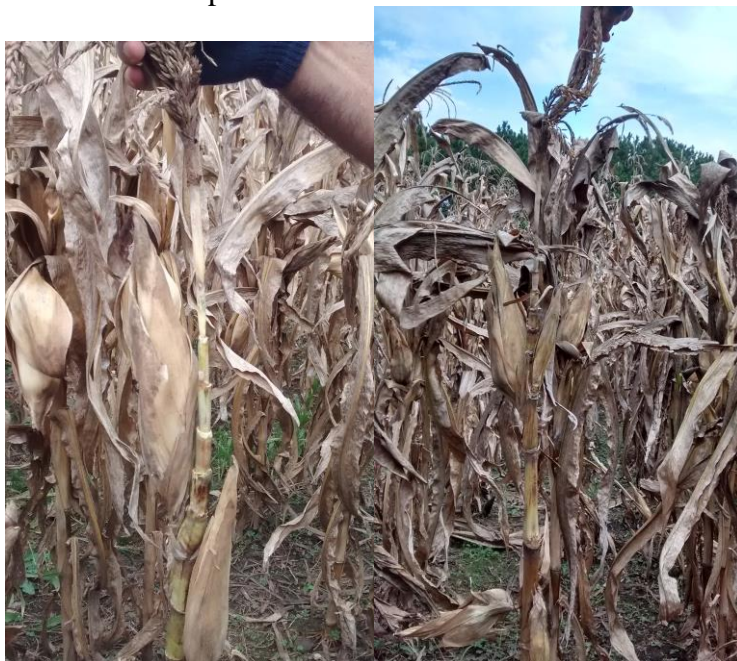
Palhares (2003) relatou que uma característica intrínseca às plantas de milho que diminui potencialmente a interceptação de luz pelas folhas é o sombreamento das folhas superiores sobre as inferiores. Essa limitação decorre da natureza alterna e oposta das folhas ao longo do dossel. De forma semelhante, Dourado Neto et al. (2001) salientaram que o rendimento de grãos de milho apresenta comportamento quadrático em função das variações do IAF. Ele aumenta até valores situados entre 5 e 6 (IAF crítico) e depois é limitado pelo sombreamento das folhas superiores sobre as inferiores.

Nesta mesma linha de raciocínio, Alvim et al. (2010) afirmaram que a área foliar acima da espiga em milho é a mais eficiente na definição da produtividade de grãos. Sua perda afeta a produtividade, a massa de grãos e porcentagem de grãos ardidos.

Fagherazzi (2015) também observou redução dos entrenós localizados acima do ponto de inserção da espiga com a aplicação de etil trinexapac (Foto 1). Diante da diminuição dos entrenós superiores do colmo e da menor massa de 1.000 grãos, pode-se especular que uma provável causa da redução da produtividade com a aplicação do regulador de crescimento foi pela menor incidência de luminosidade nas folhas acima da espiga. Com entrenós mais curtos, a distância entre as folhas superiores da planta ficou menor, sobrepondo uma sobre a outra. A menor incidência de radiação fotossinteticamente ativa nestas folhas pode ter ocasionado menor produção de fotoassimilados para o enchimento de grãos. Além disto, entrenós mais curtos também têm menor quantidade de reservas, o que pode ter limitado a translocação de fotoassimilados para os grãos, contribuindo para reduzir a sua massa e o rendimento final. No presente trabalho foram feitas duas aplicações do produto, na dose de 600 ml do produto comercial em cada aplicação. Esta dose é mais alta do que as doses normalmente aplicadas nos cereais de estação fria, que variam de 400 a 500 ml ha⁻¹. Conforme reportado por

Fagherazzi (2015), em altas doses de aplicação de etil trinexapac o efeito de encurtamento dos entrenós superiores do milho é mais acentuado.

Foto 1 – Encurtamento dos entrenós do colmo acima da inserção de espiga ocasionado aplicação de etil trinexapac.



Fonte: Fagherazzi (2015).

1.4.10 Percentagem de Colmos Doentes e de Grãos Ardidos

A percentagem de colmos doentes foi influenciada significativamente pela aplicação de etil trinexapac (Apêndice 4 e Tabela 17). Os tratamentos sem o uso do regulador

apresentaram 9,6% menos colmos doentes do que os tratamentos com aplicação. O híbrido P1630 teve maior percentagem de colmos doentes que o 30F53, na média das doses de N. A maior percentagem de colmos doentes nos tratamentos com aplicação de regulador de crescimento pode ter limitado a translocação de fotoassimilados para os grãos, contribuindo assim para redução da massa de mil grãos. De acordo com Wordell Filho & Spagnollo (2013), doenças no colmo podem afetar a translocação de nutrientes e água do solo para a parte aérea da planta, reduzindo o rendimento da cultura do milho e a qualidade de grãos. Entretanto, mesmo sob maior incidência de doenças o rendimento de grãos pode não decrescer, caso o colmo tenha sido infectado próximo da maturação fisiológica dos grãos (CASA et. al, 2007). Esta situação foi observada para nove híbridos de milho, em levantamento de incidência e de danos causados por podridões de colmo em três municípios catarinenses (CASA et. al, 2005).

Tabela 17 – Percentagem de colmos doentes de dois híbridos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

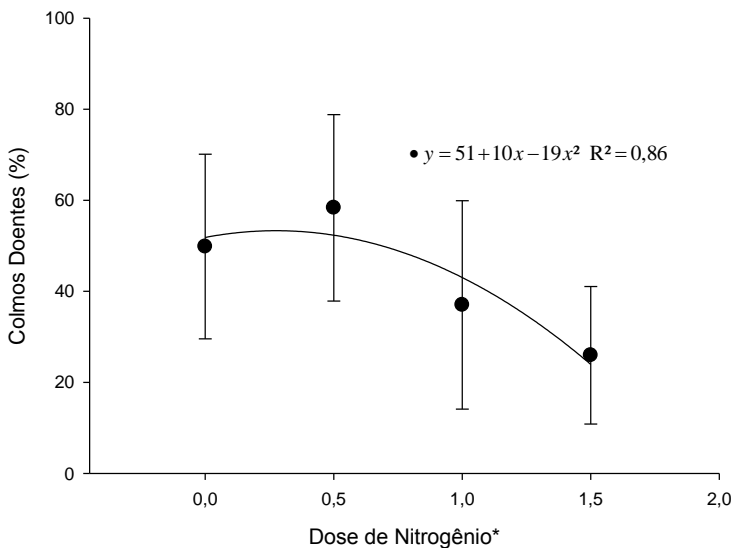
Híbrido	Com Regulador	Sem Regulador	Média	CV (%)
	<u>Colmos Doentes (%)</u>			
P1630	62,9	54,3	58,6 A*	23,4
30F53	32,3	21,5	26,9 B	
Média	47,6 a	37,9 b		

Médias seguidas por letras distintas, minúscula na linha e maiúscula na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

A percentagem de colmos doentes se comportou de forma quadrática com o incremento na dose de N, na média dos demais tratamentos (Figura 12). Os maiores valores foram encontrados nos tratamentos sem adubação nitrogenada em

cobertura e quando se aplicou metade da dose recomendada. Wordell Filho & Spagnollo (2013) também observaram que o incremento na dose de nitrogênio de 0 para 290 kg ha⁻¹ diminuiu linearmente a incidência de podridões de colmo, em sistema de monocultivo de milho. Plantas bem nutridas possuem colmos mais fortes, o que pode limitar a infecção por fungos fitopatogênicos.

Figura 12 – Percentagem de colmos doentes de milho, em quatro doses de N, na média dos demais tratamentos. Lages, SC, 2014/2015.



* A dose 1,0 equivale à aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N ha⁻¹.

- As barras representam o desvio padrão das médias.

Fonte: Produção próprio autor, 2016.

A aplicação de etil trinexapac não interferiu na percentagem de grãos ardidos externada pelos híbridos, na média das doses de N (Apêndice 4, Tabela 18). O híbrido P1630 apresentou mais do que o dobro da percentagem de

grãos ardidos do que o híbrido 30F53, na média dos demais tratamentos. Isto provavelmente ocorreu em função da maior quantidade de colmos doentes deste genótipo (Tabela 17), pois muitos fungos que afetam o colmo migram posteriormente para as espigas, originando a formação de grãos ardidos (RIBEIRO et al., 2005).

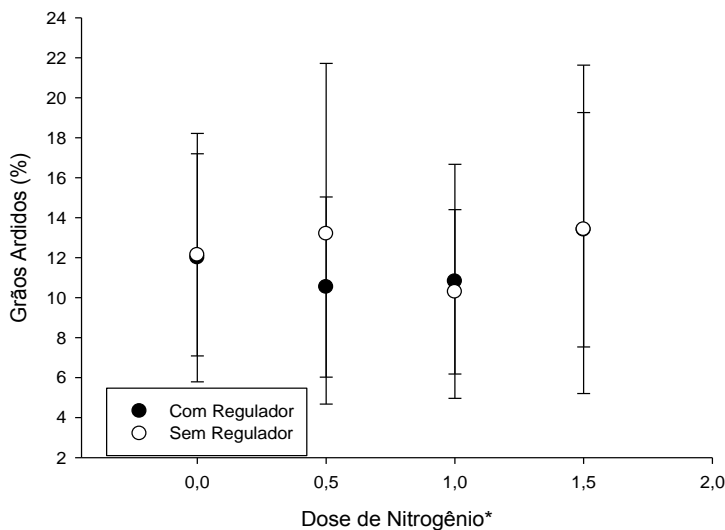
Tabela 18 – Percentagem grãos ardidos de dois híbridos de milho, com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

Híbrido	Com Regulador	Sem Regulador	Média	CV (%)
<u>Grãos Ardidos (%)</u>				
P1630	15,5	16,8	16,2 A*	38,6
30F53	7,9	7,7	7,8 B	
Média	11,7	12,2		

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

O incremento na dose de N aplicada em cobertura não interferiu na percentagem de grãos ardidos tanto na presença quanto na ausência do regulador de crescimento, na média dos dois híbridos (Figura 13). Resultados semelhantes foram encontrados por Wordell Filho & Spagnollo (2013), onde verificaram que diferentes doses de N (0 a 290 kg ha⁻¹) não influenciaram na percentagem de grãos ardidos.

Figura 13 – Percentagem de grãos ardidos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, em quatro doses de N, na média de dois híbridos. Lages, SC, 2014/2015.



* A dose 1,0 equivale à aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N ha⁻¹.

- As barras representam o desvio padrão das médias.

Fonte: Produção próprio autor, 2016.

1.4.11 Eficiência de Uso do Nitrogênio

A eficiência de uso do nitrogênio variou de 20,9 a 27,6 na média das doses de N e não foi afetada significativamente pelo híbrido e aplicação do regulador de crescimento (Apêndice 6, Tabela 19). Este dado contrariou uma das hipóteses do trabalho, segundo a qual a aplicação do regulador de crescimento, ao reduzir a estatura da planta e o acamamento, aumentaria a eficiência de uso do nitrogênio à produção de grãos.

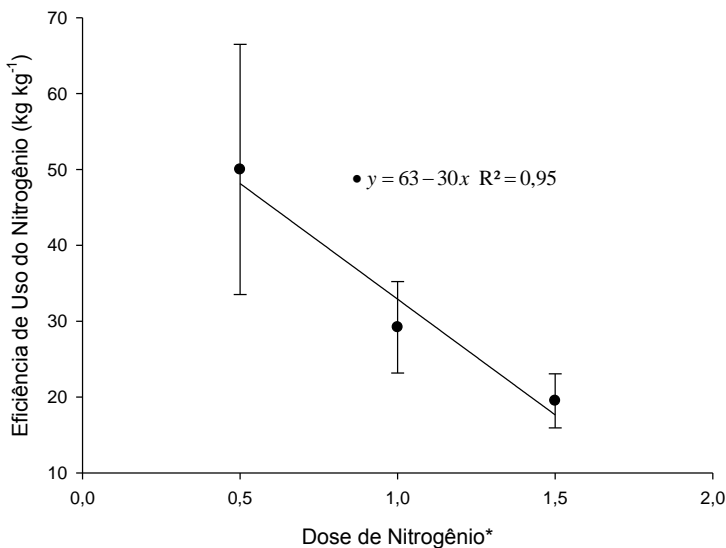
Tabela 19 - Eficiência de uso do nitrogênio de dois híbridos de milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média de quatro doses de N. Lages, SC, 2014/2015.

Híbrido	Com Regulador	Sem Regulador	Média	CV (%)
Eficiência de Uso do Nitrogênio (em kg kg ⁻¹)				
P1630	20,9*	24,8	22,9	38,7
30F53	25,2	27,6	26,4	
Média	23,0	26,2		

* Diferenças entre médias não significativas

Houve um decréscimo linear na eficiência de uso do nitrogênio com o incremento na dose de N aplicada em cobertura. Este decréscimo foi de 30 kg kg⁻¹ com o aumento da dose de 175 (0,5) para 450 (1,5) kg de N ha⁻¹.

Figura 14 – Eficiência de uso do N em milho com e sem aplicação de regulador de crescimento, na média dos demais tratamentos. Lages, SC, 2014/2015.



* A dose 1,0 equivale à aplicação de 300 kg ha⁻¹ de N ha⁻¹.

- As barras representam o desvio padrão das médias

Fonte: Produção próprio autor, 2016.

Resultados semelhantes foram observados por Fernandes et al. (2007), que avaliou seis híbridos diferentes de milho e diferentes doses de N (30, 60, 90 e 180 kg ha⁻¹), constatando que o aumento da dose aplicada diminuiu a eficiência de uso do N em todas as cultivares.

1.5 CONCLUSÕES

A aplicação de etil trinexapc diminuiu a estatura de plantas, mas não interferiu na percentagem de colmos acamados e quebrados, independentemente da dose de N.

A utilização do regulador de crescimento etil trinexapac reduziu a massa de 1.000 grãos e o rendimento, independentemente do ciclo do híbrido e da quantidade de nitrogênio aplicada em cobertura.

As máximas produtividades obtidas no trabalho foram inferiores à expectativa teórica de 21.000 kg ha⁻¹, o que limitou a resposta do rendimento de grãos e componentes ao incremento na dose de N aplicada em cobertura.

A utilização do regulador de crescimento etil trinexapac não melhorou a eficiência de uso do nitrogênio dos híbridos P1630 e P30F53.

1.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do regulador de crescimento etil trinexapac tem se mostrado efetivo para cereais de inverno, principalmente na diminuição de estatura, acamamento e quebramento de plantas. A melhoria na arquitetura de planta propiciada pela aplicação do produto se refletiu em muitos trabalhos numa melhor eficiência do uso de nitrogênio, possibilitando maiores rendimentos de grãos.

O presente trabalho foi concebido com base nos resultados promissores obtidos com a aplicação de etil trinexapac, principalmente na cultura do trigo. Ele foi pautado nas seguintes hipóteses: a) o uso do regulador de crescimento restringe o crescimento vegetativo do milho e diminui a percentagem de plantas acamadas e quebradas quando são utilizadas altas doses de N em cobertura; b) a aplicação de regulador de crescimento aumenta a eficiência de uso do nitrogênio do milho à produção de grãos.

A única hipótese confirmada no trabalho foi a redução da estatura de plantas. Na cultura do milho, os resultados da aplicação de etil trinexapac são muito heterogêneos. A maioria dos trabalhos reportados na literatura demonstra que ocorre diminuição na estatura de plantas e também no rendimento de

grãos. Uma hipótese para os efeitos contrastantes do produto em milho e nos cereais de estação fria está relacionada ao efeito diferenciado apresentado pelo produto na expansão dos entrenós. No milho, a ação mais pronunciada do etil trinexapac ocorre nos entrenós superiores do colmo, onde estão situadas as folhas que recebem maior insolação e que são as mais importantes para a definição do rendimento de grãos. Isto pode provocar maior sombreamento de uma folha sobre a outra, reduzindo a absorção de radiação solar e a translocação de fotoassimilados para os grãos. Estes dois fatores podem ser os responsáveis pela menor massa de grãos e menor produtividade registrada quando se aplicou o produto.

Uma alternativa para tornar a aplicação do etil trinexapac efetiva na cultura do milho é buscar formas de aplicação que diminuam a estatura de plantas mediante restrição da expansão dos entrenós inferiores do colmo, assim como normalmente ocorre na cultura do trigo. Diante disso, seria interessante testar a aplicação do regulador de crescimento em estádios fenológicos mais precoces que possibilitem a diminuição dos entrenós situados entre a base da planta e o ponto de inserção de espiga.

Outra alternativa a ser avaliada é o teste de diferentes reguladores de crescimento. Um exemplo disso foi citado neste trabalho, em testes realizados na China, o regulador de crescimento EDAH (27% de etephon e 3% de DA-6), que proporcionou incremento de 8% no rendimento de grãos na cultura do milho.

Portanto, o uso de reguladores de crescimento em milho é um tema que precisa ser melhor estudado, avaliando o efeito de diferentes produtos, em diferentes estádios de aplicação, com diferentes doses. Somente dessa forma será possível afirmar que o uso de reguladores de crescimento não é realmente efetivo para a cultura, ou então encontrar um produto, com uma dose e estádio de aplicação, que diminua a

estatura de plantas, o acamamento e propicie incrementos no rendimento de grãos.

Deve-se destacar que os resultados reportados nesta dissertação referem-se apenas a um ano agrícola, no qual foram obtidos rendimentos de grãos inferiores aos almejados para as doses de 300 e 450 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura. Isto pode ter restringido a resposta da cultura às doses de N e à aplicação do regulador de crescimento. Assim, o trabalho está sendo repetido na safra 2015/2016 para dar maior confiabilidade às informações obtidas em 2014/2015.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRANTES, F. L.; et al. Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 41. n. 2, p. 148-154, abr./jun. 2011.
- 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.
- ALVAREZ, R. C. et al. Influência do etil trinexapac no acúmulo, na distribuição de nitrogênio (^{15}N) e na massa de grãos de arroz de terras altas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 31, p. 1487-1496, 2007.
- AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. n. 29, p. 467-473. 2005.
- BORRÁS, L.; MADDONI, G.; OTEGUI, M. E. Leaf senescence in maize hybrids: plant population, row spacing and kernel set effects. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 82, p. 13-26, 2003.
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do Solo**. 1º edição, Viçosa, p. 375-470, 2007.
- CASA, R. T.; MOREIRA, E. N.; BOGO, A.; SANGOI, L. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na

densidade de plantas. **Summa Phytopathol.** Botucatu, v. 33, n. 4, p. 353-357, 2007.

CASA, R. T. et al. Incidência de danos de podridões do colmo em genótipos de milho em três localidades de Santa Catarina. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 5, Chapecó. **Anais...** Chapecó: Newsprit, v.1, p. 138-141, 2005.

COELHO, A. M. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura de milho.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo (Circular Técnica, 96), 2007.

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.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Safra 2007/2008. Disponível em <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_05_08_10_11_00_boletim_graos_maior_2014.pdf>. Acesso em 20 de novembro de 2015.

DAVIES, P. J. Introdução: The plant hormones: Their nature, occurrence, and functions. In: DAVIES, P. J. **Plant Hormones: biosynthesis, signal transduction, action!** 3ª edição p. 1-15, 2010.

DEPARIS, G. A. **Espaçamento, adubação nitrogenada e potássica em cobertura na cultura do milho.** Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 63 p. 2006.

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

DOURADO NETO et. al. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v. 11, n. 1., p 1-9. 2004.

DUETE, R. R. et. al., Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (^{15}N) pelo milho em latossolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. n. 32, p. 161-171, 2008.

EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos...** Brasília, 2 ed. 306 p. 2006.

EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural), **Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina-CLIMERH**. Estação Agrometeorológica de Lages SC, 2015.

ESPINDULA, M. C. et al. Rates of nitrogen and growth retardant trinexapac-ethyl on wheat. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 14, n. 12, p. 2045-2052, dez. 2011.

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, Newark, v. 88, p. 97-185, 2005.

FAGHERAZZI, M. M. **Respostas morfo-agronômicas do milho à aplicação de trinexapac-ethyl em diferentes estádios fenológicos e doses de nitrogênio**. Dissertação

(Mestrado em Produção Vegetal) Universidade do Estado de Santa Catarina, 2015.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2ª ed. Guaíba: Agropecuária, 2004. 360 p.

FANCELLI, A. L. Fisiologia, nutrição e adubação do milho para alto rendimento. In: SIMPÓSIO DE ROTAÇÃO SOJA/MILHO NO PLANTIO DIRETO, 2000. Piracicaba. **Anais...** Disponível em <<http://pt.scribd.com/doc/91808691/Anais-Antonio-Luiz-Fancelli-2>>. Acesso em 18 jun. 2014.

FERNANDES, F. C. S. **Dinâmica do nitrogênio na cultura do milho, em cultivo sucessivo com aveia preta, sob implantação do sistema plantio direto**. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 198 p. 2006.

FERNANDES, F.C. S.; LIBARTI, P.L. Percentagem de Recuperação de Nitrogênio Pelo Milho, Para Diferentes Doses e Parcelamentos do Fertilizante Nitrogenado. **Revista Brasileira do Milho e Sorgo** v. 6, n 3 p. 285-296, 2007.

GOES, R. J. et. al. Características Agronômicas e produtividade do milho sob fontes e doses de nitrogênio em cobertura de inverno. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 3, p. 250-259, 2013.

HAWERROTH, M. C. et al. Redução do acamamento em aveia-branca com uso do regulador de crescimento etil trinexapac. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 2, p. 115-125, fev. 2015.

KAPPES, C. et al. Uso de regulador de crescimento no desenvolvimento e produção de crotalária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 41, n. 4, p. 508-518, 2011.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 1 ed., Ed. Guanabara Koogan, 472 p., 2004.

LAMAS, F. M. Estudo comparativo entre cloreto de mepiquat e cloreto de chlormequat aplicados no algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. v. 36, n. 2, p. 265-272, fev. 2011.

LANGE, A. **Manejo da Adubação nitrogenada na cultura do milho após cultivo da soja em sistema de plantio direto no Cerrado**. 2006. 138 p. Tese (Doutorado em Ciências) Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP.

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

LOPES, N. F.; LIMA, M. G. S. **Fisiologia da Produção**. Viçosa, 1º edição, 492 p., 2015.

LOZANO, C. M.; LEADEN, M. I. Novedades sobre el uso de reguladores de crecimiento em trigo. Jornadas de actualización professional: Trigo 2001, p. 34-35, 2001.

MAY, A. et al. Fito-hormônios no desenvolvimento vegetativo e germinação das sementes de sorgo sacarino. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v. 12, n. 1, p. 33-43, 2013.

MÔRO, G. V.; FRITSCHÉ-NETO, R. Importância e usos do milho no Brasil. In: BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.;

MUNDSTOCK, C. M.; SILVA, P. R. **Manejo da cultura do milho para alto rendimento de grãos**. Porto Alegre, 2005. Disponível em: <
<http://www.ciencialivre.pro.br/media/3f126a5cbc9ed337ffff81ebffffd524.pdf>>. Acesso em 11 jun. 2014.

PIMENTEL, M. A. **Milho do plantio à colheita**. 1º edição, Viçosa, p. 9-25, 2015.

OKUMURA, R. S.; MARIANO, D. C.; ZACCHEO, P. V. C.; Uso de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho: uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**. Guarapuava. v. 4, n. 2, p. 226-244, 2011.

OLIVEIRA, J. G. R.; BARBOSA, G. M. C.; TAVARES FILHO, J.; TORRES, E. C. Perda de solo e água e riscos ambientais da concentração de nutrientes no escoamento superficial em solo cultivado no sistema de plantio direto e submetido a adubações orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 8, n. 1, p. 93-112, 2015.

PAES, M.C.D. **Aspectos fisiológicos, químicos e tecnológicos do grão de milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Versão Eletrônica, 1 ed. ISSN 1679-1150. 2006. Disponível em: <
http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2006/circular/Circ_75.pdf>. Acesso em 25 jun. 2014.

PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz De Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003.

PECKOWSKI, L. H.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E. C. Nitrogênio e redutor de crescimento em trigo de alta

produtividade. **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 31, n. 3, p. 437-439, 2009.

PRICINOTTO, L. F.; ZUCARELLI, C. Paclobutrazol no crescimento e desempenho produtivo da soja sob diferentes densidades de semeadura. **Revista Caatinga**. v. 27, n. 4, p. 65-74, 2014.

PRINCINOTTO, L.F.; ZUCARELI, C.; BATISTA, I.C.; OLVEIRA, M.A.; FERREIRA, A.S.; SPOLAOR, L.T. Trinexpac-ethyl in the vegetative and reproductive performace of corn. **African Journal of Agricultural Research**, v.10, p.1735-1742, 2015.

QUEIROZ, A. M. et al. Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea mays*). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo** v. 10, n. 3, p. 257-266, 2011.

RIBEIRO, N. A.; CASA, R. T.; BOGO, A.; SANGOI, L. MORERA, E. N.; WILLE, L. A. Incidência de podridões de colmo, grãos ardidos e produtividade de grãos de genótipos de milho em diferentes sistemas de manejo. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1003-1009, 2005.

RITCHIE, S. W. et al. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p. (Special Report, 48).

REIS, E. M.; CASA, R. T. **Manual de identificação e controle de doenças do milho**. Passo fundo: Aldeia Norte, 80p. 1996

REIS, E. M.; CASA, R. T. **Manual de identificação e controle de doenças do milho**. Passo fundo: Aldeia Norte, 80p. 1996

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

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; LECH, V. A.; GRACIETTI, L. C.; RAMPAZZO, C. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 58, p.271-276, 2001.

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

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. Ecofisiologia e estádios fenológicos. In: FILHO, J. A. W.; ELIAS, H. T. **A Cultura do milho em Santa Catarina**, 2ª edição, Florianópolis, p. 46-113, 2012.

SANTOS, M. M. et. al., Efeito da fonte de nitrogênio e da época de aplicação na cultura do milho, em plantio direto, com espaçamento reduzido. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 1, p. 29-37, 2011.

SCHERER, E. E. Calagem e adubação da cultura do milho. In: FILHO, J. A. W.; ELIAS, H. T. **A Cultura do milho em Santa Catarina**, 2ª edição, Florianópolis, p.7-45, 2012.

SCHLICHTING, A. F. **Cultura do milho submetida a tensões de água no solo e doses de nitrogênio**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Mato Grosso, 2012.

SILVA, E. C.; FERREIRA, S. M.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L.; GUIMARÃES G. L. Épocas e forma de aplicação de

nitrogênio no milho sob plantio direto em solo do cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 29, p. 725-733, 2005.

SOUZA, C. A. Efeito de redutores de crescimento sobre atributos morfológicos da planta e componentes de rendimento em milho. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 22, 2012, Lages. **Anais...** Lages: Universidade do Estado de Santa Catarina – Centro de Ciências Agroveterinárias, 2012. P. 58, 2012.

SOUZA, C. A. et al. Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento. **Bioscience Journal**. v. 29, n. 3, p. 634-643, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5 ed. Porto Alegre. 918 p. 2013.

TESTA, V. M.; SILVESTRO, M. L. Situação e perspectivas socioeconômicas para o milho. In: FILHO, J. A. W.; ELIAS, H. T. **A Cultura do milho em Santa Catarina**, 2ª edição, Florianópolis, p.7-45, 2012.

TOLLENAAR, M. Is low plant density a stress in maize? **Maydica**, Bergamo, v. 37, p. 305-311, 1992.

USDA (United States Department of Agriculture). **Notícias agrícolas**. 2014. Disponível em: <<http://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/usda/>>. Acesso em: 17 set. 2015.

VERGUTZ, L.; NOVAIS, R. F. Recomendação de corretivos e adubação. In: BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. **Milho do plantio à colheita**. 1ª edição, Viçosa, p. 9-25, 2015.

VON PINHO, R. G.; SANTO, A.; VON PINHO, I. V. Botânica do milho. In: BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. **Milho do plantio à colheita**. 1º edição, Viçosa, p. 26-49, 2015.

WORDELL FILHO, J.; SPAGNOLLO, E. Sistema de cultivo e doses de nitrogênio na sanidade e no rendimento do milho. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 43, n. 2, p. 199-205, 2013.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho? **Informações Agronômicas Potafos**. n. 91 set. 2000. Disponível em:<[http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/5C3D0036819B5ACA83257AA300696601/\\$FILE/Page1-5-91.pdf](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/5C3D0036819B5ACA83257AA300696601/$FILE/Page1-5-91.pdf)> Acesso em 29 out, 2015.

ZAGONEL, J. VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P.; TANAMATI, H. Doses de nitrogênio e densidades de plantas com e sem um regulador de crescimento afetando o trigo, cultivar OR-1. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 25-29, 2002.

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**. v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007.

ZAGONEL, J.; FERREIRA, C. Doses e épocas de aplicação de regulador de crescimento em híbridos de milho. **Planta Daninha**, Viçosa – MG, v. 31, n. 2, p. 395-402, 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**, v. 164 p. 82-89, 2014.

3 APÊNDICES

Apêndice 1 – Valores de F segundo a análise de variância para as variáveis estatura de plantas e altura de inserção de espigas. Lages, SC, 2014/2015.

Fonte de Variação	G. L.	Est. Após 1 ^a aplicação	Est. Após 2 ^a Aplicação	Est. Final	Ins. de Espiga
Híbrido (fator a)	1	11,9038*	23,8739**	7,5291 ns	132,8451**
Erro A	4				
Doses de N (fator B)	3	4,7066*	17,7542**	7,9349**	8,5004**
Interação AB	3	0,0928 ns	0,2177 ns	0,3166 ns	2,2767 ns
Erro B	12				
Reg. de Crescimento (fator C)	1	0,1762 ns	7,5025*	6,8271*	0,0863 ns
Interação AC	1	2,0574 ns	0,0216 ns	0,0847 ns	0,1160 ns
Interação BC	3	3,0227 ns	0,3853 ns	2,2327 ns	1,5085 ns
Interação ABC	3	1,2341 ns	1,3672 ns	1,6026 ns	1,6422 ns
Erro C	16				
Total	47				

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 = p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

Apêndice 2 - Valores de F segundo a análise de variância para as variáveis número total de folhas, número de folhas verdes e senescidas no espigamento. Lages, SC. 2014/2015

Fonte de Variação	G. L.	Número Total de Folhas	Número de Folhas Verdes	Número de Folhas Senescidas
Híbrido (fator a)	1	444,0830**	83,3143**	125,9724**
Erro A	4			
Doses de N (fator B)	3	0,9977 ns	59,1761**	73,7708**
Interação AB	3	1,8476 ns	1,3435 ns	0,6185 ns
Erro B	12			
Reg. de Crescimento (fator C)	1	0,2762 ns	0,1081 ns	0,0638 ns
Interação AC	1	0,0994 ns	0,0480 ns	0,5745 ns
Interação BC	3	0,6888 ns	0,1802 ns	0,7447 ns
Interação ABC	3	1,1013 ns	0,6807 ns	2,9574 ns
Erro C	16			
Total	47			

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 = < p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

Apêndice 3 – Valores de F segundo a análise de variância para as variáveis índice de área foliar e teor de clorofila da folha índice. Lages, SC, 2014/2015.

Fonte de Variação	G. L.	Índice de Área Foliar	Teor de Clorofila
Híbrido (fator a)	1	16,5658*	1,3345 ns
Erro A	4		
Doses de N (fator B)	3	47,5969**	153,8135**
Interação AB	3	1,8236 ns	4,8123*
Erro B	12		
Reg. de Crescimento (fator C)	1	1,5969 ns	0,2384 ns
Interação AC	1	0,1358 ns	0,3167 ns
Interação BC	3	0,1376 ns	1,0065 ns
Interação ABC	3	1,3042 ns	0,8010 ns
Erro C	16		
Total	47		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 = < p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

Apêndice 4 – Valores de F segundo a análise de variância para as variáveis percentagem de plantas acamadas e quebradas, diâmetro de colmos, percentagem de colmos doentes e grãos ardidos. Lages, SC, 2014/2015.

Fonte de Variação	G. L.	Acamadas e Quebradas	Diâmetro de Colmos	Colmos Doentes	Grãos Ardidos
Híbrido (fator a)	1	0,7096 ns	33,7689**	48,3129**	43,9401**
Erro A	4				
Doses de N (fator B)	3	0,6321 ns	18,2003**	27,7492**	0,8437 ns
Interação AB	3	1,5286 ns	2,4922 ns	1,1931**	0,7847 ns
Erro B	12				
Reg. de Crescimento (fator C)	1	1,0364 ns	1,1810 ns	11,2122**	0,1854 ns
Interação AC	1	0,1799 ns	7,6890*	0,1431 ns	0,3362 ns
Interação BC	3	0,3251 ns	1,1804 ns	0,1107 ns	0,2847 ns
Interação ABC	3	1,0472 ns	0,6460 ns	0,6751 ns	0,1189 ns
Erro C	16				
Total	47				

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 = p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

Apêndice 5 – Valores de F segundo a análise de variância para as variáveis rendimento de grãos e componentes do rendimento. Lages, SC, 2014/2015.

Fonte de Variação	G. L.	Rendimento de Grãos	Massa de Mil Grãos	Grãos por Espiga	Espigas por Planta
Híbrido (fator a)	1	44,6986**	146,8780**	0,4258 ns	1,2678 ns
Erro A	4				
Doses de N (fator B)	3	145,1990**	33,6004**	57,5208**	26,5505**
Interação AB	3	0,7057 ns	1,6407 ns	0,3607 ns	0,3390 ns
Erro B	12				
Reg. de Crescimento (fator C)	1	6,5871*	9,5083**	1,4175 ns	0,0265 ns
Interação AC	1	1,2259 ns	0,5223 ns	1,3705 ns	0,1282 ns
Interação BC	3	0,9481 ns	2,9506 ns	0,9943 ns	1,2412 ns
Interação ABC	3	0,4526 ns	3,1463 ns	0,3307 ns	1,4841 ns
Erro C	16				
Total	47				

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 = p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

Apêndice 6 – Valores de F segundo a análise de variância para as variáveis diferença entre estatura final de planta e inserção de espiga e eficiência de uso do nitrogênio. Lages, SC, 2014/2015.

Fonte de Variação	G. L.	Dif. Est.	
		Final e Ins. Esp.	Ef. De Uso do N
Híbrido (fator a)	1	235,0986**	0,8205 ns
Erro A	4		
Doses de N (fator B)	3	2,4240 ns	80,3110**
Interação AB	3	0,6924 ns	0,8033 ns
Erro B	12		
Reg. de Crescimento (fator C)	1	14,3669**	1,3556 ns
Interação AC	1	0,6413 ns	0,0756 ns
Interação BC	3	2,3109 ns	0,3825 ns
Interação ABC	3	0,0738 ns	0,0824 ns
Erro C	16		
Total	47		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 = < p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)