



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO EM AGRONOMIA

MARIA REGINA VIEIRA DA ROCHA

TRINEXAPAC-ETHYL SOBRE PARÂMETROS VEGETATIVOS DE PLANTAS E
VIABILIDADE DE SEMENTES DE *Urochloa brizantha* cv. MARANDU.

Presidente Prudente - SP
2020

MARIA REGINA VIEIRA DA ROCHA

**TRINEXAPAC-ETHYL SOBRE PARÂMETROS VEGETATIVOS DE PLANTAS E
VIABILIDADE DE SEMENTES DE *Urochloa brizantha* cv. MARANDU.**

Dissertação apresentada à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade do Oeste Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Dr.^a Ceci Castilho Custódio

Co-Orientador: Dr.^o Tiago Aranda Catuchi

631.521
R672t

Rocha, Maria Regina Vieira da
Trinexapac-ethyl sobre parâmetros vegetativos de plantas e viabilidade de sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. / Maria Regina Vieira da Rocha – Presidente Prudente, 2020.
64f.: il.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade do Oeste Paulista – Unoeste, Presidente Prudente, SP, 2020.

Bibliografia.

Orientador: Ceci Castilho Custódio

Co-orientador: Tiago Aranda Catuchi

1. Brachiaria 2. forrageiras tropicais 3. fitoreguladores 4. produção de sementes. I. Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

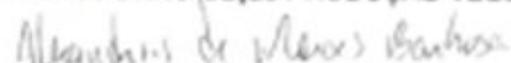
TÍTULO: "TRINEXAPAC-ETHYL SOBRE PARÂMETROS VEGETATIVOS DE PLANTAS
E VIABILIDADE DE SEMENTES DE *Urochloa brizantha* cv. MARANDU."

AUTOR(A): MARIA REGINA VIEIRA DA ROCHA

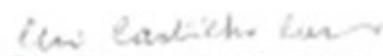
ORIENTADOR(A): CECI CASTILHO CUSTÓDIO

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE em
AGRONOMIA

Área de Concentração PRODUÇÃO VEGETAL, pela Comissão Examinadora:


Dr. Alexandrino de Moraes Barbosa

UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)


Dra. Ceci Castilho Custódio

UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista / Presidente Prudente (SP)


Dr. João Menezes de Souza Neto

CDRS - Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável / Presidente Prudente (SP)

Data da realização: Presidente Prudente, 28 de setembro de 2020.

DEDICATÓRIA

Aos meus filhos,

Rafael e Sofia, a melhor parte de mim, que o exemplo de trabalho e estudo seja uma
inspiração a vocês.

Aos meus pais,

Dorberto e Rosana, aqueles me ensinaram o que não se aprende nas escolas,
formando quem eu sou.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela Vida que ele me deu. Por me dar forças para vencer todos os obstáculos que encontrei e com eles me fazer mais forte.

A minha orientadora Ceci Castilho Custódio por toda paciência e empenho na orientação deste trabalho, por fazer parte da realização desse sonho.

Ao meu coorientador Tiago Aranda Catuchi, com todo seu conhecimento prático me deu todo suporte necessário para o desenvolver o experimento no campo.

A antiga Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI, atualmente Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável - CDRS por permitir a realização do curso de mestrado.

A Empresa Sementes Gasparim por fornecer as sementes necessárias para o experimento.

Ao viveiro Pontal Flora que disponibilizou sua infraestrutura e permitiu o desenvolvimento do experimento.

Ao meu grande amigo Yukishigue Okada (Tiguinho), por me ajudar nas contagens e medições, por muitas e muitas vezes, por horas e horas, e na pessoa dele agradeço a todos os funcionários do viveiro que contribuíram, direta e indiretamente para o desenvolvimento do meu experimento.

A minha amiga Sandra Ferreira, por me ajudar nas análises laboratoriais e na sua pessoa agradeço a todas as funcionárias do Laboratório de Sementes da UNOESTE.

Ao meu noivo, Júlio César Thoaldo Romeiro, por toda paciência, apoio e incentivo na finalização dessa dissertação.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – (Brasil) CAPES – Código de Financiamento 001”.

*“A vida vem lá de longe
É como se fosse um rio
Pra rio pequeno canoa
Pros grandes rios navios
E bem lá no fim de tudo
Começo de outro lugar
Será como Deus quiser
Como o destino mandar”
(Almir Sater)*

RESUMO

Trinexapac-ethyl sobre parâmetros vegetativos de plantas e viabilidade de sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Na produção de sementes de forrageiras é comum o acamamento da planta devido ao alongamento da haste reprodutiva, interferindo diretamente na qualidade das sementes que ficam em contato direto com o solo, além de dificultar a colheita uma vez que toda a massa vegetal deve ser ceifada e enleirada para que ocorra a colheita da semente que já passou pela degrana natural e encontra-se no chão. A redução do porte da planta e do alongamento da haste reprodutiva além de reduzir o acamamento modifica do dossel da planta aumentando o aproveitamento da incidência luminosa sobre a mesma. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de doses e épocas de aplicação do regulador de crescimento trinexapac-ethyl no crescimento de plantas e na viabilidade de sementes da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu. O experimento foi dividido em dois ensaios em delineamento inteiramente casualizado desenvolvidos nos anos de 2017/2018, conduzidos em vasos, no viveiro de mudas Pontal Floral localizado no município de Presidente Venceslau/SP. Avaliaram-se os efeitos de doses de trinexapac-ethyl nas fases vegetativa e reprodutiva, aplicando-se o produto comercial fracionado e não fracionado nas doses de 0, 200, 400 e 800 g ia ha⁻¹. As avaliações se deram em parâmetros vegetativos (número de perfilhos, número de nós por perfilho, número de folhas por perfilho, altura 120 dias após a emergência, altura final, índice de velocidade de crescimento e comprimento do entrenó), bem como nos parâmetros reprodutivos (teste de tetrazólio, porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação). Para todos os ensaios, os resultados foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e os resultados indicaram que no ensaio um a aplicação de 200 g ia ha⁻¹ em dose única aplicada na fase de alongamento de colmo apresentou maior número de perfilho comparado com os demais tratamentos e maior massa seca por vaso comparado ao controle. No ensaio dois a aplicação realizada na fase de desenvolvimento da planta, aplicação parcelada totalizando 800 g ia ha⁻¹ apresentou resultados positivos referente ao número de perfilhos, número de folhas por perfilhos e massa seca por vaso. Não houve interferência na viabilidade da semente em nenhum dos tratamentos realizados. A germinação foi maior apenas na dose mais elevada, porém é necessário mais estudo a fim de confirmar a influência do produto sobre a mesma. De posse dos resultados, conclui-se que o ingrediente ativo trinexapac-ethyl interfere nos parâmetros de crescimento das plantas, porém determinar a dose exata combinada com a época de aplicação é fundamental para que os resultados obtidos sejam os desejados.

Palavras-chave: *Brachiaria*, forrageiras tropicais, fitoreguladores, produção de sementes, regulador de crescimento, Moddus, braquiária.

ABSTRACT

Trinexapac-ethyl on plant vegetative parameters and seed viability of *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

In the production of forage seeds, the lodging of the plant is common due to the elongation of the reproductive stem, directly interfering in the quality of the seeds that are in direct contact with the soil, in addition to making harvesting difficult since the entire vegetable mass must be harvested and muddy so that the seed can be harvested, which has already gone through the natural degreasing and is found on the ground. Reducing the size of the plant and the lengthening of the reproductive stem, in addition to reducing the lodging changes the canopy of the plant, increasing the use of the light incidence on it. This study aimed to evaluate the effects of doses and application times of the growth regulator trinexapac-ethyl on plant growth and seed viability of forage *Urochloa brizantha* cv. Marandu. The experiment was divided into two trials in a completely randomized design developed in the years 2017/2018, conducted in pots, in the seedling nursery Pontal Floral located in the municipality of Presidente Venceslau / SP. The effects of doses of trinexapac-ethyl in the vegetative and reproductive phases were evaluated by applying the fractionated and unfractionated commercial product at doses of 0, 200, 400 and 800 g ai ha⁻¹. The evaluations took place in vegetative parameters (number of tillers, number of nodes per tiller, number of leaves per tiller, height 120 days after emergence, final height, growth speed index and internode length), as well as reproductive parameters (tetrazolium test, germination percentage and germination speed index). For all tests, the results were compared by Tukey's test at the level of 5% probability and the results indicated that in test one, the application of 200 g ai ha⁻¹ in a single dose applied in the stem elongation phase showed a higher number tiller compared to other treatments and greater dry mass per pot compared to control. In test two, the application carried out in the plant development phase, application in installments totaling 800 g ia ha⁻¹ showed positive results regarding the number of tillers, number of leaves per tillers and dry mass per pot. There was no interference in the viability of the seed in any of the treatments performed. Germination was higher only at the highest dose, but further study is needed to confirm the product's influence on it. With the results in mind, it is concluded that the active ingredient trinexapac-ethyl interferes with the growth parameters of the plants, however determining the exact dose combined with the time of application is essential for the results obtained to be the desired ones.

Keywords: *Brachiaria*, tropical pasture, phyto regulators, seed production, growth regulator, Moddus, braquiária.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Vista geral da localização do viveiro comercial de mudas Pontal Flora, localizado no município de Presidente Venceslau/SP. Fonte: Google Earth.....	24
Figura 2: Vista aproximada do viveiro comercial de mudas Pontal Flora, localizado nas coordenadas geográficas 21° 53' 30.97"S e 51° 52' 58.75"O, altitude de 457m, no município de Presidente Venceslau/SP. Fonte: Google Earth.	25
Figura 3: Gráfico de precipitação, temperaturas máximas, mínimas e médias para região de Presidente Prudente, no período de desenvolvimento do experimento (Unoeste, 2020).	25
Figura 4: Épocas de aplicação do produto trinexapac-ethy de acordo com o desenvolvimento da <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu na escala Zadoks ensaio um.....	28
Figura 5: Épocas de aplicação do produto trinexapac-ethy de acordo com o desenvolvimento da <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu na escala Zadoks Ens2	28
Figura 6: Identificação dos perfilhos através de cores para acompanhamento dos parâmetros vegetativos e produtivos nos ensaios 1 e 2.....	30
Figura 7: Haste reprodutiva envolvida com tule para recolhimento da semente.	31
Figura 8: Disposição das sementes em caixas plásticas para realização do teste de germinação.....	33
Figura 9: Plântulas de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu germinadas em caixas plásticas no teste de germinação	34
Figura 10: Corte da semente de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu longitudinalmente com lâmina de aço, para o teste de tetrazólio	35
Figura 11: Sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu lavadas após o banho maria, teste de tetrazólio	35
Figura 12: Sementes de <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu submetidas ao teste de tetrazólio (A-Viável; B-Não viável).....	36
Figura 13: Curva de crescimento do primeiro perfilho observado e acompanhado (perfilho vermelho), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens1.	42
Figura 14: Curva de crescimento do segundo perfilho observado e acompanhado (perfilho branco), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens1.	43
Figura 15: Curva de crescimento do terceiro perfilho observado e acompanhado (perfilho azul), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens1.	44

Figura 16: Curva de crescimento do quarto perfilho observado e acompanhado (perfilho rosa), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens1.	45
Figura 17: Curva de crescimento do quinto perfilho observado e acompanhado (perfilho amarelo), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens1.	46
Figura 18: Curva de crescimento da média dos cinco perfilhos observados e acompanhados, submetidos à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens1.	48
Figura 19: Curva de crescimento do primeiro perfilho observado e acompanhado (perfilho vermelho), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens2.	49
Figura 20: Curva de crescimento do segundo perfilho observado e acompanhado (perfilho branco), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens2.	50
Figura 21: Curva de crescimento do terceiro perfilho observado e acompanhado (perfilho azul), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens2.	51
Figura 22: Curva de crescimento do quarto perfilho observado e acompanhado (perfilho rosa), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens2.	52
Figura 23: Curva de crescimento do quinto perfilho observado e acompanhado (perfilho amarelo), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens2.	53
Figura 24: Curva de crescimento da média dos cinco perfilhos observados e acompanhados, submetidos à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens2.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores médios dos principais atributos químicos do solo utilizado para preenchimento dos vasos no início do experimento.....	26
Tabela 2: Descrição dos estágios de desenvolvimento da planta com épocas de aplicação do produto Trinexapac-ethyl de acordo com a escala Zadoks. 27	
Tabela 3: Descrição dos tratamentos de acordo com doses e épocas de aplicação do produto trinexapac-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu no Ens1.	29
Tabela 4: Descrição dos tratamentos de acordo com doses e épocas de aplicação do produto trinexapac-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu no Ens2.	29
Tabela 5: Resultados médios do número de perfilhos (NP), número de nós por perfilho (NN), número de folhas por perfilho (NF), altura 120 dias após a emergência (A120) e final (AF), índice de velocidade de crescimento da lâmina foliar (IVC), comprimento do entrenó (CE), massa da matéria seca do perfilho (MSP) e massa da matéria seca por vaso (MSV) avaliados após a aplicação do regulador de crescimento trinexapac-ethyl a partir do estágio reprodutivo da planta no Ens1.	39
Tabela 6: Resultados médios do número de perfilhos (NP), número de nós por perfilho (NN), número de folhas por perfilho (NF), altura 120 dias após a emergência (A120) e final (AF), índice de velocidade de crescimento da lâmina foliar (IVC), comprimento do entrenó (CE) , massa da matéria seca do perfilho (MSP) e massa da matéria seca por vaso (MSV) avaliados após a aplicação do regulador de crescimento trinexapac-ethyl nos estágios fenológicos Zadoks GS13, GS31/32 e GS39 no Ens2.....	40
Tabela 7: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do primeiro perfilho acompanhado (perfilho vermelho), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens1.....	43
Tabela 8: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do segundo perfilho acompanhado (perfilho branco), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens1.....	44
Tabela 9: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do terceiro perfilho acompanhado (perfilho azul), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens1.	45
Tabela 10: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do quarto perfilho acompanhado (perfilho rosa), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens1.	46

Tabela 11: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do quinto perfilho acompanhado (perfilho amarelo), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens1.....	47
Tabela 12: Parâmetros do modelo logístico para altura média de plantas dos cinco perfilhos acompanhados, submetidos à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens1.....	48
Tabela 13: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do primeiro perfilho acompanhado (perfilho vermelho), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens2.	50
Tabela 14: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do segundo perfilho acompanhado (perfilho branco), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens2.	51
Tabela 15: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do terceiro perfilho acompanhado (perfilho azul), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens2.	52
Tabela 16: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do quarto perfilho acompanhado (perfilho rosa), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens2.	53
Tabela 17: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do quinto perfilho acompanhado (perfilho amarelo), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens2.....	54
Tabela 18: Parâmetros do modelo logístico para altura média de plantas dos cinco perfilhos acompanhados, submetidos à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de <i>U. brizantha</i> cv. Marandu, no Ens2.	56
Tabela 19: Resultados médios do teste de tetrazólio (TZ), porcentagem de germinação (GE) e índice de velocidade de germinação (IVG) avaliados após a aplicação do regulador de crescimento trinexapac-ethyl a partir do estágio reprodutivo da planta no Ens1.	57
Tabela 20: Resultados médios do teste de tetrazólio (TZ), porcentagem de germinação (GE) e índice de velocidade de germinação (IVG) avaliados após a aplicação do regulador de crescimento trinexapac-ethyl nos estágios fenológicos Zadoks GS13, GS31/32 e GS39 no Ens2.....	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1	Importância da <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu na agropecuária nacional	17
2.2	Importância econômica da produção de sementes de pastagens	18
2.3	Uso de reguladores de crescimento para redução do acamamento	19
2.4	Resultados da aplicação de trinexapac-ethyl em plantas	20
3	OBJETIVO	23
4	MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1	Caracterização da área experimental	24
4.2	Caraterização química e descrição do solo utilizado.....	26
4.3	Correção química do solo e adubações.....	26
4.4	Descrição da cultivar utilizada	26
4.5	Delineamento experimental.....	27
4.6	Avaliações realizadas	31
4.6.1	Parâmetros vegetativos.....	31
4.6.2	Parâmetros produtivos	32
4.7	Análise Estatística.....	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1	Parâmetros vegetativos	38
5.2	Curva de crescimento dos perfilhos.....	42
5.3	Parâmetros reprodutivos	56
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
7	CONCLUSÃO	60
	REFERÊNCIAS.....	61

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um País com vocação agropecuária por dispor de clima, solo, conhecimento e tecnologia responsáveis por elevá-lo a condição de um dos principais produtores de proteínas vegetal e animal do mundo. Com cerca de 115 milhões de hectares de pastagens cultivadas, sua pecuária via de regra é classificada como extensiva, ou seja, utiliza como base extensas áreas de pastagens para produção de carne e/ou leite. Desse total, aproximadamente 76,4 milhões de hectares em 2013 foram cultivados com capim Marandu (EMBRAPA, 2014), demonstrando a importância da espécie na sustentabilidade do sistema produtivo agropecuário nacional.

Atualmente o comércio de sementes forrageiras apresenta grande desenvolvimento, exportando pouco mais de 9 mil toneladas de sementes para mais de 20 países com movimentação anual de US\$ 34.849.673,00 de acordo com dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (BRASIL, 2020). Para se ter uma ideia da evolução deste mercado, os dados oficiais datados do ano de 2000 totalizaram aproximadamente 5 mil toneladas de sementes de pastagens tropicais e movimentação financeira de US\$ 13.548.326,00; e o cultivar Marandu representa em média 35% das sementes de forrageiras exportadas (EMBRAPA, 2014).

Com este aumento da demanda de sementes de forrageiras tropicais no Brasil, faz-se necessário o aprimoramento de tecnologias já estabelecidas para produção das mesmas (NOVEMBRE *et al.*, 2006). De acordo com Souza (2001) a produção comercial de sementes forrageiras apresenta um histórico de manipulação genética e agrônômica e apesar da grande importância da produção de sementes no país, a qualidade das sementes produzidas do gênero *Urochloa spp.* é variável e os investimentos em pesquisa nesta área são escassos (DIAS; ALVES, 2008).

Sendo o Brasil uma referência mundial na produção de sementes de forrageiras tropicais, torna-se de suma importância o estudo de tecnologias que possam subsidiar a produção a fim de alcançar maiores produtividades, sementes com melhores atributos físicos, fisiológicos e sanitários de qualidade, visando oferecer ao mercado materiais genéticos mais puros e viáveis à implantação de novas pastagens ou reformas de pastos já implantados em algum estágio de degradação.

A espécie *Urochloa brizantha* é susceptível ao acamamento principalmente na fase reprodutiva quando ocorre o alongamento da haste reprodutiva. O termo acamamento de planta refere-se à curvatura do caule em direção ao solo, causada pela massa de água acumulada nas espigas maduras, ventos, baixa resistência do colmo, entre outros fatores, permitindo o contato da semente com o solo e desta forma, reduzindo a qualidade da mesma (ESPINDULA *et al.*, 2010). Zangonel e Fernandes (2007) avaliando doses e épocas de aplicação de redutor de crescimento afetando cultivares de trigo combinadas com duas doses de nitrogênio observou que o acamamento compromete a produtividade e qualidade das sementes de trigo, além de deixarem as espigas mais próximas do solo na fase de maturação, o que em ambiente úmido provoca a diminuição do peso hectolítrico, germinação ou apodrecimento do mesmo.

O uso de reguladores de crescimento é uma estratégia para diminuir o tamanho das plantas e reduzir o problema de acamamento em culturas de importância econômica (FIALHO *et al.*, 2009). Diante deste contexto a aplicação do regulador de crescimento trinexapac-ethyl pode reduzir o crescimento vegetativo da planta, aumentar a incidência de luz no dossel vegetal potencializando a atividade fotossintética e conseqüentemente a produtividade e qualidade da semente, tornando a planta mais resistente ao acamamento característico da espécie em questão. Desta forma o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de doses e épocas de aplicação do regulador vegetal trinexapac-ethyl no crescimento de plantas e na viabilidade de sementes da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância da *Urochloa brizantha* cv. Marandu na agropecuária nacional

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizou o censo agropecuário no ano de 2017, consolidando os dados nacionais dois anos depois e apontou que a área brasileira cultivada é de 351,3 milhões de hectares. Destes, aproximadamente 159,5 milhões de hectares são destinados às pastagens, divididas nos grupos de pastagens naturais com 47,3 milhões de hectares ou 30% do total, enquanto as pastagens cultivadas em boas condições perfazem o total de 100,3 milhões de hectares (63%) frente a pouco mais de 11 milhões de hectares de pastagens cultivadas em más condições ou 7% do total (IBGE, 2019).

Quando se fala em pastagens cultivadas, especial destaque no Brasil deve ser dado às forrageiras do gênero *Urochloa spp.* (*Syn. Brachiaria*). As espécies deste gênero vêm ganhando mercado quando comparadas a outras forrageiras, principalmente pela rusticidade que permite se adaptar em várias condições de clima e solo (CARDOSO *et al.*, 2014). Considerando que a pecuária nacional se caracteriza pelo sistema extensivo de produção bovina, ou seja, utiliza como base para produção de proteína animal extensas áreas de pastagens e na maioria dos casos com baixa tecnologia de produção, utilizar forrageiras que se adaptam a condições adversas principalmente de atributos físicos e químicos do solo é de fundamental importância para tornar o sistema produtivo vantajoso economicamente e eficiente tecnicamente (FONSECA; MARTUSCELLO, 2010; PAULINO *et al.*, 2011).

Das várias espécies utilizadas dentro do gênero das braquiárias, *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster se tornou a mais relevante, com destaque para o cultivar Marandu, amplamente difundido a partir de sua liberação para comércio pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), de acordo com Ribeiro Júnior *et al.* (2017).

A forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu foi lançada no Brasil no ano de 1984 e apresenta alta produção e qualidade de forragem, elevada resposta à adubação, boa produção de semente e cobertura do solo, além de competição com invasoras, estabelecimento rápido, resistência às principais espécies de cigarrinhas típicas de pastagens, porém com baixa adaptação a solos mal drenados (COSTA,

2014). Além disso, a espécie é muito susceptível ao acamamento principalmente na fase reprodutiva quando ocorre o alongamento da haste reprodutiva, característica que dificulta a produção de sementes para distribuição e venda.

Apesar de sua rusticidade, exige solos bem drenados, de média a alta fertilidade podendo alcançar patamares produtivos de 8 a 20 Mg de matéria seca ha⁻¹ ano⁻¹ (SILVA *et al.*, 2005) quando bem nutrida e manejada. Do ponto de vista nutritivo, possui boas características de digestibilidade e teores médios de 8% de proteína bruta, indicada para bovinos de cria, recria e engorda. Também é bem aceita por bubalinos, ovinos e caprinos; em sistemas de pastejo extensivo, intensivo, rotacionado, produção de feno e/ou silagem.

A cultivar *U. brizantha* cv. Marandu conta com aproximadamente 51,4 milhões de hectares cultivados, a grandeza do número retrata a hegemonia desta cultivar na pecuária brasileira. A tecnologia proporciona maior lotação, ganho de peso, maior produção de leite e menor risco de quebra de produção devido ao ataque de cigarrinha-das-pastagens. Nota-se uma tendência de parte das pastagens degradadas cultivadas há anos com a cultivar Marandu ser recuperada com a mesma gramínea aumentando expressivamente sua capacidade produtiva (EMBRAPA, 2014).

2.2 Importância econômica da produção de sementes de pastagens

A produção de sementes de forrageiras tropicais, iniciada nos anos 1970, foi profissionalizada nas últimas décadas e hoje o Brasil detém a posição de maior produtor, maior consumidor e maior exportador mundial (VERZIGNASSI *et al.*, 2008). Segundo Peske (2016) o Brasil possui somente cinco milhões com forrageiras de clima temperado.

Na safra 2017/2018 a produção de sementes de forrageira representou a quarta maior participação no Brasil, somando as cinco principais espécies de forrageiras tropicais, um total de 294 mil toneladas em uma área de 233 mil hectares (ANUÁRIO ..., 2018).

Considerando que 63% das pastagens exploradas são cultivadas, que a área total brasileira ocupada com pastagens perfaz 159,5 milhões de hectares de acordo com dados do IBGE (IBGE, 2019), resultando em aproximadamente 100,5 milhões de hectares com pastagens cultivadas, área está superior a qualquer cultura

agrícola ou florestal do Brasil, e ainda, segundo Lupatini (2010), todos os anos cerca de oito milhões de hectares de pastagens brasileiras são reformadas e mais quatro milhões de hectares são utilizados na integração lavoura pecuária floresta (Peske, 2016), o mercado de sementes de forrageiras se mostra bastante pujante e ao mesmo tempo complexo, já que existe demanda de norte a sul, leste a oeste no País, bem como em outros países e continentes, e a utilização de espécies que se adaptem às variadas condições mencionadas define o potencial comercial da forrageira em questão (MILES; LAPOINTE, 1992).

Atualmente o comércio de sementes forrageiras apresenta grande desenvolvimento, exportando pouco mais de 9 mil toneladas de sementes para mais de 20 países com movimentação anual de US\$ 34.849.673,00 de acordo com dados do Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (BRASIL, 2020). Para se ter ideia da evolução deste mercado, os dados oficiais datados do ano de 2000 pelo mesmo órgão oficial totalizaram aproximadamente 5 mil toneladas de sementes de pastagens tropicais e movimentação financeira de US\$ 13.548.326,00; e o cultivar Marandu representa em média 35% das sementes de forrageiras exportadas (EMBRAPA, 2014).

Desta forma, em regiões que apresentem condições edafoclimáticas para a produção de sementes de pastagens tropicais, abre-se uma nova alternativa ao produtor rural que deve vir acompanhada de conhecimento técnico, pois são inúmeros os tratamentos culturais e cuidados que se deve ter para classificar a produção obtida como semente.

2.3 Uso de reguladores de crescimento para redução do acamamento

O termo acamamento de planta refere-se à curvatura do caule em direção ao solo, causada pela massa de água acumulada nas espigas maduras, ventos, baixa resistência do colmo, entre outros fatores (ESPINDULA *et al.*, 2010). Em plantas de trigo esse fenômeno compromete a produtividade e qualidade das sementes, além de deixar as espigas mais próximas do solo na fase de maturação, fato que em ambiente úmido pode provocar a diminuição do peso hectolítrico, germinação ou apodrecimento do mesmo (ZAGONEL; FERNANDES, 2007).

O uso de reguladores de crescimento é uma estratégia para diminuir o tamanho das plantas e reduzir o problema de acamamento em culturas de

importância econômica (FIALHO *et al.*, 2009), sem, no entanto, alterar de maneira significativa a produção de sementes conforme destaca Bazzo *et al.* (2018). Vários são os trabalhos relacionados com cereais, principalmente os de inverno como aveia e trigo, porém os efeitos dos reguladores de crescimento vegetal em forrageiras, tanto no Brasil quanto em outros países ainda é escasso e, portanto, uma tecnologia pouco utilizada na produção de sementes de forrageiras tropicais (ALMEIDA *et al.*, 2015).

Estas substâncias, também conhecidas como fitoreguladores, são substâncias químicas naturais ou sintéticas que podem ser aplicadas diretamente nos vegetais para alterar os processos vitais ou estruturais, por meio de modificações no balanço hormonal (ESPINDULA *et al.*, 2010). Nas espécies pertencentes à família *Poaceae*, o regulador de crescimento de plantas que tem mostrado efeito hormonal é o trinexapac-ethyl (FIALHO *et al.*, 2009).

2.4 Resultados da aplicação de trinexapac-ethyl em plantas

O trinexapac-ethyl é um regulador de crescimento que atua na redução do alongamento celular, conseqüentemente reduz a altura do colmo no estágio vegetativo através da inibição da biossíntese do ácido giberélico (HECKMAN *et al.*, 2002) e, conseqüentemente, a altura da planta, evitando o acamamento (AMREIN *et al.*, 1989). É absorvido, principalmente, pelas folhas e gemas terminais, porém também pode ser absorvido pelo sistema radicular das plantas (FIALHO *et al.*, 2009).

De acordo com o fabricante, o produto comercial Moddus® apresenta em sua composição 250 g L⁻¹ de trinexapac-ethyl (Ethyl 4-cyclopropyl (hydroxy) methylene-3, 5-dioxocyclohexanecarboxylate), indicado principalmente para uso na cultura de cana-de-açúcar como acelerador do processo de maturação e concentração de sacarose no colmo. Nas culturas de trigo e cevada, aplicação de Moddus® visa reduzir o crescimento das plantas e fortalecer os entrenós basais. A translocação do produto na planta é relativamente rápida e os sintomas de inibição podem ser observados em até 48 horas após a aplicação (FREITAS *et al.*, 2002).

Shahgholi *et al.* (2013) avaliando a aplicação de ácido salicílico e trinexapac ethyl em azevém perene (*Lolium perene* cv. 'SpeedGrenn') constataram que o produto nas doses de 0,8 e 1,2 mL m⁻² proporcionaram as menores alturas de

plantas, bem como os melhores resultados para qualidade da cor e teor de clorofila nas plantas.

Espindula *et al.* (2010) observaram menor crescimento do pedúnculo e do colmo em plantas de trigo que receberam tratamento com trinexapac-ethyl. O regulador de crescimento, para cultivares de trigo, é justificado pelo aumento da produtividade promovida e não apenas pela redução da estatura e do acamamento das plantas (ZAGONEL; FERNANDES, 2007). Marcos Junior *et al.* (2013) concluíram que as doses de 300 e 400 mL ha⁻¹ de trinexapac-ethyl reduziu o tamanho das plantas, apresentando um incremento de mais de 4,3% de espigas nas plantas trigo.

Freitas *et al.* (2002) avaliando a eficiência de doses do trinexapac-ethyl e intervalos de aplicação após o corte no crescimento vegetativo e florescimento da grama-batatais (*Paspalum notatum*), concluíram que a redução em relação ao controle com cortes regulares foi de 60% para a altura de inflorescências e 30% para biomassa seca total, sendo que o produto não apresentou interferência no número de inflorescências da planta. Fialho *et al.* (2009) descrevem que o trinexapac-ethyl tem mostrado efeitos hormonais em diversas espécies pertencentes à família das *Poaceae*. Esse regulador de crescimento interfere no crescimento da planta pela inibição da enzima 3β-hidroxiase, reduzindo o ácido giberélico ativo (GA₁) e aumentando o seu precursor biossintético imediato GA₂₀. Esses autores realizaram estudo com caracteres morfoanatômicos de *Urochloa brizantha* submetida à aplicação de trinexapac-ethyl na dose de 750 g i.a. ha⁻¹ em comparação ao controle, o trinexapac-ethyl promoveu alterações marcantes na morfologia e na anatomia da folha e do caule de *U. brizantha*. As plantas submetidas ao tratamento com o regulador de crescimento apresentaram redução significativa em altura, comprimento da folha, bainha e entrenó. Com relação às alterações anatômicas, o regulador de crescimento aumentou a espessura da lâmina foliar, da área das células da bainha e da área do mesófilo em *U. brizantha*. Em outra publicação, o fitorregulador promoveu a redução de 10% do tamanho da planta em relação ao controle em *Urochloa hybrid* cv. Mulato II, de acordo com dados observados por Hare *et al.* (2008).

Na cultura do trigo, avaliada por Zagonel *et al.* (2002), além de entrenós mais curtos, houve o aumento do número de espigas por metro e da produtividade. No cultivo de azevém houve aumento da produção de sementes e o atraso no início

do acamamento (ROLSTON *et al.*, 2010). Marolli *et al.* (2013) avaliando a produção de aveia branca concluíram que a máxima produtividade de grãos se obteve com a dose indicada através de 250 mL i.a. ha⁻¹. Segundo Hawerth *et al.* (2015), os autores afirmam que o regulador de crescimento trinexapac-ethyl não exerce efeitos negativos sobre a produtividade de grãos para plantas de aveia branca.

Kaspary *et al.* (2015) relataram a efetiva redução do tamanho da planta de aveia-branca com redução no acamamento e conseqüente incremento na produtividade, porém observaram redução da qualidade fisiológica das sementes de aveia-branca, sugerindo que o produto não seja usado quando o objetivo for produção de sementes. Hawerth *et al.* (2015) observaram redução da altura e da porcentagem de acamamento em aveia-branca (*Avena sativa*) 'Barbarasul' nas doses de 100 a 150 g i.a. ha⁻¹ de trinexapac-ethyl.

De acordo com Freitas *et al.* (2002), a inibição ou redução temporária na taxa de crescimento não afeta o processo de fotossíntese, a integridade da gema apical e o volume de massa radicular. Em cana-de-açúcar, segundo Faria *et al.* (2014), houve incrementos positivos nas variáveis componentes do processo da fotossíntese resultando em melhor desenvolvimento e crescimento da cultura. O produto ocasiona mudanças morfológicas na planta, deixando com arquitetura mais adequada para aproveitar, principalmente, a radiação solar e torná-la mais produtiva (ZAGONEL; FERNANDES, 2007).

Unan *et al.* (2013) avaliando densidades de semeadura de arroz combinadas com 4 doses de trinexapac ethyl (0, 100, 200 e 300 g i.a. ha⁻¹) observaram que as doses de 100 e 200 g i.a. ha⁻¹ proporcionaram os melhores rendimentos de produtividade quando comparados ao controle e a dose de 300 g i.a. ha⁻¹ trouxe resultados adversos; as três doses reduziram o tamanho das plantas, no entanto a análise de regressão indicou que a dose ótima do regulador vegetal para o experimento foi de 170 g i.a. ha⁻¹.

3 OBJETIVO

O trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de doses e épocas de aplicação do regulador vegetal trinexapac-ethyl no crescimento de plantas e na viabilidade de sementes da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental

Os ensaios foram conduzidos em ambiente não protegido, no viveiro comercial de mudas Pontal Flora, município de Presidente Venceslau/SP (Figura 1), localizado nas coordenadas geográficas 21° 53' 30.97"S e 51° 52' 58.75"O (Figura 2), com 457m de altitude. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima predominante na região de Presidente Venceslau é do tipo Aw, caracterizado como tropical, temperatura média anual de 18 °C ou superior, com a estação mais seca no inverno onde o mês mais seco tem precipitação inferior a 60 mm e equivale a menos de 4% da precipitação anual total (Figura 3).

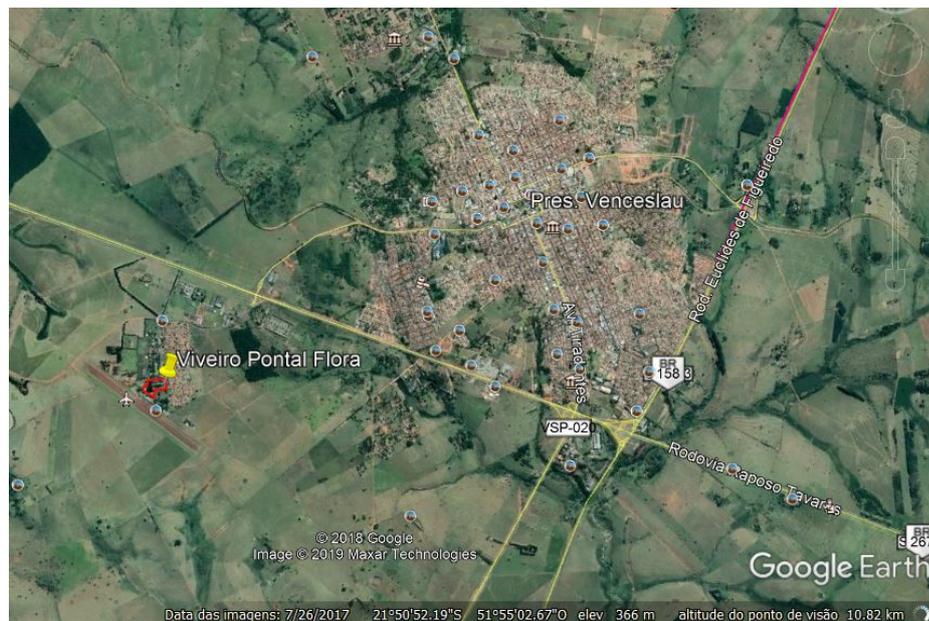


Figura 1: Vista geral da localização do viveiro comercial de mudas Pontal Flora, localizado no município de Presidente Venceslau/SP. Fonte: Google Earth.



Figura 2: Vista aproximada do viveiro comercial de mudas Pontal Flora, localizado nas coordenadas geográficas $21^{\circ} 53' 30.97''\text{S}$ e $51^{\circ} 52' 58.75''\text{O}$, altitude de 457m, no município de Presidente Venceslau/SP. Fonte: Google Earth.

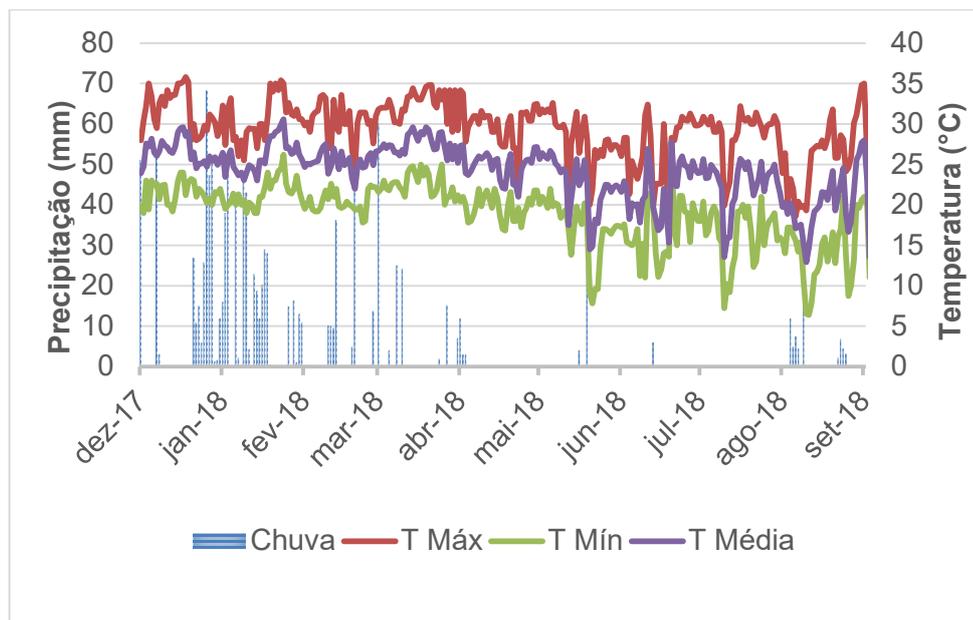


Figura 3: Gráfico de precipitação, temperaturas máximas, mínimas e médias para região de Presidente Prudente, no período de desenvolvimento do experimento (Unoeste, 2020).

4.2 Caracterização química e descrição do solo utilizado

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico de acordo com o sistema de classificação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2013).

Antes da instalação dos ensaios foram coletadas amostras do solo utilizado para preenchimento dos vasos de 14,5L de capacidade volumétrica, sendo as principais características químicas analisadas pelo Laboratório de Análise de Solos e Tecido Vegetal do curso de Agronomia pertencente à UNOESTE, segundo metodologia descrita por Raij *et al.* (2001) e encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Valores médios dos principais atributos químicos do solo utilizado para preenchimento dos vasos no início do experimento.

pH	M.O.	P (resina)	S-SO ₄ ²⁻	Al ³⁺	(H+Al)	K	Ca	Mg	SB	CTC	m	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³				mmolc dm ⁻³						%
4,4	5,3	4,0	2,4	1,8	18,2	1,5	2,5	1,1	5,1	23,3	26,1	21,9

Fonte: Laboratório de Análise de Solos e Tecido Vegetal – UNOESTE.

4.3 Correção química do solo e adubações

Objetivou-se elevar a saturação de bases para 80%, desta forma e de acordo com os resultados obtidos e citados na Tabela 1, foi misturado ao solo o correspondente a 1.300 kg ha⁻¹ de Calcário Calcítico PRNT 88% (composto de 47% CaO e 4,5%MgO). Para fornecimento de fósforo foi utilizado o correspondente a 1.440 kg ha⁻¹ de Superfosfato Simples (18% de P₂O₅) a fim de elevar o fósforo do solo a 30 ppm (Raij *et al.* 1997). Para o plantio não necessitou aplicar qualquer fonte de potássio, uma vez que o mesmo já possuía 6,4% das cargas da CTC ocupadas com este nutriente.

4.4 Descrição da cultivar utilizada

A espécie forrageira analisada foi *Urochloa brizantha* cv. Marandu, pastagem lançada no mercado brasileiro no ano de 1984 pela EMBRAPA e que apresenta como principais características: resistência às cigarrinhas-das-pastagens, alta

produção de forragem, persistência, boa capacidade de rebrota, tolerância ao frio, à seca e ao fogo (CARDOSO, 2019). Em contrapartida, apresenta como desvantagens sensibilidade ao encharcamento do solo e susceptibilidade ao acamamento principalmente na fase reprodutiva quando ocorre o alongamento da haste reprodutiva, característica que dificulta a produção de sementes para distribuição e venda.

4.5 Delineamento experimental

Os ensaios foram divididos em duas áreas experimentais, ensaio um (Ens1) e ensaio dois (Ens2) que ocorreram de maneira concomitante, desenvolvidos durante os anos de 2017/2018. As aplicações do produto nos ensaios foram realizadas de acordo com estágio fenológico da planta (Tabela 2, 3 e 4), utilizando a escala Zadoks (1974), sendo eles:

Tabela 2: Descrição dos estágios de desenvolvimento da planta com épocas de aplicação do produto Trinexapac-ethyl de acordo com a escala Zadoks.

Estágio de Crescimento	Descrição do Estágio	Aplicação do produto
Desenvolvimento da planta		
GS 13	3 folhas desenvolvidas	40 DAE
Alongamento do colmo		
GS 31	Primeiro nó detectável	94 DAE
GS 32	Segundo nó detectável	
GS 37	Folha bandeira apenas visível	114 DAE
GS 39	Folha bandeira completamente visível	127 DAE

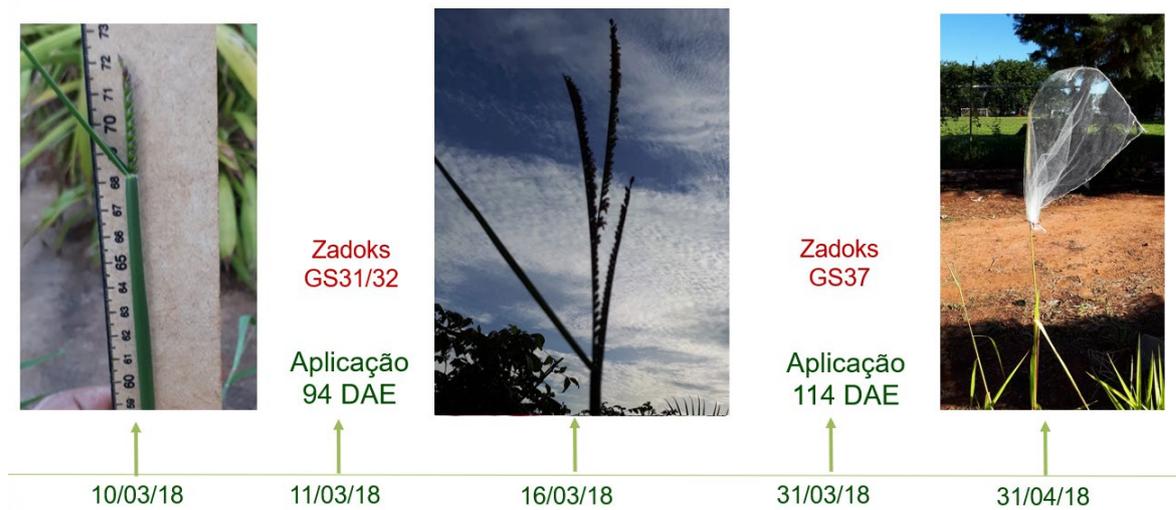


Figura 4: Épocas de aplicação do produto trinexapac-ethyl de acordo com o desenvolvimento da *Urochloa brizantha* cv. Marandu na escala Zadoks ensaio um

Exemplificado pelas figuras quatro e cinco através do cronograma de desenvolvimento do experimento com destaque as datas de aplicação do produto trinexapac-ethyl nos ensaios um e dois.

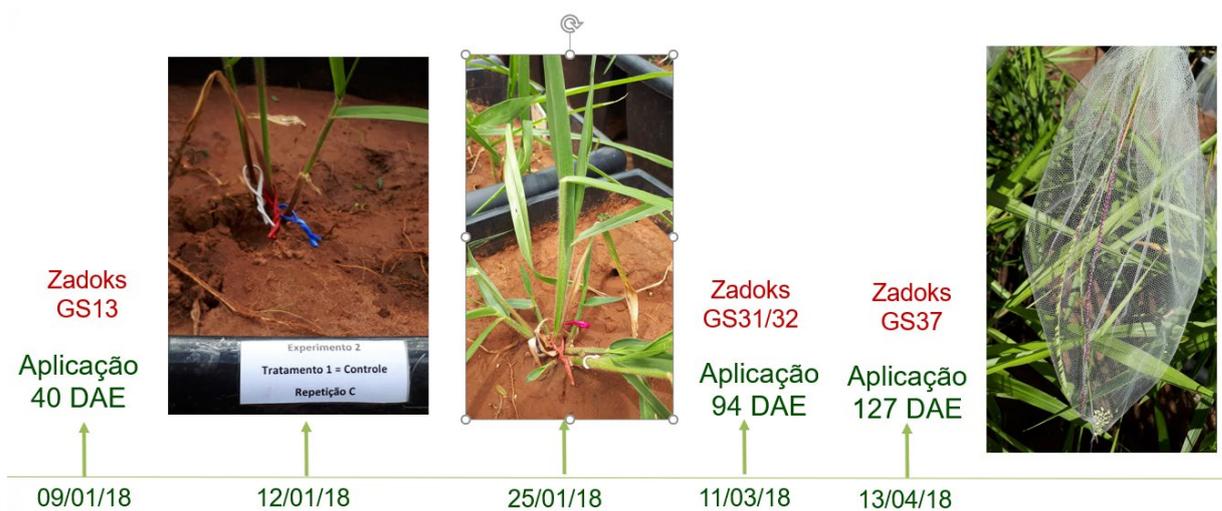


Figura 5: Épocas de aplicação do produto trinexapac-ethyl de acordo com o desenvolvimento da *Urochloa brizantha* cv. Marandu na escala Zadoks Ens2

As características do produto comercial Moddus®, fabricado pela empresa Syngenta, são: Trinexapac ethyl (marca comercial MODDUS). Ingrediente ativo ou nome comum: trinexapaque etílico (trinexapac ethyl). Nome químico: ethyl 4-

cyclopropyl (hydroxy) methylene-3-5-dioxocyclohexanecarboxylate. Grupo químico: ácido dioxociclohexanocarboxílico. Classe: regulador de crescimento. Classe toxicológica: IV (pouco tóxica). Concentração do ingrediente ativo: 250 gramas do ingrediente ativo trinexapac ethyl por litro de produto comercial. Formulação: EC (concentrado emulsionável).

Tabela 3: Descrição dos tratamentos de acordo com doses e épocas de aplicação do produto trinexapac-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu no Ens1.

ENSAIO 1				
Tratamento	Estágio fenológico	Doses do Produto g ia ha ⁻¹		
		94 DAE	114 DAE	Total
T1 – Controle	-	-	-	-
T2	Zadoks GS31/32	200	-	200
T3	Zadoks GS31/32 e GS37	200	200	400
T4	Zadoks GS31/32	400	-	400
T5	Zadoks GS31/32 e GS37	400	400	800

Tabela 4: Descrição dos tratamentos de acordo com doses e épocas de aplicação do produto trinexapac-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu no Ens2.

ENSAIO 2					
Tratamento	Estágios fenológicos	Doses do Produto g ia ha ⁻¹			
		40 DAE	94 DAE	127 DAE	Total
T1 – Controle	-	-	-	-	-
T2	Zadoks GS13 e Zadoks GS31/32	400	400	-	800
T3	Zadoks GS31/32	-	800	-	800
T4	Zadoks GS31/32 e Zadoks GS39	-	400	400	800
T5	Zadoks GS39	-	-	800	800

As sementes utilizadas no experimento apresentavam 90% de valor cultural (VC) da safra 2016/2017, semeando-se 15 sementes por vaso em cinco covas

diferentes e após a germinação foram raleadas a fim de manter apenas uma planta por vaso.

Para aplicação das doses pré-determinadas de trinexapac-ethyl (Moddus®), foi utilizado um pulverizador de precisão pressurizado a CO₂, equipado com barra contendo bico tipo leque, para permitir a vazão de calda de 200 L ha⁻¹. As aplicações do produto trinexapac ethyl (Moddus®) ocorreram nas seguintes datas:

Ens1 – os tratamentos que receberam aplicação única no estágio fenológico Zadoks GS31/32 foram pulverizados no dia 11 de março de 2018 (94 DAE); os tratamentos que receberam a segunda dose após 20 dias da primeira aplicação foram pulverizados no dia 31 de março de 2018 (114 DAE) quando a cultura se encontrava no estágio fenológico Zadoks GS37.

Ens2 – os tratamentos que receberam aplicação nos estágios fenológicos Zadoks GS13, Zadoks GS31/32 e Zadoks GS39 foram pulverizados nos dias nove de janeiro (40 DAE), 11 de março (94 DAE) e 13 de abril de 2018 (127 DAE), respectivamente.

Acompanharam-se cinco perfilhos por vaso que foram identificados através de diferentes cores (Figura 6), nesses perfilhos mediram-se altura e comprimento de folhas a cada 15 dias. As hastes reprodutivas foram ensacadas com tule, para que a degrana da semente ficasse coletada dentro do mesmo e identificada por tratamento (Figura 6).

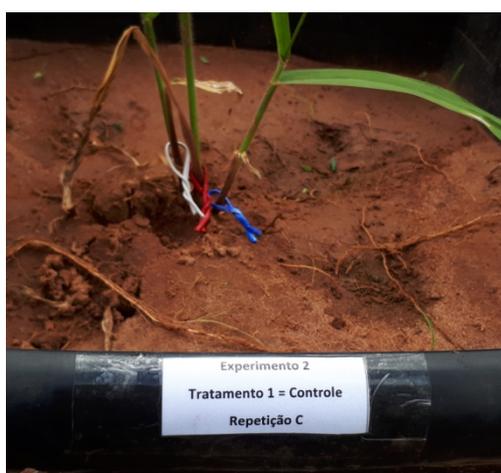


Figura 6: Identificação dos perfilhos através de cores para acompanhamento dos parâmetros vegetativos e produtivos nos ensaios 1 e 2.



Figura 7: Haste reprodutiva envolvida com tule para recolhimento da semente.

Ao final do estágio reprodutivo da forrageira, no dia oito de setembro de 2018 (275 DAE), a planta foi cortada rente ao solo e realizada a contagem do número total de perfilhos e número de nós nos perfilhos marcados (acompanhados). As análises laboratoriais para determinação de qualidade e viabilidade da semente, bem como matéria seca da parte aérea, foram realizadas no laboratório de Sementes da UNOESTE.

4.6 Avaliações realizadas

4.6.1 Parâmetros vegetativos

Após raleio das plântulas emergidas, restando apenas uma planta de *U. brizantha* cv. Marandu por vaso, determinou-se a altura de plantas através de medição direta destes cinco perfilhos acompanhados com auxílio de uma régua graduada de 100 cm com precisão milimétrica, coletando-se a leitura desde o nível do solo (colo da planta) até a bainha da última folha totalmente expandida, com frequência quinzenal, sendo os dados analisados aos 120 DAE e ao final do ciclo.

A variável Comprimento do Entrenó (CE) mensurada em centímetros foi obtida através da relação direta entre a altura final do perfilho e o número de nós do perfilho, de acordo com a equação abaixo:

$$CE = \frac{AF}{NN} \text{ (cm)}$$

em que:

CE = comprimento médio dos entrenós dos perfilhos acompanhados (cm)

AF = Altura final do perfilho (cm)

NN = número de nós por perfilho (unidade)

O número de perfilhos, número de nós por perfilho e número de folhas por perfilho foi obtido através de contagem direta nos perfilhos avaliados ao final do experimento, cortando-se a planta da parcela experimental ao nível do solo.

Já a variável índice de velocidade de crescimento foi determinada através da seguinte equação:

$$IVC = \frac{C_1}{N_1} + \frac{C_2}{N_2} + \frac{C_3}{N_3} \dots \frac{C_n}{N_n}$$

em que:

$C_1, C_2, C_3 \dots C_n$ = comprimentos dos limbos foliares desde a lígula até a extremidade do limbo foliar, em cada período de avaliação;

$N_1, N_2, N_3 \dots N_n$ = número de dias após a emergência em cada avaliação.

A fim de permitir melhor visualização dos dados coletados quinzenalmente quanto à altura dos perfilhos acompanhados durante o experimento, os mesmos foram compilados e submetidos à análise estatística descrita no item 4.7. Os gráficos gerados consistem na avaliação em nove épocas distintas (43, 50, 64, 86, 92, 99, 113, 120, 134 DAE) dos perfilhos segundo a ordem de aparecimento na planta, identificados por vermelho, branco, azul, rosa e amarelo, sendo o último gráfico gerado com os valores médios dos cinco perfilhos avaliados.

4.6.2 Parâmetros produtivos

Para determinação da viabilidade das sementes foram realizados os testes de germinação e de tetrazólio de acordo com as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

4.6.2.1 Germinação

Foram analisadas quatro repetições de 30 sementes (Figura 8), colocadas individualmente em caixas plásticas sobre duas folhas de papel para germinação umedecidas com água destilada na proporção de duas vezes e meia a massa do papel seco com água. As sementes foram mantidas em câmara de germinação a 15-35 °C e três contagens foram realizadas, ou seja, a sete (primeira contagem), 14 (segunda contagem) e 21 (terceira contagem) dias após o início do teste, resultando na porcentagem de sementes germinadas (Figura 9).



Figura 8: Disposição das sementes em caixas plásticas para realização do teste de germinação



Figura 9: Plântulas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu germinadas em caixas plásticas no teste de germinação

Após a contagem, a porcentagem de sementes germinadas se deu através da relação entre o número de sementes germinadas no papel de germinação e o número de sementes utilizadas no teste (30 sementes), extrapolando-se os resultados para a relação centesimal.

4.6.2.2 Teste do tetrazólio

O teste do tetrazólio é um teste bioquímico utilizado para determinar a viabilidade das sementes, não distinguindo sementes dormentes de sementes não dormentes.

Para determinar a porcentagem de sementes viáveis pelo teste do tetrazólio (TZ), foram separadas 10 sementes em quatro repetições por tratamento, acondicionadas entre duas folhas de papel para germinação umedecidas com água destilada por 18 horas. Após este período as sementes foram cortadas longitudinalmente com lâmina de aço (Figura 10) e colocadas em solução de tetrazólio 0,1% aquecidas em banho maria por quatro horas a temperatura constante de 37°C.



Figura 10: Corte da semente de *Urochloa brizantha* cv. Marandu longitudinalmente com lâmina de aço, para o teste de tetrazólio

Findado o período anterior, as sementes são retiradas da solução aquecida, lavadas em água corrente (Figura 11) e realizada a contagem de sementes pigmentadas com a coloração avermelhada, indicando a viabilidade da semente (Figura 12), sendo o resultado extrapolado para a relação centesimal.



Figura 11: Sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu lavadas após o banho maria, teste de tetrazólio

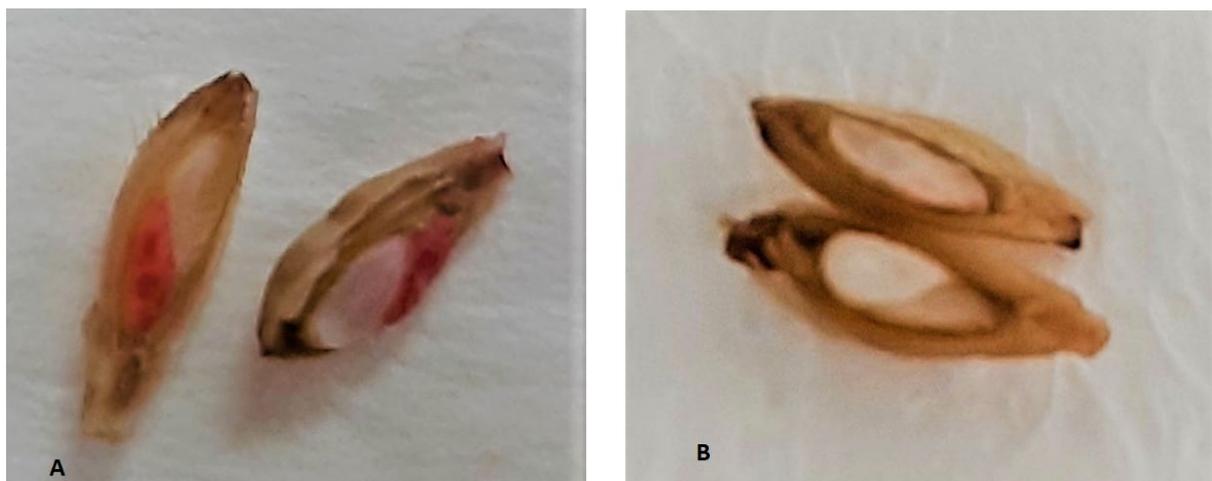


Figura 12: Sementes de *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetidas ao teste de tetrazólio (A-Viável; B-Não viável)

4.6.2.3 Índice de velocidade de germinação

O índice de velocidade de germinação é calculado de acordo com metodologia proposta por Maguire (1962) modificada. Essa relação demonstra a velocidade com que ocorre a germinação das sementes da cultura estudada, permitindo identificar se a aplicação do trinexapac-ethyl afeta a germinação da semente.

A variável em questão foi obtida através da equação abaixo, conforme metodologia supracitada:

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \frac{G}{N_3} \dots \frac{G_n}{N_n}$$

em que:

$G_1, G_2, G_3 \dots G_n$ = número de sementes germinadas em cada período de contagem;

$N_1, N_2, N_3 \dots N_n$ = número de dias após a emergência em cada avaliação.

4.7 Análise Estatística

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições (vasos) por tratamento e os resultados foram submetidos à análise de variância sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico Sisvar®.

Para a análise relativa à curva de crescimento dos perfilhos, as variáveis foram analisadas estatisticamente com a aplicação do teste F sobre a análise da variância seguido da aplicação de regressões não-lineares do tipo logística, com o objetivo de modelar dos dados sob a forma de equações. O modelo logístico adotado foi desenvolvido Seefeldt *et al.* (1995):

$$y = a + \frac{b}{\left[1 + \left(\frac{x}{c}\right)^d\right]}$$

Sendo: y é a altura de plantas, x são os dias após a emergência e a , b , c e d são parâmetros estimados da equação, de tal forma que a é o limite inferior da curva, b é a diferença entre o ponto máximo e o mínimo da curva, c é o tempo em dias que proporciona 50% de resposta da variável dependente e d é a declividade da curva ao redor de c . Com os parâmetros da equação é possível calcular o ponto de máxima ($P_{max}=a+b$) que representa a maior altura das plantas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Parâmetros vegetativos

De acordo com os dados observados na Tabela 5, nota-se que para todas as variáveis propostas não houve diferença estatística ao nível de 5% de probabilidade para nenhum dos tratamentos que utilizaram trinexapac-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, exceção feita à avaliação do número de perfilhos (NP) no qual o T2 superou os demais tratamentos, sugere-se que o efeito positivo refere-se a dose combinada com a época de aplicação do produto. Para o parâmetro massa seca por vaso (MSV), o T2 destaca dos demais tratamentos, porém sendo diferente estatisticamente somente do T1.

Esses dados diferem dos resultados obtidos por Marcos Júnior *et al.* (2013) em que o produto trinexapac-ethyl aplicado na cultura de trigo, nas doses de 100 e 200 mL ha⁻¹, diferiram significativamente do controle na redução do crescimento da planta, porém sem diferenciação entre as doses aplicadas na redução da altura da planta, indicando que para o ensaio em questão a dose de 100 mL ha⁻¹ do produto atingiu os objetivos da proposta. Observou-se, também, que o produto não promove interferência na viabilidade da semente, corroborando os resultados obtidos no presente experimento que através do teste de tetrazólio não mostrou diferença significativa entre os tratamentos, bem como comparados ao controle (Tabela 19 e 20).

Tabela 5: Resultados médios do número de perfilhos (NP), número de nós por perfilho (NN), número de folhas por perfilho (NF), altura 120 dias após a emergência (A120) e final (AF), índice de velocidade de crescimento da lâmina foliar (IVC), comprimento do entrenó (CE), massa da matéria seca do perfilho (MSP) e massa da matéria seca por vaso (MSV) avaliados após a aplicação do regulador de crescimento trinexapac-ethyl a partir do estágio reprodutivo da planta no Ens1.

T	NP	NN	NF	A120	AF	IVC	CE	MSP	MSV
		n°		cm		(cm/dia)	cm		g
T1	33,20 b	8,76 a	9,40 a	56,04 a	70,78 a	1,88 a	8,28 a	18,2 a	67,7 b
T2	44,80 a	9,08 a	9,16 a	59,76 a	73,12 a	1,98 a	8,43 a	18,9 a	104,7 a
T3	38,00 b	9,04 a	8,56 a	63,26 a	73,08 a	2,10 a	8,35 a	21,6 a	90,0 ab
T4	35,40 b	8,08 a	9,04 a	59,27 a	70,75 a	1,96 a	10,34 a	20,2 a	76,8 ab
T5	35,60 b	8,28 a	8,57 a	66,59 a	69,55 a	2,17 a	8,66 a	19,5 a	73,1 ab
CV% ¹	17,00	23,36	21,75	28,20	26,65	28,23	48,41	19,5	23,6

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Tukey a 5% de probabilidade.

¹CV = coeficiente de variação.

T = Tratamento

T1 = Controle

T2 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (200 g ia ha⁻¹)

T3 = 2 aplicações de Moddus nos estágios fenológicos GS31/32 e GS37 (200 g ia ha⁻¹) – Total: 400 g ia ha⁻¹

T4 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (400 g ia ha⁻¹)

T5 = 2 aplicações de Moddus no estágio fenológico GS31/32 e GS37 (400 g ia ha⁻¹) – Total: 800 g ia ha⁻¹

Fialho *et al.* (2009) avaliando a dose de 750 g de trinexapac-ethyl aos 30 dias após a emergência das plantas constataram diferença significativa na altura da planta de *U. brizantha*, reduzindo de 59,67 para 43,47 cm, ou seja, uma diminuição de 27% em sua altura. Além disso, houve redução da lâmina foliar, do entrenó e da bainha de 24,4%; 25,2% e 44,3%, respectivamente.

Martins *et al.* (2014) avaliando as doses de 0 e 100 g ia ha⁻¹ nas épocas de perfilhamento, entre o primeiro e segundo nó perceptível, e entre o segundo e terceiro nó perceptível, de plantas de trigo, observaram redução na altura de plantas apenas da cultivar Quartzo no município de Ponta Grossa/PR, no ano de 2011. Essa redução na altura da planta foi maior quanto mais longeva a planta se encontrava, embora destaca-se que nos dois ensaios ora propostos apenas o tratamento dois do segundo ensaio testou doses em estágio fenológico tão adiantado quanto destes autores.

Tabela 6: Resultados médios do número de perfilhos (NP), número de nós por perfilho (NN), número de folhas por perfilho (NF), altura 120 dias após a emergência (A120) e final (AF), índice de velocidade de crescimento da lâmina foliar (IVC), comprimento do entrenó (CE), massa da matéria seca do perfilho (MSP) e massa da matéria seca por vaso (MSV) avaliados após a aplicação do regulador de crescimento trinexapac-ethyl nos estágios fenológicos Zadoks GS13, GS31/32 e GS39 no Ens2.

T	NP	NN	NF	A120	AF	IVC	CE	MSP	MSV
		n ^o		cm		(cm/dia)	cm		g
T1	33,20 c	8,76 ab	9,40 b	56,04 a	70,78 a	1,88 a	8,28 a	18,2 ab	67,7 b
T2	61,80 a	7,68 bc	11,84 a	63,83 a	71,06 a	2,12 a	9,73 a	19,5 ab	166,8 a
T3	63,20 a	9,57 a	9,32 b	66,02 a	76,17 a	2,20 a	8,51 a	24,9 a	92,2 b
T4	41,20 b	8,92 ab	9,16 b	64,34 a	75,52 a	2,14 a	8,55 a	20,5 ab	92,7 b
T5	42,00 b	7,18 c	8,70 b	60,00 a	63,06 a	1,90 a	9,1 a	15,5 b	92,7 b
CV% ¹	16,18	20,21	18,02	31,01	27,68	30,95	31,87	21,24	21,46

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Tukey a 5% de probabilidade.

¹CV = coeficiente de variação.

T = Tratamento

T1 = Controle

T 2 = 2 aplicações Moddus GS13 dose 400 g ia ha⁻¹ e GS31/32 mais 400 g ia ha⁻¹ – Total: 800 g ia ha⁻¹

T 3 = 1 aplicação Moddus GS31/32 800 g ia ha⁻¹

T4 = 2 aplicações Moddus GS31/32 dose 400 g ia ha⁻¹ e GS39 mais 400 g ia ha⁻¹ - Total: 800 g ia ha⁻¹

T5 = 1 aplicação Moddus GS39 800 g ia ha⁻¹

Para o Ens2, foi proposto no T2 a antecipação da aplicação do produto testado para fase vegetativa da planta. De acordo com a Tabela seis, o referido tratamento aumentou o NP, NF e MSV quando comparado aos demais tratamentos. Já para a variável NN, o tratamento três difere do tratamento cinco, e considerando que estes dois tratamentos utilizaram a mesma dose diferindo apenas as épocas de aplicação, conclui-se que a fase fenológica em que a cultura recebe a aplicação do produto é fundamental para se determinar o sucesso na obtenção dos objetivos propostos. Para todas as demais variáveis analisadas, não houve diferenciação quanto à época, tão pouco a dose aplicada, inclusive sobre o efeito do produto para consecução dos objetivos propostos.

Amabile *et al.* (2004) avaliando a aplicação de trinexapac-ethyl nas doses de 100 e 125 g ia ha⁻¹ no cultivo de cevada cervejeira nos estágios fenológicos GS31 e GS32, respectivamente, em área irrigada no Distrito Federal, avaliaram efeito positivo para todos os genótipos testados com relação à redução da altura da planta e redução do acamamento. Os mesmos autores concluíram que a aplicação do regulador de crescimento eliminou o acamamento nos genótipos AF 9585 e PFC 94014, independente das doses e épocas testadas.

Zagonel *et al.* (2002) avaliando a aplicação de 125 g de trinexapac-ethyl em plantas de trigo cv. IAPAR53 no estágio fenológico GS23/25 da escala Zadoks, obtiveram menor massa seca, entrenós mais curtos e menor diâmetro do caule, porém sem causar diferença significativa na altura final das plantas em relação ao tratamento controle, estando em concordância com os dados obtidos nos presentes experimentos. Os mesmos autores não encontraram diferenças significativas para o número de perfilhos por planta entre o tratamento com aplicação do produto e do tratamento controle, obtendo exatamente a mesma média de 2,49 perfilhos por planta. Diferente do obtido no presente experimento onde o tratamento dois, com menor dose de trinexapac-ethyl, apresentou maior número de perfilhos quando comparado com os demais tratamentos.

Apesar de não ter sido verificado o efeito do produto no presente ensaios, seja nas doses quanto nas épocas de aplicação, sabe-se que um dos efeitos deste regulador de crescimento é a redução da estatura da planta e conseqüentemente, redução do acamamento. Neste sentido, Alvarez (2003), estudando o efeito do trinexapac-ethyl na redução da altura da planta de arroz irrigado por aspersão, aplicado na diferenciação floral e na dose de 200g i.a. ha⁻¹, verificou que o produto reduziu a altura da planta em 34 cm, desejável do ponto de vista de redução do acamamento. Em contrapartida, essa redução do porte da planta influenciou negativamente os componentes do rendimento e a produtividade de grãos, características importantíssimas de serem analisadas pois terão reflexos diretos na rentabilidade do produtor.

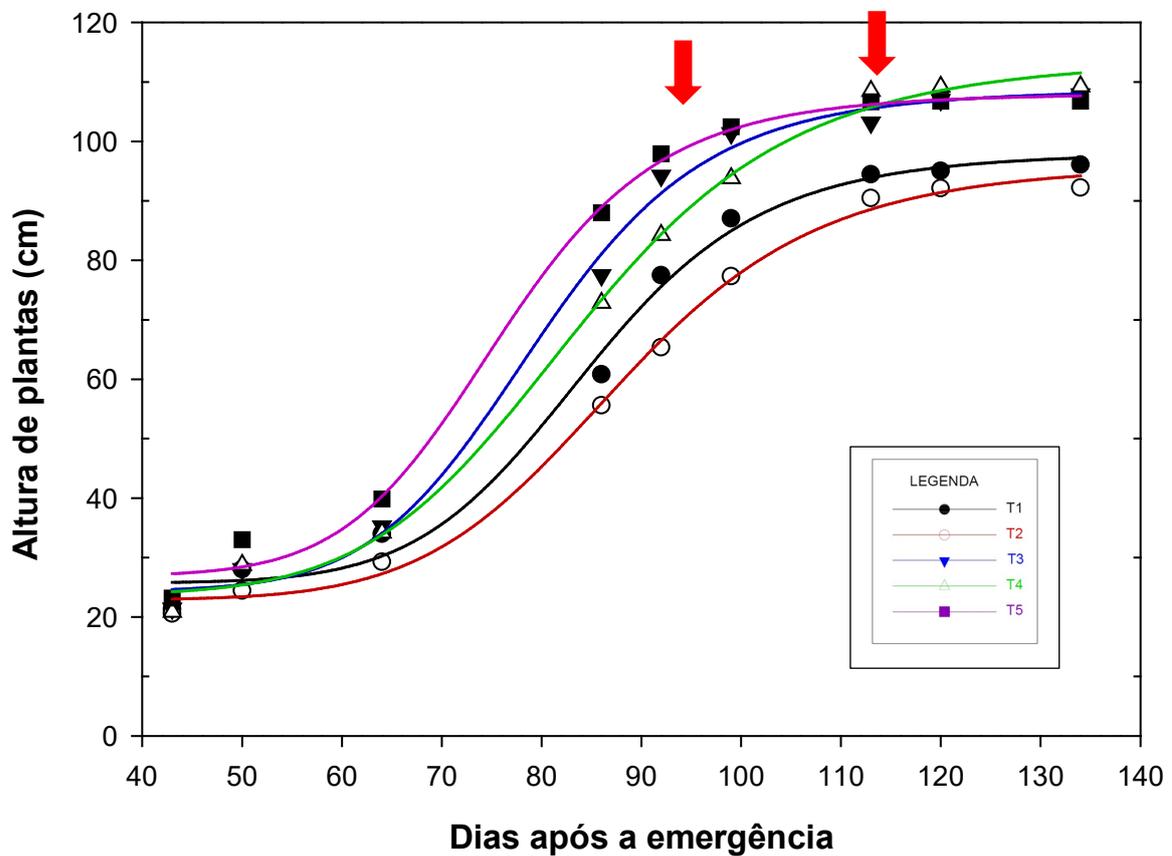
Vale destacar que diversos autores (ARF *et al.*, 2012; ALVES *et al.*, 2010; NASCIMENTO *et al.*, 2009; ALVAREZ *et al.*, 2007) avaliaram os efeitos da aplicação de trinexapac-ethyl como regulador de crescimento na cultura do arroz, seja de terras altas ou sob sistema de inundação, em diferentes doses e épocas de aplicação, e todos notaram efeitos adversos na produtividade das plantas em consequência da redução do porte destas.

Ressalta-se que o produto comercial Moddus® não tem registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para aplicação em pastagens, e considerando que o mesmo atua na fisiologia da planta através da alteração fitohormonal, sabe-se que dose, época e forma de aplicação são fundamentais para se chegar aos resultados desejados independente da espécie vegetal em questão.

5.2 Curva de crescimento dos perfilhos

Pode-se visualizar ao longo do tempo os efeitos das aplicações do produto trinexapac-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu observadas nas Figuras 13 a 24 e Tabelas 7 a 18, para os experimentos um e dois. As setas vermelhas inseridas nos gráficos destacam o momento de aplicação do produto trinexapac-ethyl de acordo com a escala Zadoks.

Figura 13: Curva de crescimento do primeiro perfilho observado e acompanhado (perfilho vermelho), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens1.



T = Tratamento

T1 = Controle

T2 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (200 g ia ha⁻¹)

T3 = 2 aplicações de Moddus nos estágios fenológicos GS31/32 e GS37 (200 g ia ha⁻¹) – Total: 400 g ia ha⁻¹

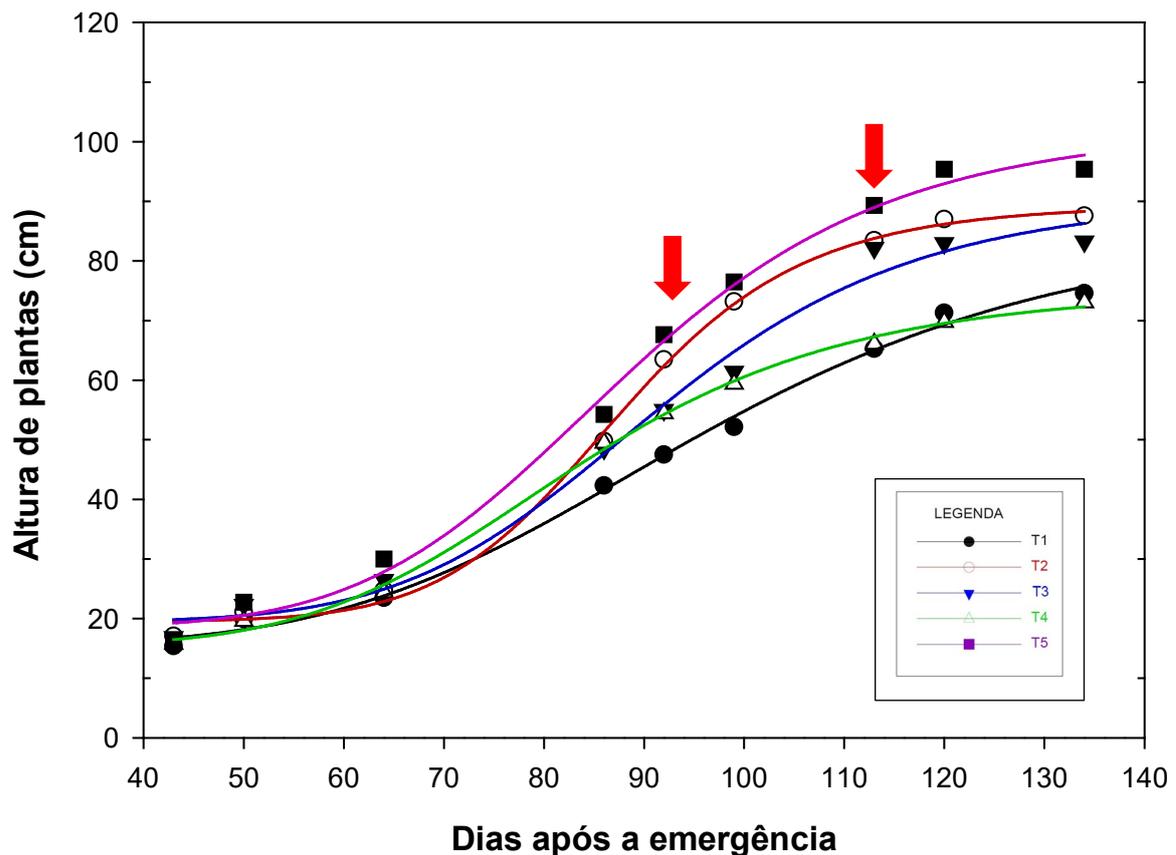
T4 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (400 g ia ha⁻¹)

T5 = 2 aplicações de Moddus no estágio fenológico GS31/32 e GS37 (400 g ia ha⁻¹) – Total: 800 g ia ha⁻¹

Tabela 7: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do primeiro perfilho acompanhado (perfilho vermelho), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens1.

Altura de plantas	a	b	c	d	r ²	Pmax
T1	25,72	72,36	84,70	-9,66	0,9919	98,08
T2	22,87	73,18	87,92	-8,66	0,9971	96,05
T3	24,37	84,27	79,60	-9,34	0,9952	108,64
T4	23,74	90,14	83,76	-7,70	0,9965	113,88
T5	26,93	81,11	75,93	-9,49	0,9959	108,04

Figura 14: Curva de crescimento do segundo perfilho observado e acompanhado (perfilho branco), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens1.



T = Tratamento

T1 = Controle

T2 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (200 g ia ha⁻¹)

T3 = 2 aplicações de Moddus nos estágios fenológicos GS31/32 e GS37 (200 g ia ha⁻¹) – Total: 400 g ia ha⁻¹

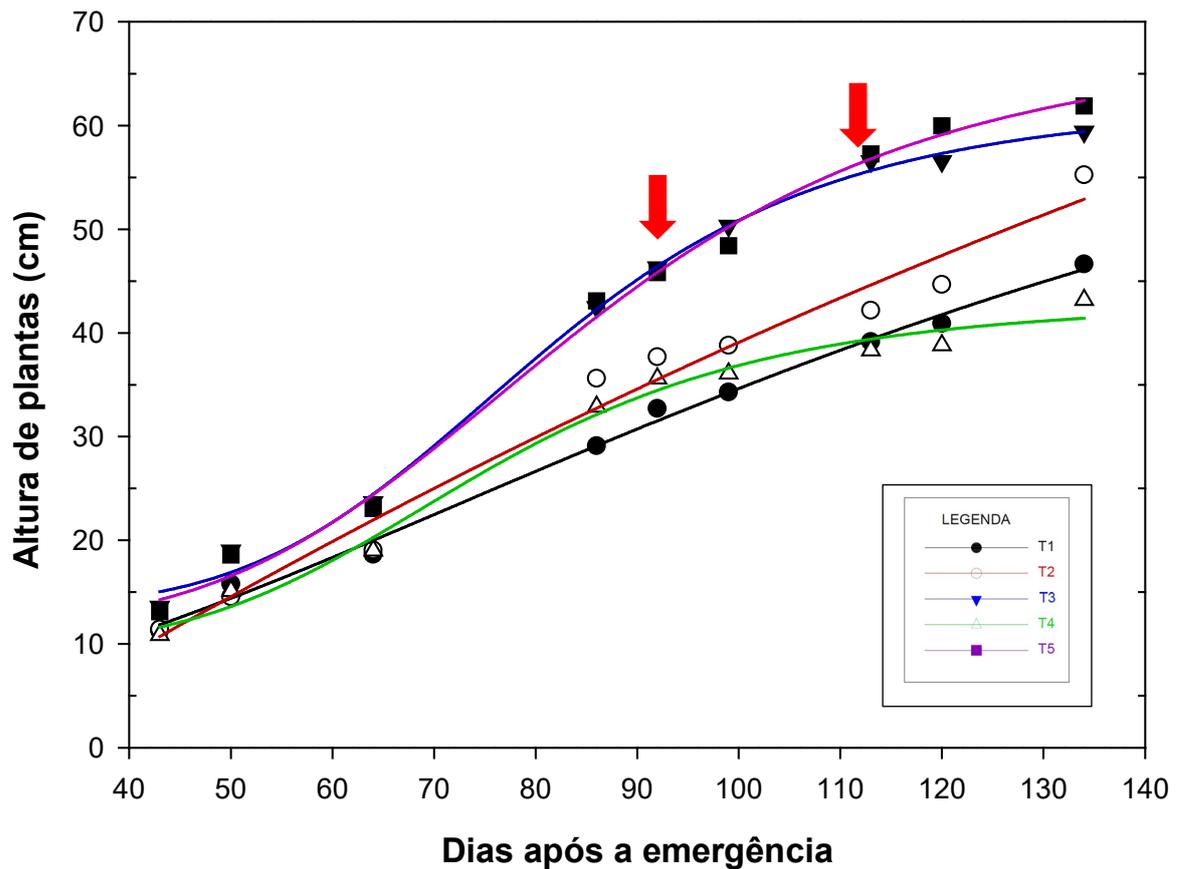
T4 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (400 g ia ha⁻¹)

T5 = 2 aplicações de Moddus no estágio fenológico GS31/32 e GS37 (400 g ia ha⁻¹) – Total: 800 g ia ha⁻¹

Tabela 8: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do segundo perfilho acompanhado (perfilho branco), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens1.

Altura de plantas	a	b	c	d	r ²	Pmax
T1	15,50	71,78	96,25	-4,98	0,9965	87,28
T2	19,55	69,97	87,67	-9,52	0,9976	89,52
T3	19,46	71,53	91,51	-6,96	0,9896	90,99
T4	15,33	60,27	83,23	-5,99	0,998	75,60
T5	18,47	84,46	88,12	-6,51	0,9946	102,93

Figura 15: Curva de crescimento do terceiro perfilho observado e acompanhado (perfilho azul), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens1.



T = Tratamento

T1 = Controle

T2 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (200 g ia ha⁻¹)

T3 = 2 aplicações de Moddus nos estágios fenológicos GS31/32 e GS37 (200 g ia ha⁻¹) – Total: 400 g ia ha⁻¹

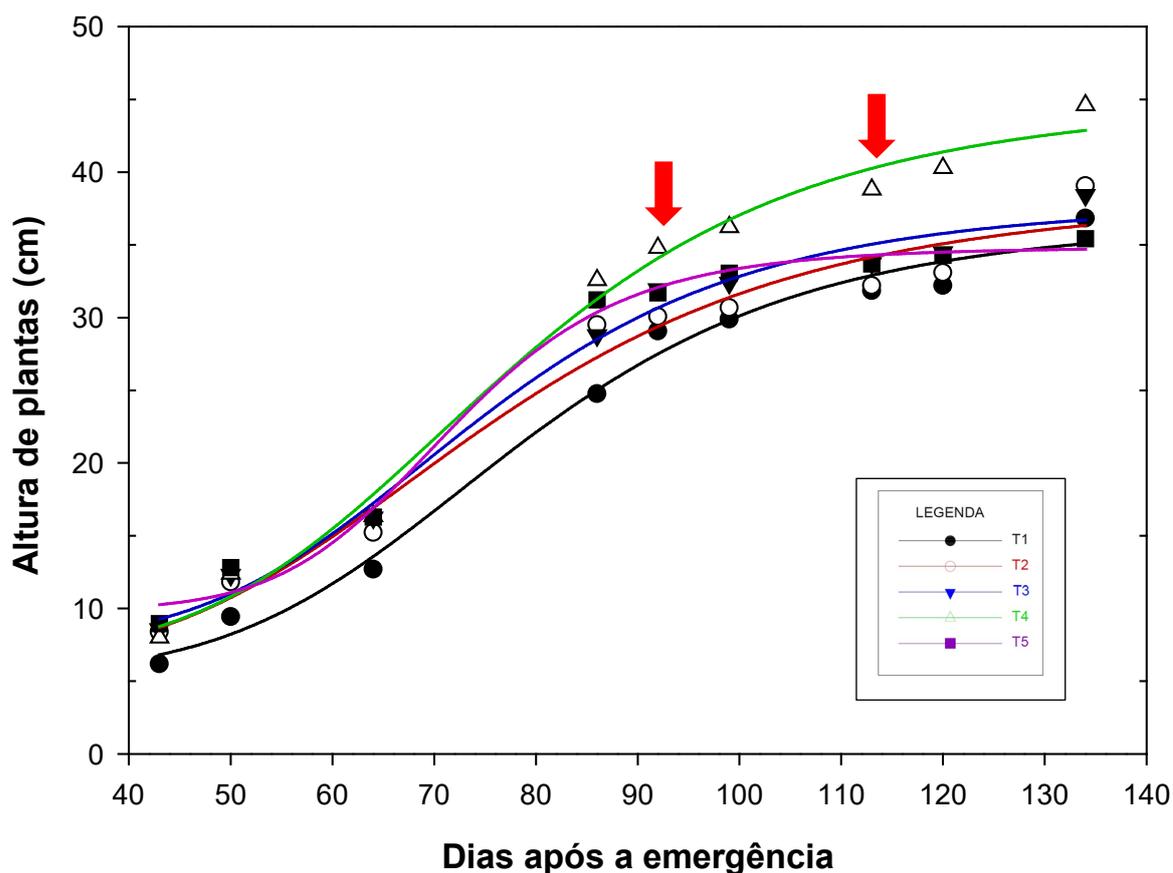
T4 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (400 g ia ha⁻¹)

T5 = 2 aplicações de Moddus no estágio fenológico GS31/32 e GS37 (400 g ia ha⁻¹) – Total: 800 g ia ha⁻¹

Tabela 9: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do terceiro perfilho acompanhado (perfilho azul), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens1.

Altura de plantas	a	b	c	d	r ²	Pmax
T1	3,74	76,96	121,36	-2,06	0,9945	80,7
T2	-12,90	197,76	245,85	-1,14	0,9768	184,86
T3	13,45	48,83	80,37	-5,42	0,9965	62,28
T4	9,64	33,44	74,51	-5,02	0,9883	43,08
T5	11,75	56,65	84,05	-4,57	0,9949	68,4

Figura 16: Curva de crescimento do quarto perfilho observado e acompanhado (perfilho rosa), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens1.



T = Tratamento

T1 = Controle

T2 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (200 g ia ha⁻¹)

T3 = 2 aplicações de Moddus nos estágios fenológicos GS31/32 e GS37 (200 g ia ha⁻¹) – Total: 400 g ia ha⁻¹

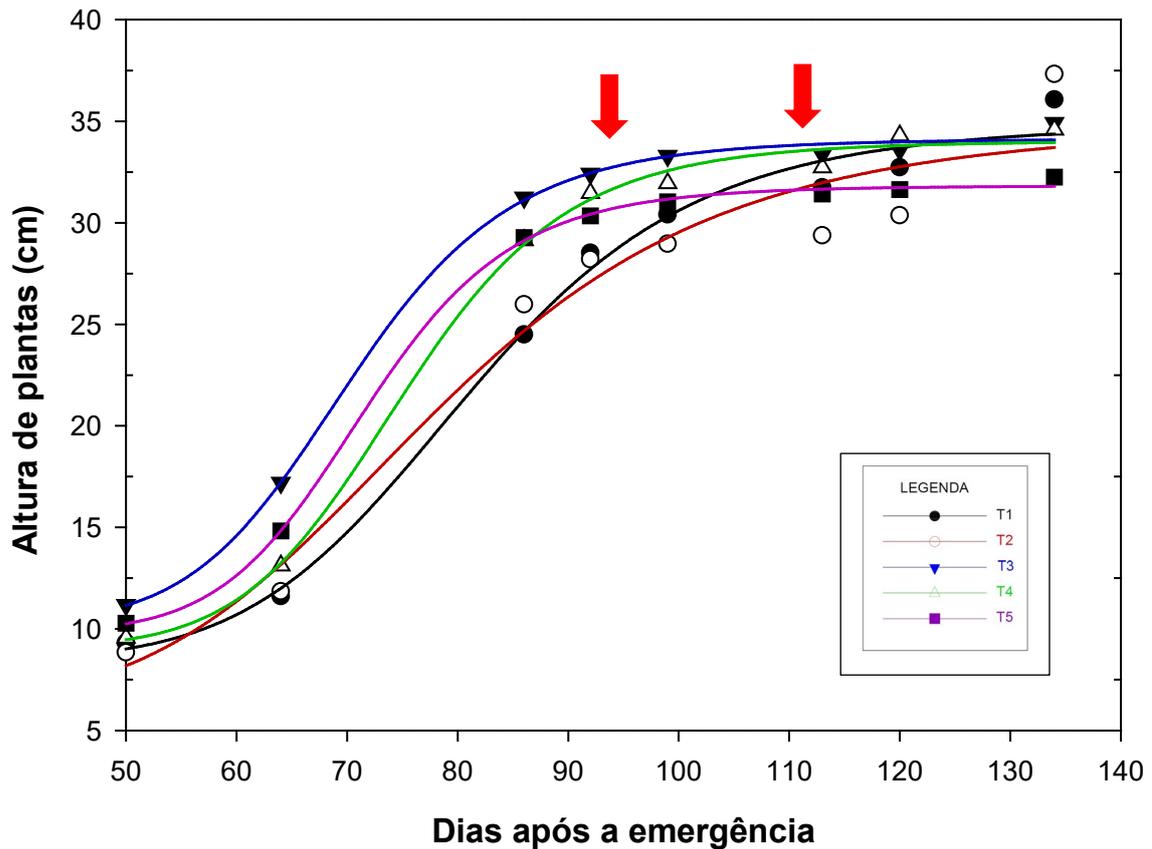
T4 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (400 g ia ha⁻¹)

T5 = 2 aplicações de Moddus no estágio fenológico GS31/32 e GS37 (400 g ia ha⁻¹) – Total: 800 g ia ha⁻¹

Tabela 10: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do quarto perfilho acompanhado (perfilho rosa), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens1.

Altura de plantas	a	b	c	d	r ²	Pmax
T1	5,56	31,21	78,21	-5,31	0,9881	36,77
T2	6,23	32,28	74,83	-4,50	0,973	38,51
T3	7,64	30,33	74,04	-5,29	0,9883	37,97
T4	6,70	38,39	76,61	-4,97	0,9902	45,09
T5	9,91	24,91	71,65	-8,35	0,9923	34,82

Figura 17: Curva de crescimento do quinto perfilho observado e acompanhado (perfilho amarelo), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens1.



T = Tratamento

T1 = Controle

T2 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (200 g ia ha⁻¹)

T3 = 2 aplicações de Moddus nos estágios fenológicos GS31/32 e GS37 (200 g ia ha⁻¹) – Total: 400 g ia ha⁻¹

T4 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (400 g ia ha⁻¹)

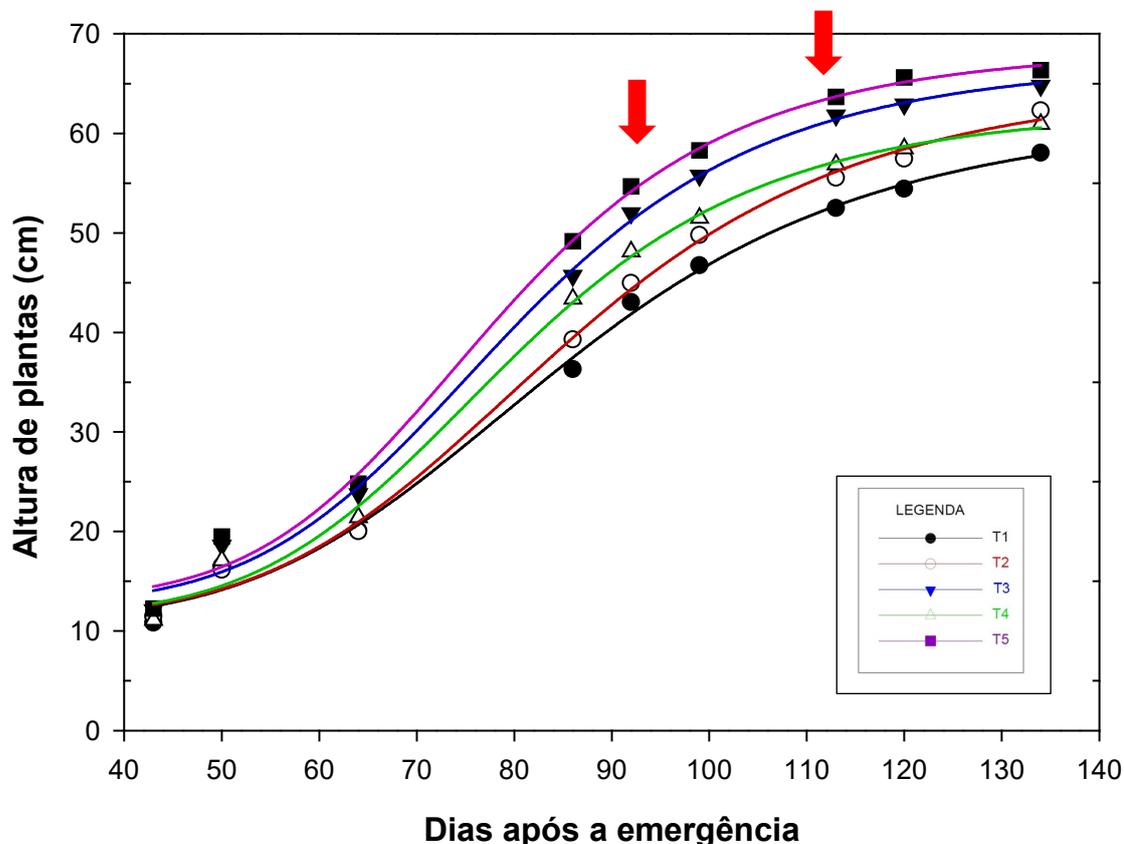
T5 = 2 aplicações de Moddus no estágio fenológico GS31/32 e GS37 (400 g ia ha⁻¹) – Total: 800 g ia ha⁻¹

Tabela 11: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do quinto perfilho acompanhado (perfilho amarelo), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens1.

Altura de plantas	a	b	c	d	r²	Pmax
T1	8,44	26,43	81,09	-7,85	0,9906	34,87
T2	6,14	28,69	77,58	-5,84	0,9535	34,83
T3	10,27	23,86	70,23	-9,55	0,9979	34,13
T4	9,06	24,97	75,06	9,81	0,9971	34,03
T5	9,81	22,01	71,64	-10,77	0,9994	31,82

Analisando os dados das tabelas e figuras acima (Tabelas 7 a 11 e Figuras 13 a 17), referentes ao crescimento dos cinco perfilhos acompanhados ao longo do experimento, nota-se que o efeito da aplicação do trinexapac-ethyl no ensaio teve maior impacto nos últimos perfilhos (perfilhos rosa e amarelo) emitidos pelas plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, enquanto nos primeiros perfilhos emitidos (vermelho, branco e azul) não é possível visualizar efeito na redução da altura das plantas ao longo do tempo. É provável que a época de aplicação do trinexapac ethyl foi tardia e por isso os resultados não foram satisfatórios no que diz respeito à redução da altura dos perfilhos como benefício à redução do acamamento. Quando se realizou a curva de crescimento de altura média dos cinco perfilhos acompanhados, conforme observado na Figura 18 e Tabela 12, a fim de visualizar o efeito do fitorregulador na planta como um todo, pode-se observar que a aplicação do produto se deu de maneira tardia, haja vista que não houve diferença estatística entre os tratamentos, no parâmetro de altura de planta.

Figura 18: Curva de crescimento da média dos cinco perfilhos observados e acompanhados, submetidos à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens1.



T = Tratamento

T1 = Controle

T2 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (200 g ia ha⁻¹)

T3 = 2 aplicações de Moddus nos estágios fenológicos GS31/32 e GS37 (200 g ia ha⁻¹) – Total: 400 g ia ha⁻¹

T4 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (400 g ia ha⁻¹)

T5 = 2 aplicações de Moddus no estágio fenológico GS31/32 e GS37 (400 g ia ha⁻¹) – Total: 800 g ia ha⁻¹

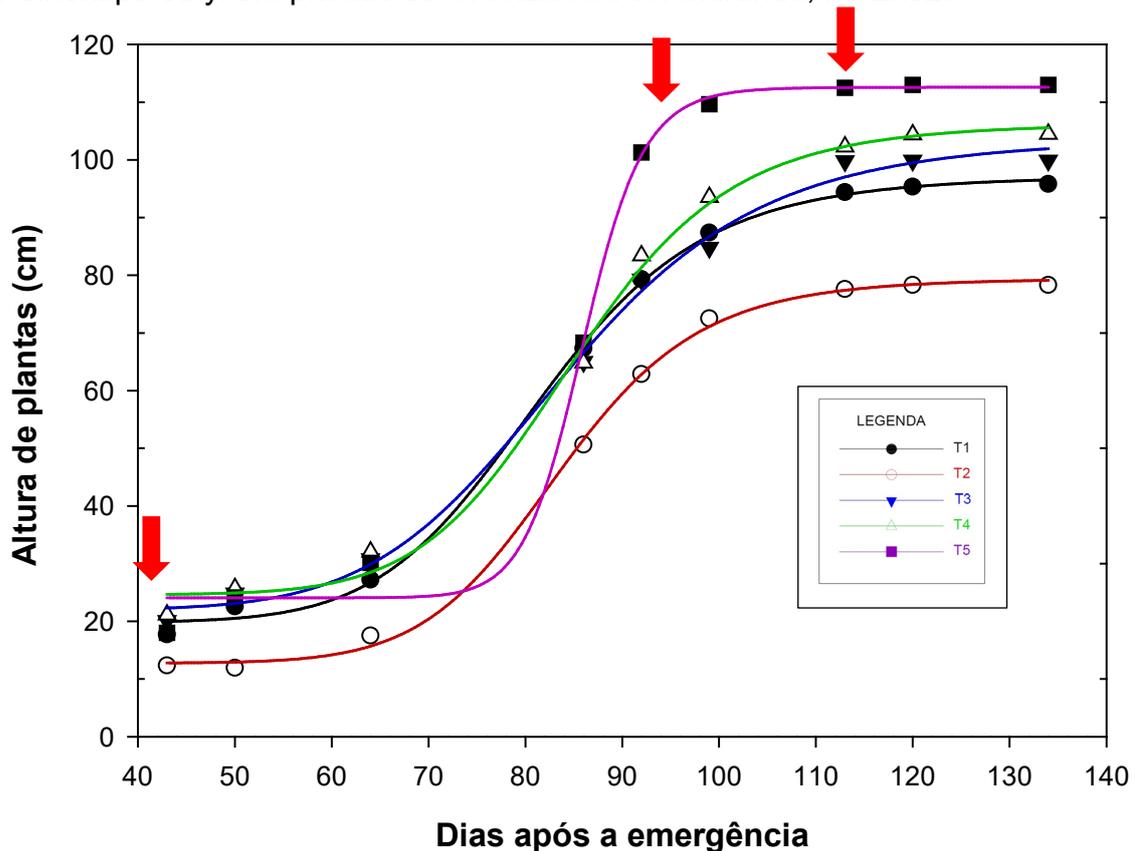
Tabela 12: Parâmetros do modelo logístico para altura média de plantas dos cinco perfilhos acompanhados, submetidos à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens1.

Altura de plantas	a	b	c	d	r ²	Pmax
T1	11,02	51,22	84,90	-5,16	0,9952	62,24
T2	11,37	54,13	84,79	-5,45	0,997	65,50
T3	12,70	54,71	79,52	-5,96	0,9963	67,41
T4	11,51	51,23	79,49	-5,96	0,9962	62,74
T5	13,12	55,53	77,82	-6,22	0,9956	68,65

Unan *et al.* (2013) avaliando o efeito da aplicação de trinexapac-ethyl e densidades de semeadura na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) concluíram que todas as doses aplicadas reduziram o comprimento das plantas. Ressalta-se que

estes autores realizaram a aplicação do regulador de crescimento nas doses de 100, 200 e 300 g de i.a. ha⁻¹ em aplicação única, na escala Zadoks 31/32, obtendo a dose ótima de 170 g de i.a. ha⁻¹ através da análise de regressão.

Figura 19: Curva de crescimento do primeiro perfilho observado e acompanhado (perfilho vermelho), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens2.



T = Tratamento

T1 = Controle

T 2 = 2 aplicações Moddus GS13 dose 400 g ia ha⁻¹ e GS31/32 mais 400 g ia ha⁻¹ – Total: 800 g ia ha⁻¹

T 3 = 1 aplicação Moddus GS31/32 800 g ia ha⁻¹

T4 = 2 aplicações Moddus GS31/32 dose 400 g ia ha⁻¹ e GS39 mais 400 g ia ha⁻¹ - Total: 800 g ia ha⁻¹

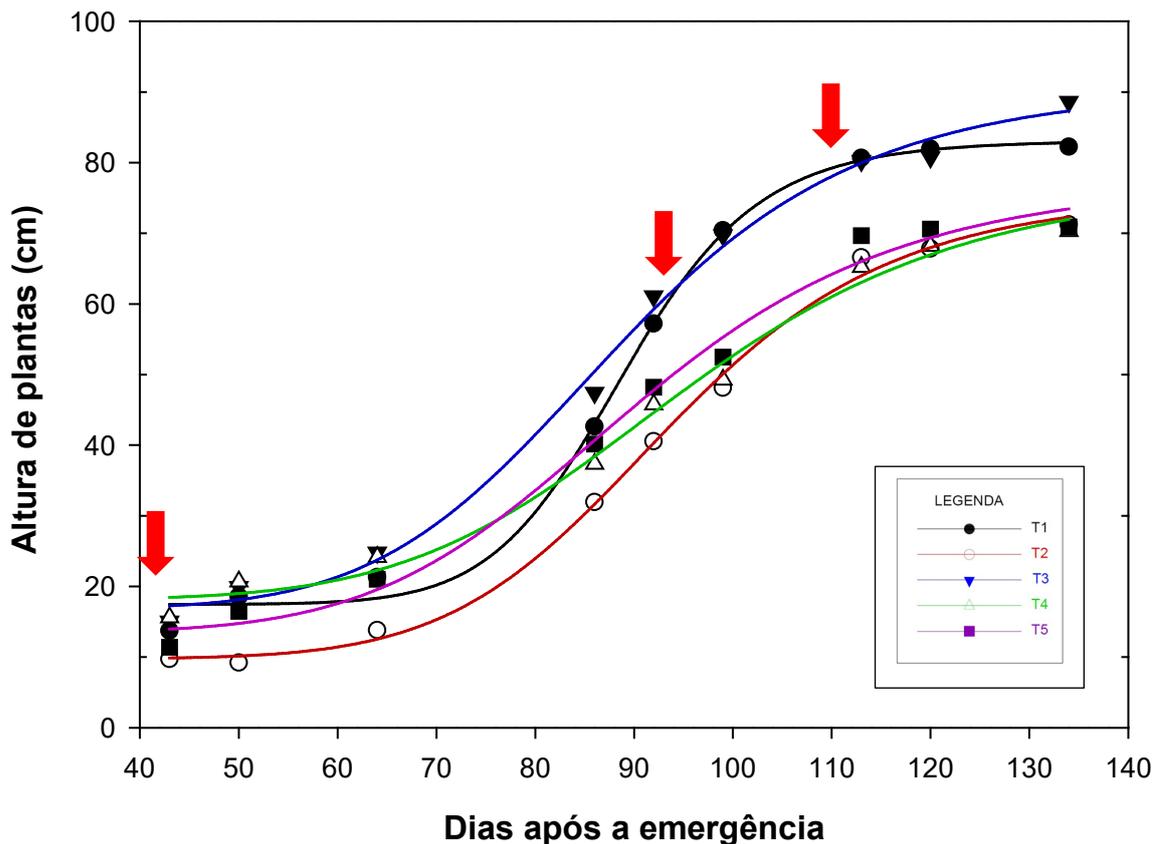
T5 = 1 aplicação Moddus GS39 800 g ia ha⁻¹

Considerando no presente ensaio que os tratamentos dois e quatro correspondem as doses de 200 e 400 g de i.a. ha⁻¹ em dose única (Zadoks 31/32) e os tratamentos três e cinco correspondem as doses de 400 e 800 g de i.a. ha⁻¹ em doses parceladas (Zadoks 31/32 e Zadoks 37), nota-se através da Figura 12 que a aplicação em parcela única promoveu uma redução na altura das plantas mais eficiente do que quando aplicada de maneira parcelada, sendo a aplicação única no estágio mais avançado ineficiente na redução da alturas das plantas e conseqüentemente, na redução do acamamento.

Tabela 13: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do primeiro perfilho acompanhado (perfilho vermelho), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens2.

Tratamentos	a	b	c	d	r ²	Pmax
T1	19,81	77,37	81,50	-9,60	0,9987	97,18
T2	12,75	66,65	83,58	-11,52	0,9989	79,40
T3	21,95	81,73	84,06	-8,18	0,9966	103,68
T4	24,61	81,62	85,07	-10,52	0,9959	106,23
T5	24,06	88,52	85,98	-27,71	0,9946	112,58

Figura 20: Curva de crescimento do segundo perfilho observado e acompanhado (perfilho branco), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens2.



T = Tratamento

T1 = Controle

T 2 = 2 aplicações Moddus GS13 dose 400 g ia ha⁻¹ e GS31/32 mais 400 g ia ha⁻¹ – Total: 800 g ia ha⁻¹

T 3 = 1 aplicação Moddus GS31/32 800 g ia ha⁻¹

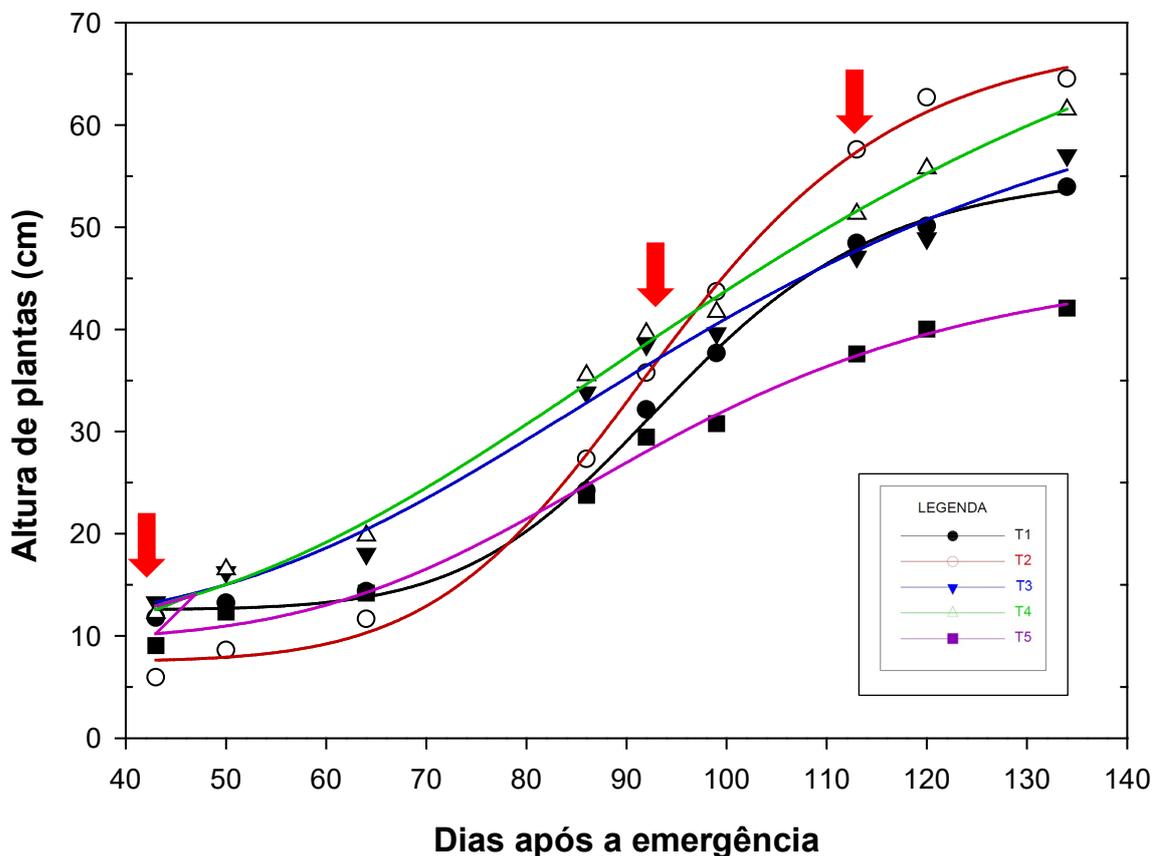
T4 = 2 aplicações Moddus GS31/32 dose 400 g ia ha⁻¹ e GS39 mais 400 g ia ha⁻¹ - Total: 800 g ia ha⁻¹

T5 = 1 aplicação Moddus GS39 800 g ia ha⁻¹

Tabela 14: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do segundo perfilho acompanhado (perfilho branco), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens2.

Tratamentos	a	b	c	d	r ²	Pmax
T1	15,50	71,78	96,25	-4,98	0,9965	87,28
T2	19,55	69,97	87,67	-9,52	0,9976	89,52
T3	19,46	71,53	91,51	-6,96	0,9896	90,99
T4	15,33	60,27	83,23	-5,99	0,998	75,60
T5	18,47	84,46	88,12	-6,51	0,9946	102,93

Figura 21: Curva de crescimento do terceiro perfilho observado e acompanhado (perfilho azul), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens2.



T = Tratamento

T1 = Controle

T 2 = 2 aplicações Moddus GS13 dose 400 g ia ha⁻¹ e GS31/32 mais 400 g ia ha⁻¹ – Total: 800 g ia ha⁻¹

T 3 = 1 aplicação Moddus GS31/32 800 g ia ha⁻¹

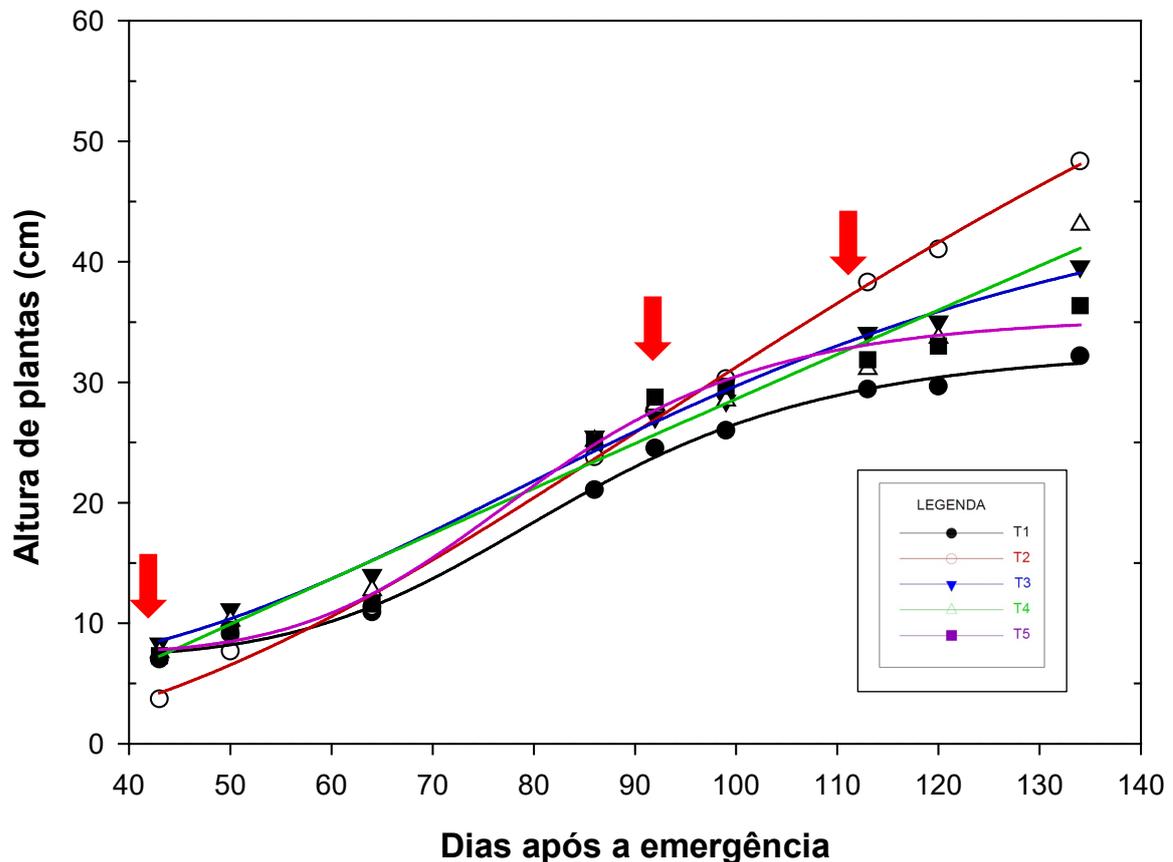
T4 = 2 aplicações Moddus GS31/32 dose 400 g ia ha⁻¹ e GS39 mais 400 g ia ha⁻¹ - Total: 800 g ia ha⁻¹

T5 = 1 aplicação Moddus GS39 800 g ia ha⁻¹

Tabela 15: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do terceiro perfilho acompanhado (perfilho azul), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens2.

Altura de plantas	a	b	c	d	r ²	Pmax
T1	12,56	42,95	94,92	-8,91	0,9981	55,51
T2	7,50	61,73	94,20	-7,88	0,9979	69,23
T3	10,94	58,25	98,20	-3,82	0,9904	69,19
T4	9,57	74,20	104,61	-3,43	0,9965	83,77
T5	9,58	37,54	92,58	-5,29	0,9941	47,12

Figura 22: Curva de crescimento do quarto perfilho observado e acompanhado (perfilho rosa), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens2.



T = Tratamento

T1 = Controle

T 2 = 2 aplicações Moddus GS13 dose 400 g ia ha⁻¹ e GS31/32 mais 400 g ia ha⁻¹ – Total: 800 g ia ha⁻¹

T 3 = 1 aplicação Moddus GS31/32 800 g ia ha⁻¹

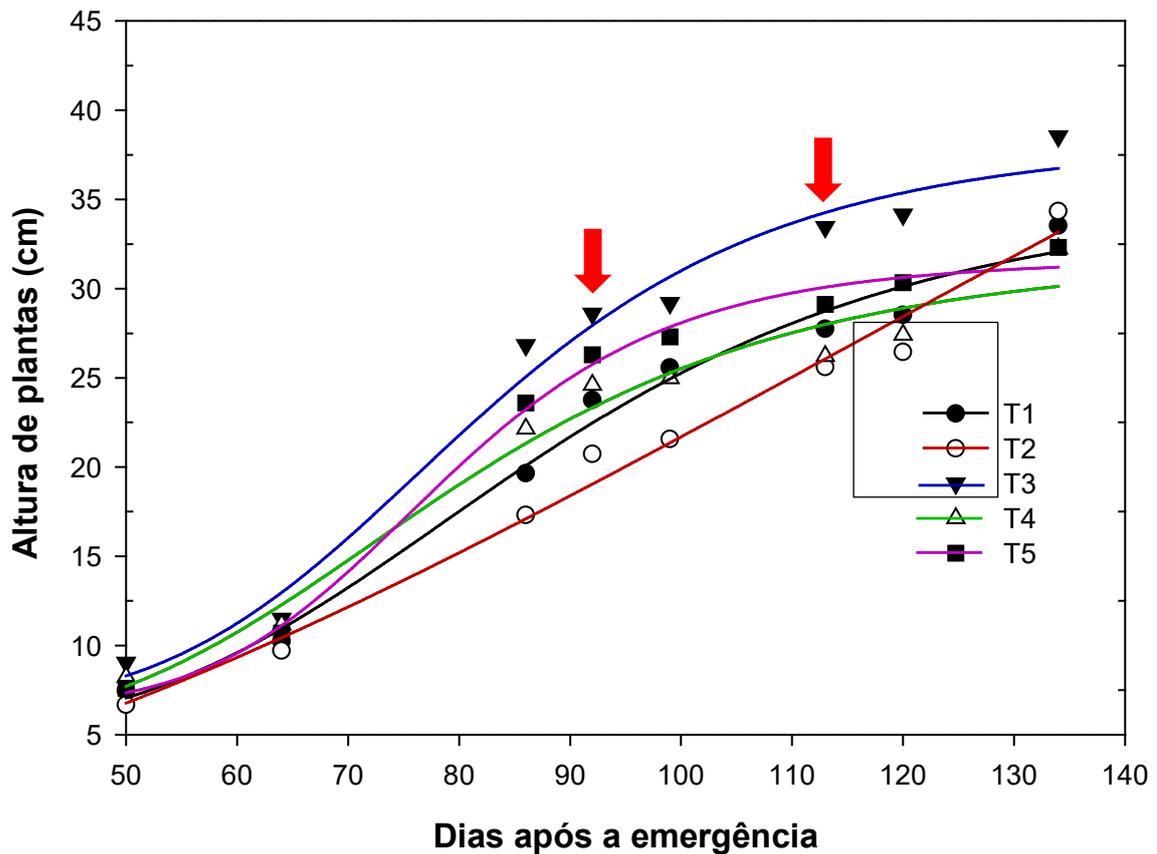
T4 = 2 aplicações Moddus GS31/32 dose 400 g ia ha⁻¹ e GS39 mais 400 g ia ha⁻¹ - Total: 800 g ia ha⁻¹

T5 = 1 aplicação Moddus GS39 800 g ia ha⁻¹

Tabela 16: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do quarto perfilho acompanhado (perfilho rosa), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapc-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens2.

Tratamentos	a	b	c	d	r ²	Pmax
T1	7,13	25,80	83,42	-6,12	0,9961	32,93
T2	-1,10	90,87	125,67	-2,59	0,998	89,77
T3	5,19	44,99	94,58	-3,20	0,9946	50,18
T4	-9,26	2201,63	5829,05	-0,99	0,9735	2192,37
T5	7,39	28,19	80,11	-6,81	0,9917	35,58

Figura 23: Curva de crescimento do quinto perfilho observado e acompanhado (perfilho amarelo), submetido à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens2.



T = Tratamento

T1 = Controle

T 2 = 2 aplicações Moddus GS13 dose 400 g ia ha⁻¹ e GS31/32 mais 400 g ia ha⁻¹ – Total: 800 g ia ha⁻¹

T 3 = 1 aplicação Moddus GS31/32 800 g ia ha⁻¹

T4 = 2 aplicações Moddus GS31/32 dose 400 g ia ha⁻¹ e GS39 mais 400 g ia ha⁻¹ - Total: 800 g ia ha⁻¹

T5 = 1 aplicação Moddus GS39 800 g ia ha⁻¹

Tabela 17: Parâmetros do modelo logístico para altura de plantas do quinto perfilho acompanhado (perfilho amarelo), submetido à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens2.

Tratamentos	a	b	c	d	r ²	Pmax
T1	8,44	26,43	81,09	-7,85	0,9906	34,87
T2	6,14	28,69	77,58	-5,84	0,9535	34,83
T3	10,27	23,86	70,23	-9,55	0,9979	34,13
T4	9,06	24,97	75,06	9,81	0,9971	34,03
T5	9,81	22,01	71,64	-10,77	0,9994	31,82

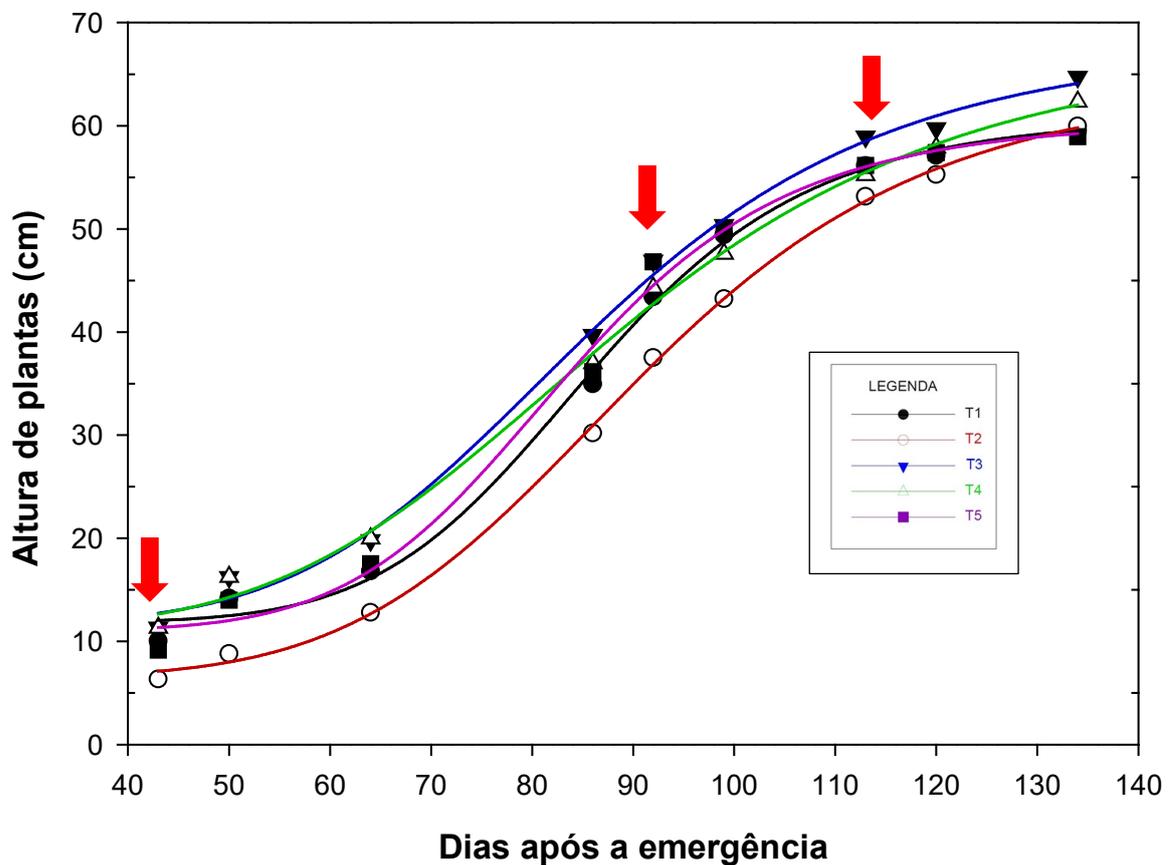
O tratamento dois que foi o único tratamento a receber aplicação do produto na fase vegetativa da planta (Zadoks GS13). Analisando com ênfase as Figuras 19 e 20, referentes ao primeiro e segundo perfilho observado, respectivamente, nota-se claramente o efeito da aplicação do trinexapac-ethyl sobre a altura do perfilho, apresentando médias menores que todos os demais tratamentos inclusive com relação ao controle. Já para os perfilhos mais jovens, ou seja, o terceiro e quarto perfilhos observados, nota-se através das Figuras 21 a 22 que o efeito do produto na presente variável deixou de existir, indicando que a época de aplicação para se alcançar os resultados previstos é tão ou mais importante que a dose aplicada. Observando a figura 23 destaca-se o que último perfilho acompanhado não recebeu a primeira dose do produto aos 40 DAE, pois o mesmo ainda não tinha emergido.

Corroborando com os dados obtidos nesse experimento, Martins *et al.* (2004) avaliando épocas de aplicação do trinexapac-ethyl associado ao sombreamento artificial no cultivo do trigo em dois anos consecutivos, no município de Ponta Grossa/PR, observaram menores médias de alturas das plantas quanto mais cedo as mesmas foram submetidas à aplicação de produto, independente dos sombreamentos propostos pelos autores.

Rodrigues *et al.* (2003) relatam que aplicações tardias reduzem sensivelmente o tamanho das plantas pois o fitorregulador irá atuar nos entrenós superiores, mais relacionados com o pedúnculo, atrasando inclusive a floração. Neste sentido, necessita-se realizar uma análise da fisiologia das plantas estudadas, principalmente no tocante à emissão de estruturas reprodutivas, lembrando que no caso das pastagens a emissão destas estruturas reprodutivas ocorre em momentos diferentes de acordo com a época de emissão dos perfilhos, dificultando, portanto, definir uma época de aplicação mais adequada ao objetivo proposto.

Zagonel e Fernandes (2007) concluíram que a aplicação de trinexapac-ethyl deve ser recomendada quando as plantas estiverem entre o primeiro e segundo nós perceptíveis, neste experimento representado pela escala Zadoks 31/32. Berti *et al.* (2007) destacam que caso se tenha por objetivo, com a aplicação do trinexapac-ethyl, a redução da altura da planta, estas devem ser realizadas em épocas mais tardias pois o fitorregulador irá atuar nos entrenós mais longos, produzindo resultados mais intensos.

Figura 24: Curva de crescimento da média dos cinco perfilhos observados e acompanhados, submetidos à aplicação diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens2.



T = Tratamento

T1 = Controle

T 2 = 2 aplicações Moddus GS13 dose 400 g ia ha⁻¹ e GS31/32 mais 400 g ia ha⁻¹ – Total: 800 g ia ha⁻¹

T 3 = 1 aplicação Moddus GS31/32 800 g ia ha⁻¹

T4 = 2 aplicações Moddus GS31/32 dose 400 g ia ha⁻¹ e GS39 mais 400 g ia ha⁻¹ - Total: 800 g ia ha⁻¹

T5 = 1 aplicação Moddus GS39 800 g ia ha⁻¹

Vale lembrar que na maioria das culturas estudadas submetidas à aplicação deste fitorregulador, os resultados se manifestam após 15 a 20 dias contados da aplicação do mesmo (PENCKOWSKI *et al.*, 2010), fato que pode ser constatado nos

presentes experimentos e destacado através de setas indicativas nas Figuras 13 a 24 que representam o dia da aplicação do regulador de crescimento. A resposta de altura de plantas complexas quanto ao crescimento como a *U. brizantha* cv. Marandu pode estar associada com uma infinidade de fatores, sendo melhor utilizar ambiente controlado para isolar esses fatores de interação. Na figura quatro pode ser visto a média dos perfilhos acompanhados, destaca-se o tratamento dois que manteve a menor altura por todo o período acompanhado, se igualando aos demais tratamentos após a fase reprodutiva, ou seja, após a emissão da haste reprodutiva.

Tabela 18: Parâmetros do modelo logístico para altura média de plantas dos cinco perfilhos acompanhados, submetidos à aplicação de diferentes doses e épocas de aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu, no Ens2.

Tratamentos	a	b	c	d	r ²	Pmax
T1	11,83	49,15	86,10	-7,91	0,9967	60,98
T2	6,51	58,17	90,67	-6,12	0,9992	64,68
T3	11,63	56,58	85,69	-5,69	0,9965	68,21
T4	11,12	57,13	88,13	-5,01	0,9966	68,25
T5	11,01	49,57	83,47	-7,56	0,9936	60,58

5.3 Parâmetros reprodutivos

Os resultados obtidos e expressos na Tabela 19 demonstram que para as análises do teste do tetrazólio e do índice de velocidade de germinação não houve diferença entre as doses e épocas aplicadas, comparativamente ao controle, indicando que não houve efeito do produto nestas duas determinações. Já para a germinação das sementes o tratamento cinco foi superior ao tratamento três.

Inicialmente, destaca-se que a dose de 800 g ia ha⁻¹ é bastante superior à recomendação de 125 g ia ha⁻¹ do fabricante para culturas como trigo e cevada. De acordo com Brezinsky *et al.* (2012), as giberelinas controlam um grande número de processos fisiológicos como alongamento do eixo caulinar (alongamento dos entrenós), a quebra da dormência na germinação da semente e a mobilização de substâncias de reservas em cariopses nas Poaceae. A promoção do alongamento dos entrenós por giberelinas deve-se à promoção tanto do crescimento celular quanto da divisão celular (ESTEVO, 2013). De acordo com a Tabela 20 nota-se que

as doses do trinexapac-ethyl interferiram na germinação e conseqüentemente no índice de velocidade de germinação das plantas de *U. brizantha* cv. Marandu nos dois ensaios.

O tratamento três foi o que apresentou menor índice de germinação das sementes, indicando que a fase fenológica de aplicação do produto não era favorável tendo ocorrido de maneira tardia. Já o tratamento cinco que utilizou o dobro da dosagem, também com parcelamento e com a mesma época de aplicação do tratamento três, apresentou resultados superiores quanto à germinação das sementes da forrageira. Apesar disso pode-se concluir que são necessários outros ensaios para definir a influência da aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de *U. brizantha* cv. Marandu na germinação das sementes.

Tabela 19: Resultados médios do teste de tetrazólio (TZ), porcentagem de germinação (GE) e índice de velocidade de germinação (IVG) avaliados após a aplicação do regulador de crescimento trinexapac-ethyl a partir do estágio reprodutivo da planta no Ens1.

Tratamento	TZ	GE	IVG
	%		
T1	83,33 a	55,40 ab	3,80 a
T2	79,17 a	54,00 ab	3,32 a
T3	89,58 a	43,20 b	2,61 a
T4	95,83 a	52,60 ab	3,16 a
T5	89,58 a	72,80 a	4,27 a
CV% ¹	9,04	27,70	30,58

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Tukey a 5% de probabilidade.

¹CV = coeficiente de variação.

T1 = Controle

T2 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (200 g ia ha⁻¹)

T3 = 2 aplicações de Moddus nos estágios fenológicos GS31/32 e GS37 (200 g ia ha⁻¹) – Total: 400 g ia ha⁻¹

T4 = 1 aplicação de Moddus no estágio fenológico GS31/32 (400 g ia ha⁻¹)

T5 = 2 aplicações de Moddus no estágio fenológico GS31/32 e GS37 (400 g ia ha⁻¹) – Total: 800 g ia ha⁻¹

Amabile *et al.* (2004) avaliando a aplicação de trinexapac-ethyl nas doses de 100 e 125 g ia ha⁻¹ no cultivo de cevada cervejeira nos estágios fenológicos GS31 e GS32, respectivamente, em área irrigada no Distrito Federal, observaram não só redução do porte das plantas e conseqüente redução do acamamento, mas também não houve interferência negativa da aplicação do produto nas variáveis produtivas como rendimento dos grãos e teor de proteína.

Tabela 20: Resultados médios do teste de tetrazólio (TZ), porcentagem de germinação (GE) e índice de velocidade de germinação (IVG) avaliados após a aplicação do regulador de crescimento trinexapac-ethyl nos estágios fenológicos Zadoks GS13, GS31/32 e GS39 no Ens2.

Tratamento	TZ	GE	IVG
	%		
T1	87,50 a	57,80 ab	3,68 ab
T2	93,75 a	51,60 abc	3,17 abc
T3	91,67 a	34,60 c	1,98 c
T4	79,17 a	38,20 bc	2,45 bc
T5	89,58 a	72,20 a	4,76 a
CV% ¹	9,04	23,27	27,01

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Tukey a 5% de probabilidade.

¹CV = coeficiente de variação.

T1 = Controle

T 2 = 2 aplicações Moddus GS13 dose 400 g ia ha⁻¹ e GS31/32 mais 400 g ia ha⁻¹ – Total: 800 g ia ha⁻¹

T 3 = 1 aplicação Moddus GS31/32 800 g ia ha⁻¹

T4 = 2 aplicações Moddus GS31/32 dose 400 g ia ha⁻¹ e GS39 mais 400 g ia ha⁻¹ - Total: 800 g ia ha⁻¹

T5 = 1 aplicação Moddus GS39 800 g ia ha⁻¹

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mais trabalhos devem ser desenvolvidos sobre a aplicação de trinexapac-ethyl e seus efeitos nos parâmetros vegetativos e reprodutivos, principalmente em pastagens haja visto a produção de sementes destas espécies serem muito diferentes da produção de sementes de cereais, como arroz, trigo, aveia.

Em função da interação entre diversas variáveis (luminosidade, precipitação, vento, etc.) no crescimento, produção e viabilidade de sementes de *U. brizantha* cv. Marandu, faz-se necessário desenvolver experimentos deste tipo em ambientes controlados para que seja possível isolar os fatores de produção.

Ajustar a dose e principalmente, à época de aplicação, é fundamental para obter êxito nos resultados obtidos ao término do ensaio perante os objetivos propostos na elaboração da proposta de experimento.

Observando as curvas de crescimento dos perfilhos individualmente, nos dois ensaios realizados, mostra que o comportamento do perfilho quanto ao crescimento é o mesmo, independentemente da idade e altura dos mesmos, sendo que a emissão da haste reprodutiva é induzida pelo fotoperíodo.

O uso de trinexapac ethyl na dosagem de 200 g i.a. ha⁻¹ aplicado em dose única no estágio fenológico GS31/32 promoveu maior número de perfilhos por planta, sem alterar as demais características vegetativas e reprodutivas de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

Quando aplicado na dosagem de 800 g i.a. ha⁻¹ parcelado no estágio fenológico GS13 e GS31/32, com a primeira dose na fase vegetativa da planta foi o tratamento que promoveu diferença estatística para o maior número de parâmetros analisados (NP, NF e MSV).

O uso do regulador de crescimento trinexapac ethyl em plantas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu próximo ao estágio reprodutivo (GS37) não afeta significativamente a germinação e o índice de velocidade de germinação, mantendo-se a viabilidade das sementes através do teste do tetrazólio. Em contrapartida, doses maiores do regulador de crescimento em estágios mais avançados além de não controlar alturas de plantas, fato que pode representar problema no acamamento caso a produtividade seja elevada, podem interferir com o balanço hormonal das sementes e acelerar a perda de dormência.

7 CONCLUSÃO

O ingrediente ativo trinexapac-ethyl interfere nos parâmetros de crescimento das plantas principalmente quando aplicado na fase vegetativa, não possui efeito negativo sobre viabilidade das sementes, porém determinar a dose exata combinada com a época de aplicação é fundamental para que os resultados obtidos sejam os desejados.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. M. *et al.* O uso de reguladores de crescimento vegetal em plantas forrageiras. **Revista eletrônica Nutri-Time**, v. 12, n. 5, set./out. 2015.
- ALVAREZ, R.C.A. **Absorção, distribuição e redistribuição de nitrogênio (¹⁵N) em cultivares de arroz de terras altas em função da aplicação de reguladores vegetais**. 2003. 87 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.
- ALVAREZ, R. C. *et al.* Influência do etil-trinexapac no acúmulo, na distribuição de nitrogênio e na massa de grãos de arroz de terras altas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 6, p.1487-1496, 2007.
- ALVES, E. *et al.* Efeito do trinexapac-ethyl na cultura do arroz cultivados sob sistema de terras altas. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 27, 2010, Ribeirão Preto. **Anais [...]**. Londrina: SBCPD, 2010. p. 1612-1616.
- AMABILE, R. F. *et al.* **Efeito do regulador de crescimento trinexapac-etil em cevada cervejeira irrigada em áreas de cerrado do Distrito Federal**. 1. ed. Planaltina DF: Embrapa Cerrado, 2004. Disponível em: http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2004/bolpd/bolpd_120.pdf. Acesso: maio 2020, (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; 120).
- AMREIN, J. *et al.* The use of CGA163'935 as a growth regulator in cereals and oilseed rape. *In*: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE - WEEDS, 1989, Switzerland. **Proceedings...** Switzerland: Ciba Geigy, 1989. p. 2-12.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE SEMENTES 2018: Seeds Brazilian Yearbook 2018. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2018. Disponível em: http://www.editoragazeta.com.br/sitewp/wp-content/uploads/2018/10/SEMENTES_2018.pdf. Acesso em: 25 ago. 2020.
- ARF, O. *et al.* Uso de etil-trinexapac em cultivares de arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, p. 150-158, 2012.
- BAZZO, J. H. B. *et al.* Physiological quality of seeds of White oat cultivars in response to trinexapac-ethyl application. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, p. 643-643, 2018.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395p. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf>. Acesso em: junho/2019.
- BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Estatísticas do comércio exterior**. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/>. Acesso em: mar. 2020.

BERTI, M.; ZAGONEL, J.; FERNANDES, E.C. Produtividade de cultivares de trigo em função do trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. **Scientia Agrária**, v. 8, n. 2, p.127- 134, 2007.

BREZINSKI, C. R. *et al.* Nitrogênio e inoculação de *Azospirillum* na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de trigo. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 57, n. 3, p. 257-265, 2014.

CARDOSO, E. D. *et al.* Desempenho fisiológico e superação de dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* submetidas a tratamento químico e envelhecimento artificial. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 21-38, jan./fev. 2014.

CARDOSO, R. E. **Adubação de pastagem *Brachiaria brizantha* cv. Marandu já implantada com diferentes fontes e doses de nitrogênio**. 2019. 39p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2019.

COSTA, N. L. **Formação, manejo e recuperação e pastagens em Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 219p.

DUBREUIL, V. *et al.* Os tipos de climas anuais no Brasil : uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. **Confins [Online]**, n. 37, 2018. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/15738>. Acesso em: 22 abr. 2020.

DIAS, M.C.L.L.; ALVES, S.J. Avaliação da viabilidade de sementes de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich) Stapf pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 145-151, 2008.

EMBRAPA. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/gado-de-corte/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/863/brachiaria-brizanthacv-marandu>. Acesso em: 17 mar. 2020.

EMBRAPA. **Relatório de avaliação dos impactos das tecnologias geradas pela Embrapa Gado de Corte**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2014. 14 p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

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

ESTEVO, P. A. Efeito do regulador de crescimento trinexapac-ethyl em cultivares de arroz irrigado. 2013. 74f. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

FARIA, A.T. *et al.* Alterações nas características fisiológicas da cana-de-açúcar causada por trinexapac-ethyl. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 200-204, 2014.

FIALHO, C.M.T. *et al.* Caracteres morfoanatómicos de *Brachiaria brizantha* submetida à aplicação de trinexapac-ethyl. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 533-539, 2009.

FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras**. Viçosa: Editora Universidade Federal de Viçosa, 2010. 537p.

FREITAS, F.C.L. *et al.* Efeitos do trinexapac-ethyl sobre o crescimento e florescimento da grama-batatais. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 477-486, 2002.

IBGE. **Censo agropecuário 2019**: dados preliminares. Disponível em: https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html. Acesso em: mar. 2020.

HARE, M.D.; LUNPHA, A.; PHENGPHER, S. Effect of foliar applications of trinexapac-ethyl plant growth regulator on seed yield in *Brachiaria* hybrid cv. Mulato II and *Paspalum atratum*. **Tropical Grasslands**, v. 42, p. 181-187, 2008.

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, p. 115-125, 2015.

HECKMAN, N.L. *et al.* Influence of trinexapac-ethyl on respiration of isolated wheat mitochondria. **Crop Science**, Madison v. 42, p. 423-427, 2002.

KASPARY, T.E. *et al.* Regulador de crescimento na produtividade e qualidade de sementes de aveia-branca. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 739-750, 2015.

LUPATINI, G. C. Produção, características morfológicas e valor nutritivo de cultivares de *Brachiaria brizantha* submetidas a duas alturas de resíduo. 64 f. **Tese** (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2010.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCOS JUNIOR, J.; CORREA, D.; NAKAI; E. H. Efeito do regulador de crescimento trinexapac-ethyl na produtividade de trigo. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 2, n. 1, p. 14-19, 2013.

MAROLLI, A. *et al.* **O redutor de crescimento de nome comercial “moddus” na expressão da qualidade industrial de aveia branca**. In: Jornada de Pesquisa, Universidade Regional do Rio Grande do Sul, 18. **Anais [...]** 2013.

MARTINS, L. M. *et al.* Épocas de aplicação de regulador de crescimento e de sombreamento artificial em cultivares de trigo. **Revista EIXO**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 47-59, 2014.

MILES, J. W.; LAPOINTE, S. L. Regional germplasm evaluation: a portfolio of germplasm options for the major ecosystems of tropical America. *In: PASTURE FOR THE TROPICAL LOWLANDS CIAT's CONTRIBUTION. Anais [...]*. Cali, CIAT, 1992. p. 9-28.

NASCIMENTO, V. *et al.* Uso do regulador de crescimento etil-trinexapac em arroz de terras altas. **Bragantia**, v. 68, p. 921-929, 2009.

NOVEMBRE, A.D.L.C.; CHAMMA, H.M.C.P.; GOMES, R.B.R. Viabilidade das sementes de Braquiária pelo teste de tetrazólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 147-151, 2006.

OSAKI, F. **Calagem e adubação**. 2. ed. Campinas: Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola, 1991. 503p.

PAULINO, V.T. *et al.* Sustentabilidade de pastagens - Manejo adequado como medida redutora da emissão de gases de efeito estufa. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RAÇAS ZEBUÍNAS*, 8. **Anais [...]**. Uberaba, v. 1. p. 24- 41, 2011.

PENCKOWSKI, L.H.; ZAGONEL, J.; FERNANDES E.C. Qualidade industrial do trigo em função do trinexapac-ethyl e doses de nitrogênio. **Ciência e agrotecnologia**, v. 34, p. 1492-1499, 2010.

PESKE, S.T. O mercado de sementes no Brasil. **Seed News**, v. 20, n. 3, p. 1-3, 2016.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 285p.

RAIJ, B. *et al.* **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. rev. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RIBEIRO JÚNIOR, N.G. *et al.* Anatomia e morfometria de raízes e folhas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em diferentes estádios de acometimento da síndrome da morte das pastagens. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 72, n. 1, p. 127-132, 2017.

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

ROLSTON, P. *et al.* Trinexapac-ethyl delays lodging and increases seed yield in perennial ryegrass seed crops. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 53, n. 4, p. 403-406, 2010.

SHAHGHOLI, M. *et al.* Salicylic Acid and Trinexapac-ethyl Affecton Chlorophyll Content and Shoot Properties of *Lolium perene* cv. 'SpeedyGreen'. **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, v. 06, n. 16, p. 1123-1126, 2013.

SEEFELDT, S. S.; JENSEN, S. E.; FUERST, E. P. Logistic analysis of herbicide dose-response relationship. **Weed Technol.**, v. 9, p. 218-227, 1995.

SILVA, T. O. *et al.* Produção do capim Marandu submetido a doses de nitrogênio em um latossolo amarelo. **Agropecuária Técnica**, v. 26, n. 1, p. 29-35, 2005.

SOUZA, F.H.D. Produção e comercialização de sementes de plantas forrageiras tropicais no Brasil. *In*: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS, 2. **Anais [...]**. Lavras: UFLA, 2001. p.273-282.

ÜNAN, R. *et al.* Control of lodging and reduction in plant length in rice (*Oryza sativa* L.) with the treatment of trinexapac-ethyl and sowing density. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 37, p. 257-264, 2013.

UNOESTE. **Informações agrometeorológicas do Oeste Paulista**. Disponível em: <http://sites.unoeste.br/clima/>. Acesso em: 27 set. 2020.

ZAGONEL, J. *et al.* Doses de nitrogênio e densidade 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**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 331-339, 2007.

ZADOKS, J. C.; CHANG, T. T.; KONZAK, C. F. A decimal code for the growth stages of cereals. **Weed Research**, Oxford, v. 14, p. 415-421, 1974.

WERNER, J. C.; PAULINO, V. T.; CANTARELLA, H. Forrageiras. *In*: RAIJ, B. *et al.* **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p. 263–273. (Boletim técnico; 100).