LUIZ ABILIO RIBEIRO ALVES

TRINEXAPAC-ETHYL APLICADO VIA SEMENTES EM *BRACHIARIA RUZIZIENSIS* CONSORCIADA COM MILHO EM DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO

Londrina
2020

LUIZ ABILIO RIBEIRO ALVES

TRINEXAPAC-ETHYL APLICADO VIA SEMENTES EM *BRACHIARIA RUZIZIENSIS* CONSORCIADA COM MILHO EM DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para a obtenção do título de mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Claudemir Zucareli

Londrina
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

A474t Alves, Luiz Abilio Ribeiro.
Trinexapac-ethyl aplicado via sementes em Brachiaria ruziziensis consorciada com milho em diferentes doses de nitrogênio / Luiz Abilio Ribeiro Alves. - Londrina, 2020.
157 f. : il.

Orientador: Claudemir Zucareli.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2020.
Inclui bibliografia.

1. Milho - Tese. 2. Cultivo consorciado - Tese. 3. Soja - Tese. 4. Nitrogênio na agricultura - Tese. I. Zucareli, Claudemir. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 63

LUIZ ABILIO RIBEIRO ALVES

TRINEXAPAC-ETHYL APLICADO VIA SEMENTES EM *BRACHIARIA RUZIZIENSIS* CONSORCIADA COM MILHO EM DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para a obtenção do título de mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Claudemir Zucareli
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Giliardi Dalazen
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Gustavo Henrique Freiria
Universidade Estadual de Minas Gerais - UEMG

Londrina, 25 de maio de 2020.

A Deus, por ter aberto as portas certas e mostrado o caminho.
Quem me sustentou nos caminhos e horas mais difíceis.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a DEUS, companheiro de todas as horas. Sem ELE eu jamais teria chego aqui. “PAI, obrigado pela Sua constante presença em minha vida, pela Sua infinita misericórdia e graça que me acompanham e acompanharão para sempre. Obrigado pelas alegrias, tristezas e dificuldades que me fazem ser quem sou hoje e que me lapidam para ser alguém melhor dia a dia”.

A Universidade Estadual de Londrina pela oportunidade de cursar o mestrado. Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias por fornecer a estrutura e o conhecimento de seus docentes para a realização do curso.

Ao CNPQ pela bolsa concedida, que foi de muita importância.

Ao meu orientador prof. Dr. Claudemir Zucareli, obrigado pela orientação no trabalho e também pela amizade. O senhor trabalha de fato com amor pela profissão, seja por ministrar aulas ou realizar pesquisa. Foi muito bom trabalhar com o sistema produtivo do milho, que nunca havia pensado em estudar a fundo, espero que em breve continuemos essa parceria. DEUS o abençoe sempre.

Ao meu amado pai Carlos, que ao lado de Deus orou por mim e me deu forças para concluir esse trabalho e também a minha mãe Silvana, que juntos, porém em condições diferentes, sempre me apoiaram na vida estudantil e me deram incentivo, ainda mais nessa fase tão importante que foi o mestrado. Sem o apoio e o amor de vocês eu não teria finalizado essa etapa tão valiosa. Saibam que os amo muito. Vocês são exemplos para mim!

A querida e amada Ana Luiza. Você faz parte total dessa conquista, por estar sempre comigo, por me apoiar, por admirar o que faço e por me ajudar de diversas maneiras. Sou infinitamente agradecido a ELE por ter você na minha vida.

Aos colegas da graduação e Pós-graduação em agronomia, pela disposição em ajudar e por todos as experiências proporcionadas. Vocês tornaram essa realização possível!

A todos os funcionários da UEL que de alguma forma contribuíram com a realização do trabalho, com constante disposição.

A todos que, de alguma forma, ajudaram e que não mencionei, mas que sabem da importância na minha vida e nesse trabalho, obrigado!

ALVES, Luiz Abilio Ribeiro. **Trinexapac-ethyl aplicado via sementes em *Brachiaria ruziziensis* consorciada com milho em diferentes doses de nitrogênio.** 2020. 157 f Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

RESUMO

A adubação nitrogenada no cultivo consorciado de milho de segunda safra com *Urochloa ruziziensis* altera a competição interesspecífica entre as culturas e o desempenho produtivo do cereal. A capacidade competitiva da braquiária em relação ao milho pode ser mitigada por técnicas que retardem o desenvolvimento inicial da forrageira, como a aplicação de redutor de crescimento via embembicão nas sementes. Esse manejo pode alterar a cobertura vegetal produzida no sistema e, consequentemente, influenciar o crescimento e desempenho produtivo da cultura da soja cultivada em sucessão. Neste sentido, objetivou-se avaliar, no sistema de consorciação, os desempenhos produtivos do milho de segunda safra e da *Urochloa ruziziensis* cultivadas em diferentes doses de nitrogênio em função da embebição de trinexapac-ethyl nas sementes da espécie forrageira. Além disso, avaliar os reflexos desses tratamentos no crescimento e desempenho produtivo da soja cultivada em sucessão. Os experimentos foram conduzidos na Universidade Estadual de Londrina, sendo o experimento A conduzido em vasos sob condições de casa de vegetação, em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os tratamentos constaram de quatro doses (0; 0,2; 0,4 e 0,6 mL ha^{-1}) do regulador vegetal trinexapac-ethyl aplicados via embebição de sementes de *Urochloa ruziziensis*. As avaliações foram realizadas aos 10, 20, 30, 40 e 50 dias após a semeadura. Foram avaliados: total de plantas emergidas, comprimento médio de parte aérea, número de folhas expandidas, número de perfilhos, comprimento médio e volume de raiz e massa seca de parte aérea e raiz. Já os experimentos B e C, foram conduzidos em condições de campo na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina -UEL, sob delineamento experimental em blocos casualizados com parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram representadas por quatro doses do regulador vegetal trinexapac-ethyl (0; 0,2; 0,4 e 0,6 mL ha^{-1}) aplicadas via embebição de sementes de *Urochloa ruziziensis*. As subparcelas, foram compostas por cinco doses de N (100, 150, 200, 250 e 300 kg ha^{-1}) em cobertura. No experimento B foram avaliadas na cultura do milho: altura de plantas e de inserção de espiga, diâmetro de colmo, índice de área foliar, número de grãos por espiga, massa de mil grãos e produtividade de grãos. Quanto a forrageira, foi avaliado o rendimento de massa seca por ocasião da colheita do milho. Já no experimento C, determinou-se a massa seca da forrageira no momento da dessecação para a semeadura da soja e, foram avaliados na soja: número médio de vagens por planta, número de sementes por vagem, número de grãos por planta, altura de plantas e de inserção de primeira vagem, massa de mil grãos e produtividade de grãos. Os dados foram submetidos a análise de variância, as doses de trinexapac-ethyl, de N e as épocas de avaliação foram submetidas a estudo deregressão, a 5% de probabilidade. O regulador vegetal se mostrou eficiente em reduzir altura, massa seca e perfilhos da forrageira, diminuindo a capacidade competitiva da mesma, porém diminui também o estande final de plantas e o comprimento de raiz. A dose de 0,6 ml ha^{-1} se mostrou mais adequada para aplicação via embebição de sementes. A forrageira tratada com redutor via sementes, quando cultivada em consórcio, reduz o estiolamento e favorece a produtividade de grãos sem afetar a produção de palhada para cobertura de solo. A adubação nitrogenada, favoreceu o crescimento e desempenho produtivo do milho. Quanto ao efeito na cultura da *Urochloa ruziziensis*, em maiores doses o N atendeu as duas culturas, minimizando a competição, auxiliado pela menor demanda da forrageira devido ao menor crescimento vegetativo inicial propiciado pelo redutor.

O uso do regulador vegetal no tratamento de sementes de *Urochloa ruziziensis*, em consorciação com milho de segunda safra, resultou em plantas de soja de menor porte, aumento na altura de inserção de primeira vagem, consequentemente em diminuição da produtividade de grãos da soja cultivada em sucessão, de forma proporcional ao aumento da dose usada.

Palavras-chave: Consórcio. Redutor de crescimento. Tratamento de sementes. *Glycine max* (L.) Merrill. *Zea mays (*L.).

ALVES, Luiz Abilio Ribeiro. **Inoculation of trinexapc-ethyl in Brachiaria ruziziensis seeds associated with nitrogen fertilization in maize intercropping.** 2020. 157 p. Dissertation (Master's in Agronomy) – State University of Londrina, Londrina, 2020.

ABSTRACT

Nitrogen fertilization in intercropped second crop corn with Urochloa ruziziensis can favor the growth of brachiaria and alter the specific competition and the productive performance of the cereal. The negative impact on milhop can be mitigated by techniques that delay the initial development of forage, such as the application of growth reducer via embedding in the seeds. This management can change the vegetation cover produced in the system and, consequently, influence the growth and productive performance of the soybean crop grown in succession. In this sense, the objective was to evaluate, in the intercropping system, the productive performances of second crop corn and Urochloa ruziziensis cultivated in different doses of nitrogen due to the imbibition of trinexapac-ethyl in the seeds of the forage species. In addition, to evaluate the effects of these treatments on the growth and productive performance of soybean grown in succession. The experiments were conducted at the State University of Londrina, and experiment A was conducted in pots under greenhouse conditions, in a completely randomized design with five replications. The treatments consisted of four doses (0; 0,2; 0,4 and 0,6 mL ha-1) of the plant regulator trinexapac-ethyl applied via imbibition of Urochloa ruziziensis seeds. The evaluations were carried out at 10, 20, 30, 40 and 50 days after sowing. The following were evaluated: total of emerged plants, average length of aerial part, number of expanded leaves, number of tillers, average length and volume of root and dry mass of aerial part and root. Experiments B and C, on the other hand, were carried out in field conditions at the Fazenda Escola of the State University of Londrina -UEL, under a randomized block design with subdivided plots, with four replications. The plots were represented by four doses of the trinexapac-ethyl plant regulator (0; 0,2; 0,4 and 0,6 mL ha-1) applied via imbibition of Urochloa ruziziensis seeds. The subplots were composed of five N doses (100, 150, 200, 250 and 300 kg ha-1) in coverage. In experiment B, the following were evaluated in corn culture: plant height and ear insertion, stem diameter, leaf area index, number of grains per ear, mass of a thousand grains and grain yield. As for forage, dry matter yield at the time of corn harvest was evaluated. In experiment C, the dry mass of forage was determined at the time of desiccation for soybean sowing, and the following were evaluated in soybean: average number of pods per plant, number of seeds per pod, number of grains per plant, height of plants and first pod insertion, mass of a thousand grains and grain yield. The data were subjected to analysis of variance, the doses of trinexapac-ethyl, N and the evaluation periods were subjected to a regression study, at 5% probability. The plant regulator proved to be efficient in reducing height, dry mass and tillers of the forage, decreasing its competitive capacity, but also decreasing the final plant stand and the root length. The dose of 0.6 ml ha-1 proved to be more suitable for application via imbibition of seeds. Forage treated with reducer via seeds, when cultivated in intercropping, reduces stagnation and favors grain productivity without affecting the production of straw for soil cover. Nitrogen fertilization favored the growth and productive performance of corn. As for the effect on the culture of forage, in higher doses, N served both crops, minimizing competition, aided by the lower demand of forage due to the lower initial vegetative growth provided by the reducer. The use of the plant regulator in the treatment of Urochloa ruziziensis seeds, intercropped with second crop corn, resulted in smaller soybean plants, an increase in the height of insertion of the first pod, consequently in a decrease in the grain yield of soybean grown in succession in proportion to the increase in the dose used.

Keywords: Consortium. Plant regulators. Seed treatment. Glycine max (L.) Merrill. Zea mays (L.).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Esquema da rota de biossíntese das giberelinas e a relação de reguladores de crescimento que atuam em cada fase. Adaptado de Kerbauy (2004) 37

Figura 2 Tratamento via embebição de sementes de *Urochloa ruziziensis* na pré-semeadura em suas respectivas doses de Trinexapac-Ethyl 59

Figura 3 Desdobramento das épocas de avaliação em função das doses do regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das épocas de avaliação (b) para o número de plantas emergidas de *Urochloa ruziziensis*. Londrina-PR, 2019..... 62

Figura 4 Desdobramento das épocas de avaliação em função das doses do regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das épocas de avaliação (b) para a altura de plantas de *Urochloa ruziziensis*. Londrina-PR, 2019..... 63

Figura 5 Desdobramento das épocas de avaliação em função das doses do regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das épocas de avaliação (b) para o número de perfilhos por planta em *Urochloa ruziziensis*. Londrina-PR, 2019..... 64

Figura 6 Desdobramento das épocas de avaliação em função das doses do regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das épocas de avaliação (b) para o número de folhas por planta de *Urochloa ruziziensis*. Londrina-PR, 2019..... 66

Figura 7 Desdobramento das épocas de avaliação em função das doses do regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das épocas de avaliação (b) para o comprimento de raiz de *Urochloa ruziziensis*. Londrina-PR, 2019..... 67

Figura 8 Desdobramento das épocas de avaliação em função das doses do regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das épocas de avaliação (b) para

o volume de raiz de *Urochloa ruziziensis*. Londrina-PR, 2019 68

Figura 9 Desdobramento das épocas de avaliação em função das doses do regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das épocas de avaliação (b) para a massa seca de parte aérea de *Urochloa ruziziensis*. Londrina-PR, 2019..... 70

Figura 10 Desdobramento das épocas de avaliação em função das doses do regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das épocas de avaliação (b) para a massa seca de raiz de *Urochloa ruziziensis*. Londrina-PR, 2019 71

Figura 11 Precipitação pluvial (mm), temperatura do ar máxima (T máx ºC), mínima (T mín ºC) e média (T média ºC) do município de Londrina (a) e Toledo (b), no período experimental da segunda safra agrícola do ano 2017/2018, diário. Londrina-PR. 2020 77

Figura 12 Disposição das caixas de sementes de milho e *Urochloa ruziziensis*, com finalidade para o cultivo consorciado. Londrina-Pr, 2019. Notas: M= Caixas de sementes de milho; B= Caixas de semente de *Urochloa ruziziensis*. Fonte: Autor 79

Figura 13 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) para altura de plantas de milho em Londrina, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020..... 85

Figura 14 Efeito isolado de doses de nitrogênio (a) e doses do regulador Trinexapac-Ethyl (b) para a variável altura de inserção de espiga de plantas de milho, em Londrina, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020..... 86

Figura 15 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b), para a variável diâmetro de colmo de plantas de milho, em Londrina, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020 87

Figura 16 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Londrina, para a variável grãos por espiga, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020 89

Figura 17 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Londrina, para a variável massa de mil grãos, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020 90

Figura 18 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Londrina, para a variável produtividade de grãos de milho, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020 92

Figura 19 Efeito das doses do regulador Trinexapac-Ethyl na massa seca da *Urochloa ruziziensis* no momento da colheita do milho cultivados em sistema de consorciação em Londrina, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020 93

Figura 20 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Toledo, para a variável altura de plantas de milho, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020 97

Figura 21 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Toledo, para a variável altura de inserção de espiga em plantas de milho na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020 98

Figura 22 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Toledo, diâmetro de colmo em plantas de milho, na segunda safra do

ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020 99
Figura 23 Doses de nitrogênio em função do Índice de área foliar em Toledo, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020 100
Figura 24 Doses de trinexapac-ethyl em função do número de grãos por espiga em Toledo, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020. 101
Figura 25 Efeitos isolados de doses de nitrogênio (a) e doses do regulador Trinexapac-Ethyl (b) em Toledo, para a variável massa de 1000 grãos de milho, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020 102
Figura 26 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Toledo, para a variável produtividade de grãos, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020 .....
Figura 27 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) na massa seca da *Urochloa ruziziensis* no momento da colheita do milho em Toledo, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020 105
Figura 28 Precipitação pluvial (mm), temperatura do ar máxima (T máx ºC), mínimo (T mín ºC) e média (T média ºC) do município de Londrina (a) e Toledo (b), no período experimental da primeira safra agrícola do ano 2018/2019, diário. Londrina-PR. 2020 113
Figura 29 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Londrina-PR, para a variável massa seca de *Urochloa ruziziensis* coletada no momento da dessecação para semeadura da soja. Londrina-PR, 2020 117
Figura 30 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em

Londrina-PR, para a variável altura de plantas de soja. Londrina-PR, 2020..... 118

Figura 31 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Londrina-PR, para a variável altura de inserção de primeira vagem. Londrina-PR, 2020..... 120

Figura 32 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Londrina-PR, para a variável número de vagens por planta de soja. Londrina-PR, 2020..... 121

Figura 33 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Londrina-PR, para a variável número de sementes por plantas de soja. Londrina-PR, 2020..... 122

Figura 34 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Londrina-PR, para a variável produtividade de soja. Londrina-PR, 2020..... 124

Figura 35 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Toledo-PR, para a variável massa seca de *Urochloa ruziziensis* coletada na dessecação. Londrina-PR, 2020 127

Figura 36 Efeito das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) usado no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* consorciada com milho em Toledo-PR, para a variável altura de plantas de soja. Londrina-PR, 2020..... 127

Figura 37 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em

Toledo-PR, para a variável altura de inserção de primeira vagem. Londrina-PR, 2020 128

Figura 38 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Toledo-PR, para a variável número de sementes por plantas de soja. Londrina-PR, 2020 130

Figura 39 Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Toledo-PR, para a variável massa de cem grãos de soja. Londrina-PR, 2020 131

Figura 40 Efeito residual na soja das doses de regulador Trinexapac-Ethyl usado no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* consorciada com milho em Toledo, para a variável para a variável produtividade de grãos. Londrina-PR, 2020 131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Resumo da análise de variância para as características de crescimento de *Urochloa ruziziensis* avaliadas em função de doses do regulador Trinexapac-Ethyl aplicado via embebição de sementes e diferentes épocas de avaliação em casa de vegetação. Londrina-PR, 2019 60

Tabela 2 Resumo da análise de variância para as características da cultura do milho e da *Urochloa ruziziensis* avaliadas em função do uso do regulador Trinexapac-Ethyl (R) aplicado via tratamento de sementes por embebição na *Urochloa ruziziensis* e de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura (DN), em Londrina, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020 83

Tabela 3 Resumo da análise de variância para as características da cultura do milho e da *Urochloa ruziziensis* avaliadas em função do uso do regulador Trinexapac-Ethyl (R) aplicado via tratamento de sementes por embebição na *Urochloa ruziziensis* e de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura (DN), em Toledo, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020 95

Tabela 4 Resumo da análise de variância para as características de massa seca de *Urochloa ruziziensis* coletada na dessecação para a semeadura da soja, bem como as características do crescimento e do desempenho produtivo da soja cultivada em sucessão ao milho de segunda safra consorciado com *Urochloa ruziziensis* em resposta a doses de Trinexapac-Ethyl aplicado via tratamento de sementes na forrageira e doses de nitrogênio (DN) aplicadas em cobertura no consórcio, em Londrina. Londrina-PR, 2019 116

Tabela 5 Resumo da análise de variância para as características de massa seca de Urochloa ruziziensis coletada na dessecação para a semeadura da soja, bem como o crescimento e desempenho produtivo da soja cultivada em sucessão ao milho de segunda safra consorciado com Urochloa ruziziensis em resposta a doses de Trinexapac-Ethyl aplicado via tratamento de sementes na forrageira e doses de nitrogênio (DN) aplicadas em cobertura no consórcio com milho, em Toledo. Londrina-PR, 2020 125

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 18

2 REVISÃO DE LITERATURA 20
2.1 A CULTURA DO MILHO 20
2.1.1 Aspectos Gerais Da Cultura Do Milho 20
2.1.1.1 Importância e aspectos econômicos 22
2.1.2 Fenologia Da Cultura 24
2.1.3 Exigências Edafoclimáticas 25
2.1.4 Sistema Produtivo 27
2.2 A CULTURA DA *UROCHLOA RUZIZIENSIS* 28
2.2.1 Importância E Aspectos Econômicos 28
2.2.2 Sistema Produtivo Consorciado 30
2.3 CONSORCIAÇÃO MILHO-*UROCHLOA RUZIZIENSIS* 31
2.3.1 Importância E Aspectos Econômicos 31
2.3.2 Formas de Semeadura 33
2.3.3 Manejo Do Consórcio 35
2.4 REGULADORES VEGETAIS 36
2.4.1 Uso De Reguladores Vegetais Na Agricultura 38
2.4.2 Uso De Reguladores Vegetais em Urochloa ruziziensis 41
2.5 ADUBAÇÃO NITROGENADA 42
2.5.1 Nitrogênio 42
2.5.2 Importância Do Nitrogênio Para A Cultura Do Milho 43
2.5.3 Importância Do Nitrogênio Para Urochloa ruziziensis 46
2.5.4 Manejo Da Adubação Nitrogenada No Consórcio 46
2.6 A CULTURA DA SOJA 49
2.6.1 Aspectos Gerais 49
2.6.2 Importância E Aspectos Econômicos 50
2.6.3 Sistema Produtivo 51

3 ARTIGO A: TRINEXAPAC-ETHYL VIA EMBEBIÇÃO DE SEMENTES NO CRESCIMENTO DE *UROCHLOA RUZIZIENSIS* 55
3.1 INTRODUÇÃO 57

3.2 MATERIAL E MÉTODOS 58
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES 60
3.4 CONCLUSÕES 72

4 ARTIGO B: EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE *UROCHLOA RUZIZIENSIS* COM TRINEXAPAC-ETHYL NO CONSÓRCIO COM MILHO DE SEGUNDA SAFRA ASSOCIADO A DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA 73
4.1 INTRODUÇÃO 75
4.2 MATERIAL E MÉTODOS 76
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES 80
4.3.1 Londrina 81
4.3.2 Toledo 94
4.4 CONCLUSÕES 107

5 ARTIGO C: DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA CULTIVADA APÓS O MILHO DE SEGUNDA SAFRA CONSORCIADO COM *UROCHLOA RUZIZIENSIS* TRATADA COM TRINEXAPAC-ETHYL ASSOCIADO A DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA 108
5.1 INTRODUÇÃO 110
5.2 MATERIAL E MÉTODOS 112
5.3 RESULTADOS 114
5.3.1 Londrina 115
5.3.2 Toledo 124
5.4 CONCLUSÕES 134

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 135

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) uma das culturas de maior importância econômica e estratégica para a cadeia produtiva mundial de alimentos, com grãos de composição química e valor nutritivo privilegiados, o que o posiciona como um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo. No Brasil o milho é o cereal com maior produção, rendimento e área cultivada, e o Paraná se destaca dentre os estados produtores de milho cultivado em segunda safra.

O elevado potencial genético baseia-se na melhoria da eficiência de interceptação e elevada conversão da radiação solar em fotoassimilados que serão destinadas as estruturas de interesse econômico. Este mecanismo está intimamente relacionado ao máximo aproveitamento da radiação solar, água e nutrientes, na unidade de produção, que são determinantes do processo fotossintético, porém o que se tem observado é a baixa produtividade, o que gera a necessidade de manejos alternativos para que o material genético expresse o seu melhor.

Para o melhor aproveitamento dos recursos do meio, bem como a conservação do solo e a ciclagem de nutrientes, tem se observado crescente interesse pela utilização de culturas cultivadas em sistemas de sucessão, rotação ou em consórcios com espécies forrageiras. O consórcio com forrageiras como a *Urochloa ruziziensis* tem se destacado por aumentar a diversidade de espécies, manter a cultura e o rendimento econômico, aumentar a ciclagem, disponibilidade e manutenção de resíduos e nutrientes, refletindo diretamente nas características físicas, biológicas e químicas do solo.

Os benefícios da consorciação constituem a base técnica do sistema de plantio direto, que implica na manutenção e recuperação da capacidade produtiva de solos manejados convencionalmente e de áreas degradadas. Neste sistema, a eficácia da semeadura direta está relacionada, dentre outros fatores, com a quantidade e qualidade de resíduos produzidos pelas plantas de cobertura e com a persistência destes sobre o solo.

A manutenção e ou incremento da matéria orgânica do solo, irá melhorar a disponibilidade de nutrientes para as culturas subsequentes, reduzir a erosão do solo, além de elevar os teores de N total.

No milho, a adubação nitrogenada influencia diretamente no índice de área foliar, na altura de plantas, no rendimento de biomassa, na massa de 1000 grãos, na produtividade de grãos e no índice de colheita.

Na *Urochloa ruziziensis*, a adubação nitrogenada influencia no rendimento de biomassa o que pode vir a ser um problema para o cultivo consorciado, uma vez que o aumento demasiado do porte vegetativo é capaz de reduzir o desempenho produtivo do milho devido a competição interespecífica. A fim de minimizar esse efeito negativo sobre a cultura do milho, convencionalmente, adota-se o uso de subdoses de herbicidas para controlar o crescimento da forrageira em consorciação.

Diante disso, como alternativa afim de manter as elevadas doses de adubação nitrogenada para buscar o maior potencial produtivo do milho sem que haja interferência da forrageira, pode-se utilizar técnicas mais práticas e menos onerosas para controle do crescimento da mesma, como a aplicação de redutores de crescimento vegetal via embebição nas sementes das forrageiras consorciada com o milho. Os redutores de crescimento são compostos sintéticos, utilizados para reduzir o ritmo de crescimento da parte aérea das plantas, e em sua maioria age por inibição da biossíntese da giberelina, hormônio que entre outras ações, promove o alongamento celular.

O trinexapac-ethyl é um dos reguladores de crescimento com amplo uso em culturas de inverno (trigo e cevada) e, estudos indicam que além de reduzir a altura e o acamamento das plantas, proporciona modificações na arquitetura foliar, o que promove ganhos na interceptação da radiação solar aumentando a produtividade.

No sistema produtivo atual há predomínio da sucessão soja e milho de segunda safra em sistema plantio direto. Visando a diversificação de culturas e a produção de cobertura vegetal, a consorciação do milho de segunda safra com espécies do gênero *Urochloa* tem se difundido. Com os benefícios desse novo modelo de cultivo de milho sendo ele consorciado com *Urochloa ruziziensis*, cabe o estudo do reflexo do mesmo sobre a cultura subsequente que é a soja.

Neste sentido, objetivou-se avaliar, no sistema de consorciação, os desempenhos produtivos de milho de segunda safra e *Urochloa ruziziensis* cultivadas em diferentes doses de nitrogênio em função da aplicação de trinexapac-ethyl via embebição nas sementes da espécie forrageira. Além disso, avaliar os reflexos desses tratamentos no desempenho produtivo da soja cultivada em sucessão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO MILHO

2.1.1 Aspectos Gerais Da Cultura Do Milho

A cultura do milho (*Zea mays* L.) possui seu centro de origem na América Central, mais especificamente no México, de onde se expandiu para o norte chegando ao Canadá e para o sul até à Argentina. O registro mais antigo de milho consta de cerca de 7000 anos, e foi descoberto em Teotihuacan, no México, mas é possível a existência de outros centros de origem secundários nas Américas (BARBOSA NETO, et al., 2008).

Conforme tratado por Fornasieri filho (2007) existem três vertentes que explicam a origem do milho: 1) Denominada evolução divergente que aborda a possibilidade de ter havido uma planta selvagem que originou o milho, os teosintes e o gênero Tripsacum, que apresentam similaridade de estrutura e suas diferenças visíveis podem ter origem do aborto de órgãos durante o melhoramento. 2) É que o teosinte tenha origem do milho, devido as suas reações de modificação do sabugo polístico para dístico, redução de grãos pareados e únicos, além do endurecimento das glumas e da raque, em resposta ao fotoperiodismo. 3) Mais aceita pela comunidade científica, é que o milho se originou do teosinte devido à seleção realizada pelo homem. Essa teoria admite que as principais modificações durante a evolução foram o aumento da dominância apical, menor sensibilidade ao fotoperiodismo, diminuição de perfilhamento, aumento da separação entre inflorescências masculinas e femininas, assim como aumento significativo das espigas.

De acordo com Ritchie (2003), o milho possui na estrutura morfológica uma haste cilíndrica ereta, formada por colmos e nós, inflorescência feminina (espiga) e masculina (pendão), folhas lanceoladas e um sistema radicular fasciculado, ciclo anual, com altura variável de um a quatro metros, e alta eficiência na produção de grãos.

Espécie amplamente adaptabilidade nas mais diferentes condições edafoclimáticas. Pode ser cultivado nas latitudes de 58°Norte até 40°Sul, assim como, localidades situadas abaixo do nível do mar até regiões com mais de 2.500m de altitude (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004). Cultivado em regiões cuja precipitação varia de 300 a 5.000 mm anuais, sendo que a quantidade de água consumida por uma planta de

milho durante o ciclo está em torno de 600 mm (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

É uma das plantas que possui maior eficiência em armazenar energia, considerando que de uma semente que pesa cerca de 0,3 g surge uma planta geralmente com mais de 2,0 m de altura num período aproximado de dois meses e posteriormente essa planta produz cerca de 600 a 1.000 sementes similares àquela da qual se originou (ALDRICH; SCOTT; LENG, 1982).

O principal componente do grão de milho comum é o amido, cerca de 73%. O amido é utilizado como fonte de energia na dieta animal e humana, ou mesmo, como matéria-prima direta ou indireta para produção de diversos produtos industrializados. O cereal é um dos principais ingredientes nas rações utilizadas na alimentação de aves, bovinos, peixes e suínos pelo mundo (FORNANSIERI FILHO, 2007; ARTUZO et al., 2019).

Sangoi et al. (2010) explicam que essa alta eficiência em conversão de energia radiante em fitomassa deve-se metabolismo do tipo C4 do milho, que apresenta características fisiológicas favoráveis a uma eficiente conversão do gás carbônico da atmosfera em compostos orgânicos, os carboidratos. Isso se dá, pois o processo fotossintético que proporciona uma continua concentração do CO_2 nas células da bainha das folhas, o que leva a otimização do aproveitamento deste CO_2 em carboidratos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Para se desenvolver, o milho necessita de calor e umidade relativa do ar adequada, uma vez que possui origem tropical. Quando cultivado em condições de clima subtropical, como as do sul do Brasil, fatores como disponibilidade térmica e de radiação solar são de grande influência sobre o desenvolvimento, assim como a amplitude térmica de cerca de 12ºC que favorece a produção da cultura (SANGOI et al., 2010).

Com a intensificação do cultivo da soja no período de verão no início da década de 1990, o milho segunda safra tornou-se uma importante opção aos agricultores para o período de outono. O cultivo do cereal na segunda safra aumentou por causa da demanda pelo grão na entressafra, assim, mesmo com a baixa produtividade, a colheita nessa época proporcionava melhor comercialização, resultando em rentabilidade superior à de outras culturas, como trigo (FORNANSIERI FILHO, 2007), atraindo cada vez mais produtores e gerando demanda para o desenvolvimento de tecnologia para produção do milho segunda safra.

As baixas produtividades do milho segunda safra ocorriam principalmente devido as condições climáticas menos favoráveis ao seu desenvolvimento

por se tratar de uma cultura de verão (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000). Os riscos de semeadura fora da época convencional são altos à produção, uma vez que o crescimento e desenvolvimento do cereal é afetado pelas limitações climáticas nos estádios avançados de desenvolvimento da cultura. Nestas fases há menor disponibilidade hídrica, menor luminosidade e baixas temperaturas, de modo que as lavouras eram conduzidas com baixo nível tecnológico, o que resultava em baixo rendimento (VILHEGAS et al., 2001; SHIOGA; GERAGE et al. 2016).

O uso de híbridos de elevado potencial genético adaptados às condições climáticas do período da segunda safra, aliado há sementes sadias, de alta qualidade e tratadas com agrotóxicos, rotação de culturas com plantas não hospedeiras de doenças ou pragas, semeadura na época adequada usando densidade populacional correta, melhorias das práticas de manejo e uso dos solos, além do manejo adequado da fertilização do solo, são exemplos de tecnologias que definiram o sucesso do cultivo do milho segunda safra, o que demonstra o quão dependente do manejo é a cultura do milho (SHIOGA et al., 2016).

2.1.1.1 Importância e aspectos econômicos

O milho possui notável importância social e econômica, principalmente pela geração de empregos na zona urbana e rural. Representa um dos principais e mais tradicionais cereais cultivados devido à sua importância para os diferentes elos da cadeia do agronegócio (GALVÃO et al. 2014).

Sua relevância é observada para pequenos produtores que abordam a cultura como matéria prima para alimentação familiar, ou mesmo no trato de animais, tendo um aspecto de sustentabilidade na condição minifundiária, seja com o uso de variedades crioulas, variedades melhoras e/ou híbridos (ARAUJO et al, 2013).

No contexto de grandes propriedades o milho se adaptou muito bem ao sistema de plantio direto, do qual é um ótimo fornecedor de palhada. É também uma opção recorrente para a sucessão de culturas soja e milho, muito utilizada no Brasil. Além de viabilizar a rotação de culturas com suas características singulares de produção de biomassa, sistema radicular robusto e grande adaptação ambiental, os resíduos das plantas de milho deixados sobre a superfície do solo favorecem a decomposição, ciclagem de nutrientes e a produtividade das culturas subsequentes (TORRES et al, 2015).

Em função da quantidade e da natureza das reservas acumuladas nos grãos, o principal uso do milho no Brasil, assim como nos demais países que se destacam em produção, é para a alimentação humana e de animais. No Brasil, destaca-se o uso em rações na dieta das aves e suínos, como fonte de energia aos animais, em média 60 % dos grãos de milhos são destinadas as rações de aves e 25% a ração dos suínos (SAVI et al., 2016). O uso industrial não se restringe a alimentos, ele é largamente utilizado na produção de elementos espessantes e colantes, além da produção de óleos (FANCELLI; DOURADO NETO, 2004). Ainda, é amplamente utilizado na fabricação de etanol nos Estados Unidos da América (USDA 2018), e ainda de forma pouco expressiva também no Brasil (CONAB, 2018).

Conforme levantamento do USDA (2019), a produção mundial de milho terá uma redução de 14 milhões de toneladas comparado a safra anterior (2018/2019), devido aos problemas climáticos durante o cultivo de milho no principal país produtor que é os EUA. Além da escassez de chuva, houve também excesso de frio e gelo no momento da maturação dos grãos.

No âmbito nacional a produção estimada é de 99 milhões de toneladas na safra 2019/20, similar a safra passada que foi de 100 milhões de toneladas. Quanto a área cultivada, nota-se estabilidade tanto para a primeira safra que variou de 4.103 mil ha para 4. 147 mil ha da safra 18/19 para 19/20, quanto para a segunda safra que se manteve nos 12.878 mil ha cultivados em ambas safras agrícolas (CONAB, 2020).

Nesse mesmo levantamento se observa que em relação a produtividade brasileira de milho de primeira safra, estima-se aumento de cerca de 200 kg ha^{-1} em relação à safra 2018/19, sendo a produtividade estimada em 6.417 kg ha^{-1}. Observa-se ainda que em relação a produtividade de milho de segunda safra, ocorreu redução de cerca de 175 kg ha^{-1} em relação à safra 2018/19, sendo a produtividade de 5.508 kg ha^{-1}. A menor produtividade ocorreu devido as condições climáticas não serem favoráveis ao cultivo nas principais regiões produtoras, como foi o caso dos estados de GO, DF e PR que reduziram a produtividade da segunda safra em cerca de 649, 420 e 313 kg ha^{-1}.

Segundo a CONAB (2019), diferentes condições ambientais encontradas nas regiões produtoras são limitantes para obtenção de uma média produtiva mais satisfatória no âmbito nacional. Como exemplo tem-se a produtividade média paranaense 6.160 kg ha^{-1} e a pernambucana de 511 kg ha^{-1}, sendo essa diferenciação baseada na distinta condição climática e nível tecnológico empregado à cultura do milho nessas regiões. A região sul é a segunda maior produtora do cereal, atingindo cerca de 24

milhões de toneladas com sua produção de primeira e segunda safra. O Paraná se destaca como o segundo maior produtor brasileiro de milho, com produção aproximada de 16 milhões de toneladas na safra atual. A área cultivada paranaense é de cerca de 2,5 milhões de hectares somando-se primeira e segunda safra.

2.1.2 Fenologia Da Cultura

Os estádios fenológicos foram estabelecidos visando facilitar o detalhamento das etapas do ciclo das plantas (WAGNER et al, 2013). Estes são classificados como as transformações que ocorrerão nos processos de crescimento e de desenvolvimento, como a germinação, brotação, florescimento, espigamento e maturação e, os seus conhecimentos ajudam a melhorar a descrição do ciclo da cultura (BERGAMASCHI et al. 2006).

Embora as plantas de milho sigam o mesmo padrão de desenvolvimento, vários fatores, como cultivares, solo, adubação, clima, práticas culturais, pragas, doenças, ano agrícola e época de semeadura, são capazes de interferir nos estádios fenológicos, no número total de folhas desenvolvidas, na produtividade e na qualidade dos grãos de milho (OKUMURA et al., 2011).

Segundo Ritchie et al. (1993), a distribuição dos estádios da cultura se dá em período vegetativo que vai de VE (emergência) até VT (pendoamento) e reprodutivo de R1 (embonecamento) até R6 (maturidade fisiológica). A identificação dos estádios vegetativos é composta pela letra V seguida de um número que se refere ao número de folhas completamente desenvolvidas, que são apenas consideradas assim quando a bainha foliar está totalmente expandida e a lígula é notada, sendo a folha nesse estado considerada adulta. Já na fase reprodutiva a letra utilizada é o R seguido da numeração que cresce conforme a maturação dos grãos se adianta.

A definição de potencial produtivo e dos componentes de rendimento se dão durante o período juvenil das plantas, portanto é necessário destacar alguns estádios que são essenciais nesse processo. Em V3 ocorre o estabelecimento do número máximo de grãos, ou a definição da produção potencial e, em V5, tanto o número de folhas como de espigas vai estar definido e a iniciação do pendão já pode ser vista microscopicamente, na extremidade de formação do caule (SANGOI et al, 2010).

Em V6 (seis folhas completamente desenvolvidas) ocorre o período de

elongação acelerada do colmo e onde o ponto de crescimento já se localiza acima do solo, com sistema radicular já 85% completo. Em V9 ocorre grande desenvolvimento dos órgãos florais, e as espigas potenciais encontram-se visíveis ao se realizar a dissecação das plantas (WEISMANN, 2008).

Ritchie et al. (1993) descrevem que o número de óvulos por espiga, assim como o tamanho dessas é definido no estádio V12, onde a planta possui cerca de 90% da sua área foliar e, em V18 a planta do milho encontra-se a uma semana do florescimento e o desenvolvimento da espiga continua em ritmo acelerado. Em VT (pendoamento) a planta atinge o máximo desenvolvimento e crescimento, ocorre a emissão da inflorescência masculina e, alguns dias depois em R1 (embonecamento e polinização), os estilos-estigmas se tornam visíveis para receber os grãos de pólen que já estão sendo dispersos e vão fecundando gradativamente as inflorescências femininas.

Ainda na fase reprodutiva, as plantas passam por R2 (grão bolha d'água), R3 (grão leitoso), R4 (grão pastoso), R5 (formação do dente) e chega ao fim em R6 (maturidade fisiológica) onde as sementes atingem seu máximo peso e iniciam processo de secagem até atingir nível de umidade que possibilite a colheita mecânica sem ocorrência de danos físicos às sementes (SANGOI, et al, 2010).

O estádio R3, normalmente se inicia 12 a 15 dias após a polinização. Nesta fase, os grãos se apresentam com uma aparência amarela, e em seu interior, há um fluido de cor leitosa, o qual representa o início da transformação dos açúcares em amido. Estes açúcares que são provenientes da translocação dos fotoassimilados armazenados nas folhas e no colmo para a espiga e grãos em formação. Essa translocação, é extremamente dependente de água, e é a responsável pela qualidade da produção, tanto para milho verde, como para a produção de grãos (MAGALHÃES et al., 1998).

2.1.3 Exigências Edafoclimáticas

O potencial de uso e ocupação de uma determinada cultura dependem essencialmente das características ambientais do local. No caso do milho, os fatores edafoclimáticos (solo e clima) são considerados os mais importantes para o desenvolvimento da cultura, bem como para a definição dos sistemas de produção. Assim como a maioria das culturas econômicas, o milho requer a interação de um conjunto de fatores edafoclimáticos apropriados para o seu desenvolvimento satisfatório. Um solo

rico em nutrientes, por exemplo, teria pouco significado para a cultura se esse mesmo solo estivesse submetido a condições climáticas adversas ou, ainda, apresentasse características físicas inadequadas, que influenciassem negativamente na condução e desenvolvimento da cultura, tais como: drenagem e aeração deficientes, percolação excessiva, adensamento subsuperficial, pedregosidade excessiva, profundidade reduzida, declividade acentuada (COELHO, 2005).

Com relação as exigências nutricionais da cultura, os micronutrientes, são requeridos em pequenas quantidades pela planta. Para uma produtividade de 9 t de grãos/ha, são extraídos: 2.100 g de ferro, 340 g de manganês, 400 g de zinco, 170 g de boro, 110 g de cobre e, 9 g de molibdênio. Entretanto, a deficiência de um deles pode ter tanto efeito na desorganização de processos metabólicos e redução na produtividade, como a deficiência de um macronutriente como, por exemplo, o nitrogênio. Quanto a extração dos macronutrientes, o requerido pela planta aumenta de maneira linear ao aumento da produtividade esperada (COELHO, 2005).

Quanto a acidez do solo, o milho é classificado como tendo uma mediana tolerância as condições de acidez e toxidez de alumínio. Sendo que solos com saturação por alumínio da CTC efetiva maior do que 20% causam limitações no rendimento da culutra. Vale ressaltar que a calagem é uma que envolve sistema de rotação e sucessão de culturas, logo, prioriza-se a cultura do sistema que seja mais sensível a acidez do solo (PRADO, 2001)

Dentre os fatores climáticos que influenciam a distribuição e adaptação do milho, a temperatura é o que mais altera a velocidade de crescimento e de desenvolvimento da cultura, porque afeta quase todos os processos fisiológicos da planta e, a faixa entre 25 e 30ºC é considerada ideal para o desempenho adequado da cultura (SANGOI et al., 2010).

A temperatura do ar portanto é também um dos principais determinantes da fenologia das plantas, incluindo o milho. A descrição do crescimento e do desenvolvimento fenológico é baseada no acúmulo energético acima de determinada temperatura-base, a chamada soma térmica, que norteia a classificação dos grupos de maturação das cultivares de milho, dentre outros efeitos, não só os fenológicos (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014).

A exigência hídrica do milho é variável, dependendo dos fatores climáticos predominantes no período de desenvolvimento, da cultivar e do estádio da cultura que interfere de forma direta sobre a área foliar e a intensidade de transpiração

(SANGOI et al., 2010). O milho é uma planta muito exigente em água, porém pode ser cultivada em regiões que vão de 250 mm a 5000 mm anuais e, a média de consumo da planta é de 600 mm durante todo o ciclo. Sua maior exigência hídrica situa-se na pré-floração e início da fase de enchimento de grãos, devido a maior superfície foliar, sendo recomendado portanto a escolha de época de semeadura e região de cultivo que proporcionem distribuição e quantidade de precipitações pluviométricas adequadas em caso de cultivo de sequeiro (MONTEIRO, 2009).

A radiação solar é outro fator climático de grande interferência para o desempenho da cultura do milho, que apresenta metabolismo do tipo C4 e extensa área foliar, o que torna possível alta eficiência em conversão da energia luminosa em química. Com relação a essa eficiência, busca-se a coincidência das fases de pré-floração, floração e início do enchimento de grãos onde a cultura possui maior área fotossintéticamente ativa com os dias mais longos. Isso principalmente em regiões de maior latitude como o sul brasileiro, onde a época de semeadura será essencial nessa determinação e terá consequencias diretas ao rendimento de grãos (SANGOI et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2011).

2.1.4 Sistema Produtivo

A produção de milho é baseada no uso de tecnologias consagradas como o sistema de plantio direto (SPD), a adubação de base, a adubação nitrogenada de cobertura, a adequação de épocas de semeadura, a escolha correta do genótipo adaptado à região, o adequado arranjo de plantas, o manejo de doenças, pragas e plantas daninhas e na colheita. Esses pontos são essenciais para minimizar a perda de potencial produtivo em relação ao potencial genético dos genótipos modernos de milho (CRUZ et al. 2009).

A produção brasileira de milho tem sido caracterizada pela divisão em duas épocas de cultivo. O cultivo de verão, ou primeira safra, é realizado em época tradicional, durante o período chuvoso e quente, com semeadura variando entre os meses de agosto a outubro. Já o cultivo da chamada segunda safra (safrinha) corresponde ao milho semeado de janeiro a abril (EMBRAPA, 2015) o qual tem aumentado significativamente nos estados do Paraná, São Paulo e na Região Centro-Oeste, impulsionado pelo desenvolvimento de tecnologias modernas de produção, que têm contribuído para elevar os rendimentos da cultura (CONAB, 2020).

A otimização do processo de produção de grãos na cultura do milho é dependente de quatro fatores: da quantidade de radiação disponível, do quanto essa é interceptada, do quanto é convertida em biomassa e do quanto é particionada para as estruturas de interesse econômico, o que obedece a relação fonte-dreno em cada fase da cultura (SILVA et al., 2006). A radiação incidente é dependente da posição geográfica da área produtora e da época de semeadura da cultura. A eficiência de interceptação da radiação, conversão e partição em produtos orgânicos depende de fatores climáticos como temperatura e disponibilidade hídrica, fatores edáficos como fertilidade do solo, e do manejo com destaque para práticas como a alteração de densidades e do arranjo de plantas na área (SANGOI et al., 2010).

Para a obtenção de altas produtividades na cultura do milho o cultivo deve ser tecnificado, possuir adubações maiores e balanceadas tanto na semeadura como em cobertura, comprovando que o milho é uma cultura muito exigente e muito responsiva a adubações, principalmente a adubação nitrogenada e que sua alta produtividade está diretamente ligada a um correto método de adubação (CRUZ et al,. 2010).

De forma geral, o potencial produtivo do milho pode ser melhor explorado pela adoção de genótipos modernos e melhor adaptado às condições de cultivo, época de semeadura preferencial para a região, adubações eficientes e o emprego de espaçamento e densidade de semeadura que proporcionem o melhor arranjo de plantas e, portanto, melhor aproveitamento da tecnologia empregada (KAPPES, 2010).

2.2 A CULTURA DA *UROCHLOA RUZIZIENSIS*

2.2.1 Importância E Aspectos Econômicos

O gênero *Urochloa* é composto por quase uma centena de espécies, dentre elas destaque para a *Urochloa ruziziensis*, no mercado há mais de 30 anos. De 80 a 90% da área de pastagens cultivadas no Brasil são constituídas por esse tipo de capim. A *Urochloa ruziziensis* é de origem africana, das regiões tropicais como Zaire e Kenya. Foi introduzida no Brasil nos anos 60 pela região da Amazônia e, em seguida, expandiu-se para todas as regiões tropicais e subtropicais do país(VILELA, 2018)

O gênero *Urochloa* ocupa posição de destaque dentro do cenário da pecuária brasileira em termos de produtividade e qualidade (CORRÊA; SANTOS, 2003).

Nativa da África, algumas espécies foram introduzidas no Brasil como plantas forrageiras. Com a chegada da *Urochloa ruziziensis* no Brasil, a mesma, transformou a pecuária em atividade altamente lucrativa (MACEDO, 1995). Pastagens de *Urochloa ruziziensis* bem manejadas são responsáveis pela cria, recria e engorda de bovinos com sustentabilidade (ROSA et al., 2013). As vantagens deste capim relacionam-se à sua adaptabilidade às mais adversas condições de solo e clima, proporcionando produções satisfatórias mesmo nestas condições (SOARES FILHO, 1994).

O capim gerado pela *Urochloa ruziziensis* é perene, estolonífero, composto por rizomas curtos, talo piloso, folhas lanceoladas, de cor verde claro, inflorescência em forma de raques em fita e plana. Esta espécie tem exigência mínima por solos com boa drenagem de perfil e média fertilidade, apresentando alta proteção contra a erosão (ALCÂNTARA et al., 1993).

Possui baixa resistência à seca, à geada e a cigarrinhas, entretanto, têm grande aceitabilidade pelos bovinos, quando comparada a *U. decumbens*, além de boa habilidade para competir com plantas invasoras, formando pastagens densas. Sua semeadura deve ser realizada na estação chuvosa, com o uso de mudas ou sementes (SKERMAN; RIVEROS, 1990).

A *U. ruziziensis* se comporta muito bem em solos de fertilidade média a alta, tem razoável tolerância ao frio, baixa tolerância a umidade e média tolerância à seca. Seu cultivo pode ser realizado desde o nível do mar até 1.800 m de altitude, nas latitudes de 0 a 25 graus norte ou sul. A utilização para bovinos de recria e engorda se dá, devido a sua qualidade de forragem e velocidade de recuperação. Quando em pastejo direto, deve-se ter muito cuidado, com a altura de pastejo, evitando a sua degradação. Além do pastejo direto, pode ser utilizada para prática de fenação, produzindo fenos de excelente palatabilidade e digestibilidade (LOESCH, 2018).

Outra opção para o uso da *U. ruziziensis* é o cultivo em consórcio com milho no sistema plantio direto, por apresentar hábito decumbente de crescimento, propiciando maior fechamento dos espaços após a colheita do milho e formando assim uma melhor e mais distribuída cobertura de solo (EMBRAPA, 2008).

As plantas forrageiras, principalmente as dos gêneros *Urochloa*, apresentam um sistema radicular bastante longo e vigoroso, com capacidade de promover a reestruturação do solo. Esse efeito se dá em longo prazo e está sendo avaliado nos ensaios mantidos por maior duração. O que se espera é que, com o consórcio, além de maior proteção da superfície do solo contra impacto de gotas de chuva e das altas

temperaturas, sejam melhoradas as propriedades físicas do solo, favorecendo a infiltração e a retenção de água e o arejamento das raízes das culturas (LOESCH, 2018).

2.2.2 Sistema Produtivo Consorciado

Até a algum tempo atrás, era comum se pensar que *Urochloa ruziziensis* servia apenas para alimentar o gado. Entretanto, além de oferecer forragem aos rebanhos, os capins do gênero *Urochloa* também contribuem para a estruturação do solo e, em consórcio com culturas agrícolas como milho e café, proporcionam mais sanidade ao solo e ganhos de produtividade das culturas (KLUTHCOUSKI, 2003).

A *Urochloa ruziziensis* foi introduzida nos sistemas agrícolas por conta do desenvolvimento do sistema plantio direto. A problemática era identificar qual planta forneceria maior cobertura de solo. Nas primeiras pesquisas testou-se a *Urochloa ruziziensis* consorciada com a cultura do milho e do sorgo. O autor conclui que a expansão no consórcio se deu com a criação, em 2001, do sistema Santa Fé, sendo este, um dos sistemas de Integração Lavoura-Pecuária, o qual tinha como propósitos: produção de forragem para a entressafra e palhada para o sistema de plantio direto. Com isso, foi notado que a consorciação trazia benefícios adicionais ao se utilizar a *Urochloa ruziziensis*, como redução de plantas invasoras no sistema, controle de mofo branco, melhoria das propriedades física, química e biológica do solo, aumento da matéria orgânica. Os benefícios desse aumento de matéria orgânica com a introdução da *Urochloa ruziziensis* é a melhoria da agregação ou restruturação do solo. O solo mais agregado possibilita maior infiltração de água, o que favorece o reabastecimento do lençol freático além de ajudar na manutenção da vazão de rios (VILELA, 2018).

Pesquisas e resultados recentes disponibilizados pela Embrapa mostran que o sistema de manejo das entre linhas do cafeeiro com a *Urochloa ruziziensis* como planta de cobertura proporcionou alterações nos atributos físico-hídricos do solo, favorecendo um aumento de cerca de 18% no conteúdo prontamente disponível de água do solo, isso se deve a ação agregante do sistema radicular da *Urochloa ruziziensis*, explica Rocha (2018). O pesquisador afirma ainda que outros benefícios da tecnologia seriam a produção de uma grande quantidade de matéria vegetal, gerando mais matéria orgânica para cobrir as entre linhas, maior estoque de carbono no solo e maior estoque de nitrogênio no solo.

A inserção da *Urochloa ruziziensis* no sistema de produção, também

permite que o solo fique biologicamente mais ativo, produtivo, resiliente e suporte mais situações de estresse (MENDES, 2018).

Há também pesquisas que avaliaram a eficiência de uso de fósforo depois da *Urochloa humidicola*. A produtividade do primeiro cultivo com soja, depois de um ciclo de nove anos de pastagem, foi superior ao sistema exclusivo de culturas anuais para um mesmo teor de fósforo no solo, evidenciando a maior eficiência do uso desses nutrientes quando a pastagem foi inserida na rotação, afirma Martinhão (2018). Com a mesma ideia envolvendo esse sistema de cultivo, o pesquisador ainda discute que experimentos de longa durabilidade conduzidos na Embrapa Cerrados mostraram que o rendimento de soja depois de um ciclo de três anos de pasto de *Urochloa brizantha* cv. Marandu foi cerca de 17% superior ao obtido no sistema de lavoura contínua. Esse maior rendimento de grãos foi obtido em área que recebeu menores quantidades de fertilizantes, em média 45% a menos, durante os 17 anos de cultivo solteiro. Isso implica em economia no uso de fertilizantes e, consequentemente, redução nos custos de produção.

Vilela (2018), explica que essa superioridade da *Urochloa ruziziensis* sobre outras forrageiras se dá devido a mesma ser menos exigente em termos de fertilidade e, consequentemente se adaptar melhor às diferentes condições de solos existes no Brasil. Além de possuir um sistema radicular bastante eficiente, com raízes que alcançam até quatro metros de profundidade. Isso faz com que ela seja uma excelente recicladora de nutrientes do solo. Ainda, proporciona um sinergismo na produção de grãos. O fato de o agricultor contar com a *Urochloa ruziziensis* no sistema aumenta a sua produtividade de 5 a 10 sacos de grãos de milho por hectare (KLUTHCOUSKI, 2003).

2.3 CONSORCIAÇÃO MILHO-*UROCHLOA RUZIZIENSIS*

2.3.1 Importância E Aspectos Econômicos

Dentre as premissas básicas para a sustentabilidade agropecuária destacam-se a recuperação das áreas degradadas, a preservação ambiental, o aumento da competitividade no mercado agrícola, a redução dos custos de produção, a agregação de valores e o uso intensivo da área, principalmente sob lavoura, durante todo o ano, devendo ser mantidas as altas produtividades. Nesse contexto, uma das alternativas para se angariar todas essas premissas é a integração lavoura-pecuária (ILP) em sistema

semeadura direta (SSD), envolvendo o cultivo de culturas graníferas e a produção pecuária, com o mínimo de interferência entre elas, visando a gerar resultados socioeconômicos e ambientais positivos (KLUTHCOUSKI; YOKOYAMA, 2003; ALLEN et al., 2007).

A ILP tem se tornado opção vantajosa, beneficiando duas atividades de importância econômica, proporcionando ganhos mútuos ao produtor, além do que, a maioria das evidências sugere que esse sistema possui melhores aspectos ambientais do que modernos sistemas de monocultura dependentes da alta utilização de insumos, como fertilizantes, inseticidas e herbicidas (ALLEN et al., 2007; SULC; TRACY, 2007).

Em áreas de lavoura com solos devidamente corrigidos, foi preconizado o sistema consorciado de culturas graníferas com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Urochloa*, o qual apresenta grandes vantagens pois, na maioria dos casos, pouco altera o cronograma de atividades do produtor, é de baixo custo e não exige equipamentos especiais para sua implantação (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

De acordo com Ceccon et al. (2008), o consórcio da cultura do milho com algumas espécies de forrageiras, tem sido uma alternativa para manter a cultura e o rendimento econômico e aumentar a contribuição de resíduos e nutrientes na superfície do solo. Para Jakelaitis et al. (2004), a concorrência vivente entre o milho e a *Urochloa ruziziensis* requer conhecimento no comportamento das espécies, pois quando consorciadas erroneamente, tais espécies podem inviabilizar o consórcio devido a competição por fatores de produção.

A *U. ruziziensis* apresenta destaque como opção para o consórcio, por proporcionar boas condições para o seu estabelecimento e desenvolvimento durante todo o ciclo além de não produzir sementes antes do manejo, ser de fácil dessecação e proporcionar bom desempenho da máquina que semeará a próxima cultura.

Segundo Floss (2000), as palhadas de gramíneas também são fornecedoras de nutrientes às culturas sucessoras a médio e longo prazo, especialmente na camada superficial. São exemplos os aumentos significativos dos teores de fósforo (P) e potássio (K) nas camadas superficiais do solo no sistema plantio direto.

Revisões realizadas por Kluthcouski et al. (2000), Alvarenga et al. (2006), Macedo (2009), Euclides et al. (2010) relataram que, no geral, a presença da forrageira não afetou a produtividade de grãos de milho. Além disso, a deposição do fertilizante de semeadura, misturado com as sementes da espécie forrageira, em maiores

profundidades, permitiu o atraso da emergência, de maneira a diminuir a competição com a cultura produtora de grãos.

Entretanto, Cobucci et al. (2001) descrevem que houve a necessidade de aplicar nicossulfuron, para reduzir o crescimento da forrageira e garantir assim o desenvolvimento do milho. Segundo Kluthcouski et al. (2000), quando ocorre a deposição do fertilizante utilizado na semeadura, misturado com as sementes da forrageira, em maiores profundidades, este conjunto permite o atraso da emergência, de modo que ocorra uma diminuição na competição. Esta competitividade pode ser minimizada também quando a utilização de práticas culturais, como o arranjo espacial de plantas, que faz com que ocorra um retardamento quanto ao acúmulo de biomassa por parte da forrageira, durante a época de competição.

Segundo Sangoi et al. (2002) a redução do espaçamento de semeadura entre linha resulta em uma melhor distribuição de plantas de milho e melhor produção da forrageira, junto com a maior cobertura do solo. Ainda, a forrageira consorciada com o milho pode promover a supressão na emergência de plantas daninhas (JAKELAITIS et al., 2004; FREITAS et al., 2005).

Atualmente, a maioria dos trabalhos neste sistema de produção agrícola avalia a utilização da *Urochloa brizantha* e *Urochloa decumbens*, havendo carência de informações quanto ao comportamento do milho e da forrageira quando utilizado a *Urochloa ruziziensis*.

2.3.2 Formas de Semeadura

A semeadura da *Urochloa ruziziensis* pode ser realizada antes, durante ou depois da semeadura do milho. Quando antecipada e sem a supressão com herbicidas, a forrageira pode causar reduções significativas na produtividade do milho. Recomenda-se a implantação simultânea do milho e da *Urochloa* (KLUTHCOUSKI et al., 2000; CECCON et al., 2013) a fim de reduzir os custos com operações de semeadura. No entanto, a semeadura defasada da *Urochloa* em relação à do milho, em até 14 dias, é uma alternativa para diminuir a competição da *Urochloa ruziziensis* com o milho. Mesmo com menor produção de massa, quando comparado ao cultivo simultâneo, esta modalidade de consórcio é viável para a formação de cobertura do solo em SPD.

Pires et al. (2005) avaliaram diferentes formas de semeadura de

Urochloa ruziziensis em consórcio com o milho, no entanto, o cultivo de duas linhas nas entrelinhas do milho tem-se mostrado mais apropriado, com maior produção de biomassa da forrageira por ocasião da colheita do milho, sem influenciar na produtividade da cultura. Os autores mencionam ainda, que de acordo com as condições do produtor, a semeadura pode ser feita de várias formas:

a) Com semeadora tradicional de semeadura convencional. Neste caso, mistura-se a semente da *Urochloa ruziziensis* junto ao adubo e regula-se o sistema de distribuição para uma profundidade de 6 a 8 cm, com a semeadura da *Urochloa ruziziensis* na mesma linha do milho. Quando se deseja semear a forrageira na entrelinha do milho, usam-se linhas de semeadura alternadas entre milho e *Urochloa ruziziensis*, para que o espaçamento fique em torno de 45 cm entre a linha de linha de milho e da forrageira

b) Com semeadora própria de plantio direto. A semeadura simultânea exige uma semeadora própria que distribui as sementes do milho e *Urochloa ruziziensis* e faz a adubação. A linha de milho é semeada no espaçamento convencionado com a semente de *Urochloa ruziziensis* misturada com o adubo. Esta semeadora, própria para o plantio direto, vai fazer também duas linhas de capim nas entrelinhas do milho, além do capim semeado na linha do milho.

c) Plantio convencional e adubadora de cobertura. Outra forma é fazer o plantio do milho no espaçamento convencional e, em seguida, com a adubadora de cobertura, plantar a semente de *Urochloa ruziziensis* misturada com uma parte do adubo fosfatado (ou adubo de cobertura) e enterrá-la na profundidade de 3 a 5 cm.

Quando a *Urochloa ruziziensis* é destinada para formação de pasto, tem-se que a profundidade de semeadura deve ser a menor possível. Porém, Rezende et al. (2007), verificaram melhores emergências de plântulas em semeadura a 5 cm de profundidade. Esse tipo de resultado contribui de maneira significativa para a possibilidade de poder realizar a semeadura da forrageira utilizando o mesmo implemento utilizado para a semeadura do milho.

A consorciação do milho com forrageiras altera o comportamento das plantas, exigindo alterações nas práticas de manejo, dentre elas a adubação nitrogenada. O nitrogênio, exigido pelo milho pode ser aumentado quando em situação de consórcio devido a necessidade das culturas e população na área. A utilização da adubação nitrogenada, ao mesmo tempo que favorece o milho também favorece a *Urochloa ruziziensis*, reduzindo a capacidade da forrageira competir com o milho, fazendo-se mais

importante o controle do crescimento da *Urochloa ruziziensis* seja com o uso de herbicidas, comumente usado, ou com práticas alternativas como o uso de reguladores de crescimento.

2.3.3 Manejo Do Consórcio

O manejo do consórcio de milho com a *Urochloa ruziziensis* é um fator importante e requer a necessidade de seguir critérios técnicos indicados pela pesquisa, a fim de evitar a interferência de uma cultura no crescimento da outra durante o cultivo em consórcio. Assim, se faznecessário superar alguns desafios, como não afetar a produção de grãos de milho na presença da *Urochloa ruziziensis* e possibilitar o maior crescimento dela após a colheita do milho. Neste sentido, é necessário ajustar a população de *Urochloa ruziziensis* à população do milho, porém se isso não for conseguido, a utilização de herbicidas específicos pode ser uma opção importante, a fim de evitar o crescimento excessivo da forrageira durante o desenvolvimento do milho (CECCON, 2008).

Após a colheita do milho, o manejo do consórcio muda totalmente, pois, até então, foram dadas todas as condições para o bom desenvolvimento do milho, mantida a *Urochloa ruziziensis* sob crescimento controlado para que não houvesse competição. A partir de então, a prioridade é dar condições à *Urochloa ruziziensis* de se desenvolver e produzir o máximo de forragem (CECCON, 2013). O pesquisador recomenda ainda a aplicação de 50 kg ha^{-1} de nitrogênio para acelerar o crescimento e, assim, aumentar a produção da forrageira. Para o manejo correto da forrageira, recomenda-se realizar um pastejo para cortar a *Urochloa ruziziensis* e induzi-la à brotação. No entanto nesse momento em que o milho acabou de sair do sistema, a *Urochloa ruziziensis* ainda está com pouca raiz. Assim, neste primeiro pastejo, a forrageira não aceita uma pressão igual à de uma pastagem implantada solteira. Se possível, entrar com gado mais leve ou garrotes nessas áreas.

O mesmo autor relata ainda que após o primeiro pastejo, a *Urochloa ruziziensis* irá se desenvolver normalmente e vai apresentar as mesmas características da pastagem solteira. Uma das vantagens da implantação da pastagem de *Urochloa ruziziensis* consorciada com o milho é que a forragem permanece boa para o pastejo durante, praticamente, todo o inverno sendo esta uma época em que há falta de pastagens podendo os animais consumi-la até o início de setembro. No início das chuvas, se for de interesse do produtor, repetir o processo, com o objetivo de aumentar a fertilidade do solo.

Neste caso, repetem-se todas as operações anteriormente relatadas: calagem, dessecação e cultivo do milho em consórcio com a *Urochloa ruziziensis*.

Além do cultivo consorciado com a finalidade de renovação de pastagens degradadas, vale ressaltar ainda a consorcição cujo o interesse seja a produção de palhada para a cobertura do solo durante a entre safra (CECCON, 2007).

A necessidade de técnicas alternativas de menor custo e praticidade para realizar o manejo da *Urochloa ruziziensis* quando consorciada ao milho, é cada vez maior e vista com bons olhos pelos produtores, que nescessitam de práticas para controlar o desenvolvimento e a competição entre as culturas no sitema de consorcio. Dentre elas, o uso de reguladores vegetais e, a possibilidade de aplicação do mesmo via sementes, são tecnicas que podem vir a sanar essas necessidades, e portanto deve receber atenção especial e serem estudadas de modo a viabilizar esses manejos.

2.4 REGULADORES VEGETAIS

São substâncias químicas de origem natural ou sintética que podem ser aplicadas diretamente para alterar os processos vitais ou estruturais, por meio de modificações no balanço hormonal das plantas. Eles atuam como sinalizadores químicos na regulação do crescimento e desenvolvimento de plantas, normalmente ligam-se a receptores e desencadeiam uma série de mudanças celulares, as quais podem afetar a iniciação ou modificação do desenvolvimento de órgãos ou tecidos (FERRARI et al., 2008).

A ação dos reguladores de crescimento pode se dar de duas formas: direta, provocando mudanças físicas nas estruturas celulares ao interagir com elas ou, indireta, interferindo com o caminho metabólico que conduz a um determinado tipo de estrutura (HERTWIG, 1992).

Hormônios vegetais, como auxinas, citocininas e giberilinas são compostos reguladores de crescimento produzidos pelas plantas. As giberelinas, estimulam tanto a divisão quanto a elongação celular (TAIZ; ZEIGER, 2009). A ação mais evidente deste composto é observada no crescimento das plantas, especialmente no elongamento do caule (FLOSS, 2004). Em gramíneas as giberelinas atuam no elongamento dos entrenós, agindo no meristema intercalar, o qual está localizado próximo a base do entrenó, que produz células derivadas para cima e para baixo (TAIZ;

ZEIGER, 2009). Estes autores ainda afirmam que a Giberelina GA1 é a forma biologicamente ativa, que regula a altura de diversas plantas, inclusive as de milho.

A denominação redutor e/ou inibidor de crescimento é utilizada pela indústria de agroquímicos para se referir a reguladores sintéticos de plantas, os quais são aplicados de forma exógena, sendo estes diferentes dos reguladores de crescimento endógenos (DAVIES, 2007). Os reguladores de crescimento, normalmente são antagonistas às giberelinas e agem modificando o metabolismo destas (TREHARNE et al., 1995; RAJALA; PELTRONEN-SAINIO, 2001).

Dentre os reguladores de crescimento que atuam na rota de síntese da giberelina tem-se as amônias quaternárias, o paclobutrazol e o trinexapac-ethyl. Todos esses agem inibindo a síntese das giberelinas, se diferenciam porém com relação ao ponto em que interferem na rota, em relação aos reguladores supramencionados, a ação se dá no plastídeo (ciclases), no retículo endoplasmático (P450 mono-oxigenases) e no citoplasma (dioxigenases), respectivamente (KERBAUY, 2004), como apresetado na Figura 1.

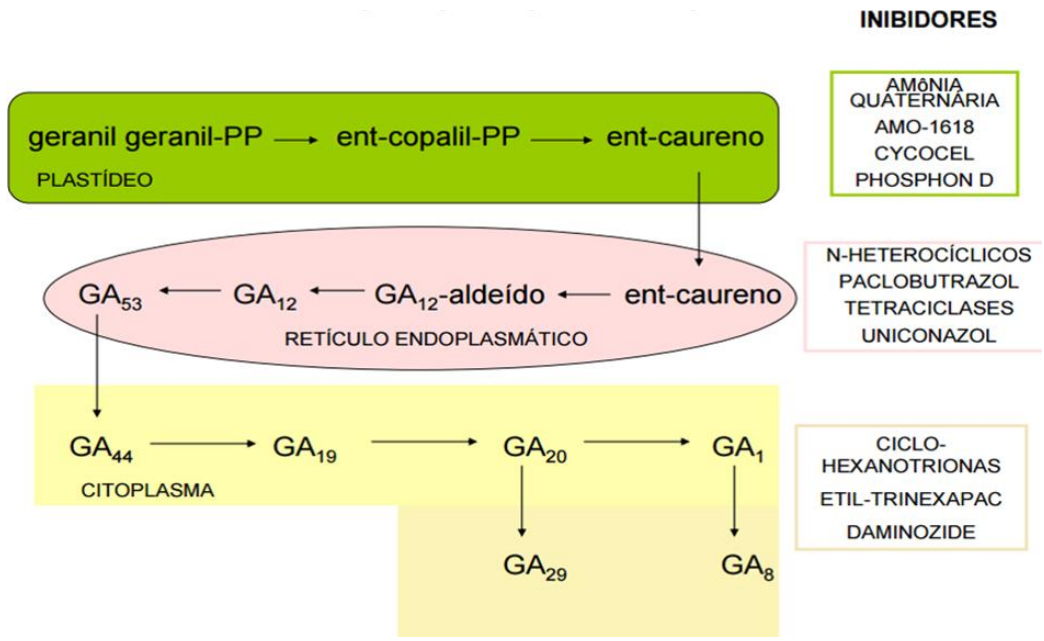


Figura 1: Esquema da rota de biossíntese das giberelinas e a relação de reguladores de crescimento que atuam em cada fase. Adaptado de Kerbauy (2004).

O trinexapac-ethyl é um dos reguladores vegetais que atua interferindo na biossíntese do ácido giberélico (HECKMAN et al., 2002). Age nas plantas reduzindo a elongação dos entre nós no estádio vegetativo, interfere no final da rota metabólica da

biossíntese do ácido giberélico, pela inibição da enzima 3 β-hidroxilase, reduzindo drasticamente o nível do ácido giberélico ativo (GA1) e, assim, aumentando seu precursor biossintético imediato GA20 (DAVIES, 1987).

Heckman et al. (2002), ainda afirmam que o uso de trinexapac-ethyl pode inibir parcialmente o transporte de elétrons nas mitocôndrias, reduzindo desta forma a respiração celular, o que indica uma outra função potencial para o uso deste composto.

Na sua formulação comercial, o produto Moddus® apresenta 250 g L-1 de trinexapac-ethyl (4-ciclopropil (hidróxi) metileno-3,5-dioxociclohexano carboxilato de etila). O trinexapac-ethyl apresenta classe toxicológica III e formulação concentrada emulsionável. Nas plantas, é absorvido predominantemente pelas folhas e gemas terminais, sendo a absorção radicular muito limitada. A translocação é relativamente rápida e os sintomas de inibição do crescimento podem ser observados em até 48 horas após a aplicação. Atua seletivamente através da redução do nível de giberelina ativa, induzindo a planta a uma inibição temporária ou redução na taxa de crescimento, sem afetar o processo de fotossíntese, a integridade da gema apical e o volume de massa radicular (FREITAS et al., 2002).

2.4.1 Uso De Reguladores Vegetais Na Agricultura

A utilização de reguladores de crescimento tornam as plantas mais tolerantes a fatores de estresse e, consequentemente, podem se desenvolver mais vigorosamente em tais condições, permitindo melhores chances de atingir seu potencial genético de produtividade (CASTRO; VIEIRA, 2001). Geralmente, os reguladores são aplicados com a finalidade de aumentar a produção e a qualidade ou facilitar a colheita (FERRARI et al., 2008). Podem ainda ser utilizados para reduzir o crescimento indesejável da parte aérea das plantas, sem reduzir sua produtividade (RADEMASCHER, 2015).

Sua atuação na fisiologia da planta, altera características da arquitetura e porte, facilita tratos culturais, reduz a propensão ao acamamento, propicia aumento de densidade, e redução de espaçamentos, além de aumentar a eficiência do uso de recursos como água e radiação solar e assim, aumentar a produtividade (ZAGONEL; FERREIRA, 2013, ZHANG et al. 2014).

O emprego crescente dos reguladores de crescimento como técnica

agronômica para otimizar as produções em diversas culturas tem se mostrado eficiente. Mundialmente os reguladores de crescimento vem ganhando espaço nos sistemas produtivos agrícolas. O uso na fruticultura é relatado por Greene et al., (2002) no cultivo da macieira, onde observou-se benefícios às caracteísticas dos frutos como a coloração, redução da incidência de patógenos e redução da altura e volume da copa, facilitando o manejo da cultura. Na cultura da videira resposta semelhante foi obtida com o uso da prohexadiona de cálcio por Villar et al. (2011), que verificaram redução do crescimento dos ramos e incremento na produtividade de bagas.

Kappes et al. (2011) observaram efeito de redução no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo de crotalária, utilizando o regulador de crescimento trinexapac-ethyl. O trinexapac-ethyl é um regulador de crescimento seletivo, recomendado para aplicação na cultura da cana-de-açúcar, visando a aceleração dos processos de maturação da planta e acúmulo de sacarose no colmo. Também foi relatada redução efetiva do porte de grama esmeralda por reguladores de crescimento (MARCHI et al., 2013).

O feijoeiro também apresenta respostas morfológicas, como redução de porte, à aplicação de reguladores como cloreto de mepiquate e o trinexapac-ethyl (SOUZA et al., 2015). Em arroz a aplicação de trinexapac-ethyl causou redução do porte, e efeito negativo sobre os componentes de rendimento e a massa de grãos da cultura (ALVAREZ et al., 2006).

Em cultivos de grãos nos países europeus, os reguladores vegetais são utilizados como parte integral do sistema de produção visando reduzir riscos de acamamento das culturas devido excesso de chuvas e ventos (RADEMASCHER, 2015). De forma semelhante, Reddy, Reddy e Hodges (1990), afirmam que o uso de reguladores vegetais torna-se inevitável em cultivos com áreas que apresentam condições de alta umidade e adequada disponibilidade de nutrientes.

Redução de porte e alteração da arquitetura, foram observadas também no Brasil, com utilização do regulador de crescimento trinexapac-ethyl, principalmente para a cultura do trigo, que resultou em aumento de produtividade (ZAGONEL, 2002).

Em alguns casos, como relatado por Pagliosa et al. (2013), não foi verificado efeito do regulador de crescimento sobre a produtividade de grãos de trigo, e houve ausência de efeito sobre o crescimento das plantas em caso de restrição hídrica.

Segundo Hertwig (1992) o uso de reguladores inibidores de giberelinas podem aumentar o rendimento das culturas devido a redução do acamamento, devido ao encurtamento e engrossamento do caule das plantas tratadas, bem como, pelo crescimento

radicular mais vigoroso e as folhas se tornar mais curtas, largas e horizontais. Barret (1992) também cita que estes inibidores reduzemos internódios, sem reduzir seu número, redução no tamanho das folhas, as quais ficam mais verdes e fortes.

Em experimento realizado com a cultura da aveia branca e o regulador de crescimento trinexapac-ethyl, foi verificada a redução do porte das plantas, assim como diminuição da ocorrência de acamamento, sem prejuízos ao rendimento de grãos (HAWERROTH et al., 2015).

Na cultura do algodoeiro, verificou-se que a aplicação de regulador vegetal cloreto de mepiquate, é eficiente em limitar o crescimento em altura, precocidade, além de proporcionar a maior produtividade como relatado por Ferrari et al. (2014). Os autores citam ainda que o rendimento do algodoeiro somente foi incrementado quando a aplicação do regulador cloreto de mepiquate foi realizada em duas aplicações e a cultura estava sob maior densidade e menor espaçamento entre linhas.

Souza et al. (2015) trabalhando com mandioca irrigada observaram que o cloreto de mepiquate aumentou a produtividade de amido e farinha de plantas irrigadas por todo o ciclo. No entanto na condição de sequeiro o desempenho da mandioca foi oposto, o que demonstra direta relação da condição ambiental e a eficiência do uso do regulador de crescimento vegetal.

Penckowski (2009) verificou que a aplicação de trinexapac-ethyl em plantas de trigo promove incrementos nos teores de celulose nas celulas das plantas tratadas. Segundo o autor, devido ao fato deste regulador proporcionar maior resistência das plantas ao acamamento, o uso deste tem permitido, em alguns casos, o uso de adubação nitrogenada mais elevada e, consequentemente, maior exploração da capacidade produtiva.

Para trigo, além da redução na altura, mesmo na ausência de acamamento o trinexapac-ethyl promoveu aumentos de rendimento devido a modificação na arquitetura foliar das plantas, deixando essas mais compactas e com melhor aproveitamento da interceptação da radiação solar (FERNANDES, 2009).

Conforme Penckowski (2009) em torno de 15 à 20 dias após a aplicação de trinexapac-ethyl se faz possível observar em trigo, os efeitos do regulador sobre a inclinação das folhas, deixando estas eretas, o que resultará em melhor aproveitamento da radiação solar. O mesmo cita que trabalhos realizados com o uso de trinaxapac-ethyl e a simulação de diferentes níveis de sombreamento, mostrou que as plantas tratadas com

o regulador mudaram sua arquitetura foliar e puderam aproveitar melhor a radiação, o que resultou em ganhos significativos de produtividade.

O trinexapac-ethyl é também comumente usado em gramados visando reduzir seu crescimento, melhorar a qualidade, sua tolerância a pouca luz e o comprimento das raizes (BUNNELL; MCCARTY, 2004).

Na cultura da cana-de-açúcar, além de reduzir o porte das plantas e o acamamento, o trinexapac-ethyl também aumenta o rendimento de açucar sem impacto negativo na qualidade do caldo, conteúdo de fibras e peso da cana (RESENDE et al., 2001; ZAGONEL; FERNANDES, 2007). Em cevada, segundo Amabille et al. (2004), promove a redução da severidade de manchas foliares e aumenta o rendimento de grãos da cultura.

Devido sua forma de ação, o trinexapac-ethyl é muito utilizado em cereais de inverno promovendo a redução acentuada no comprimento do colmo, reduzindo assim a altura de plantas e evitando o acamamento (NASCIMENTO et al., 2009; ESPINDULA et al., 2009). A redução da suscetibilidade da cultura ao acamamento se deve ao encurtamento dos entrenós aliado a maior densidade dos tecidos o que proporciona melhor rigidez ao caule (FERNANDES, 2009; ESPINDULA et al., 2009).

Esse regulador de crescimento interfere pela inibição da enzima 3β-hidroxilase, reduzindo o ácido giberélico ativo (GA1) e aumentando o seu precursor biossintético imediato GA20 (HECKMAN,et al., 2002), ocasionando assim a inibição da elongação celular das plantas durante seu estádio vegetativo (DAVIES, 1987). Os reguladores de crescimento são absorvidos pelas plantas predominantemente pelas folhas e gemas terminais, podendo, todavia, ser absorvidos pelo sistema radicular das plantas. Além de atuarem na morfologia e fisiologia das plantas, os reguladores de crescimento também exercem importante ação nas características anatômicas de órgãos vegetais (TAIZ; ZEIGER, 2013).

2.4.2 Uso De Reguladores Vegetais em *Urochloa ruziziensis*

O uso de reguladores em plantas forrageiras é uma prática já difundida principalmente em países com pequena extensão territorial, onde se faz necessário o uso de tecnologia para o alcance de maiores quantidades e produtos de melhor qualidade (GARCIA, 2006).

Entre os reguladores de crescimento de plantas, o trinexapac-ethyl tem mostrado efeitos hormonais em diversas espécies pertencentes à família das Poaceae (FIALHO et al., 2009). Esse regulador de crescimento interfere pela inibição da enzima 3β-hidroxilase, reduzindo o ácido giberélico ativo (GA1) e aumentando o seu precursor biossintético imediato GA20.

O autor cita ainda, que realizaram um estudo com caracteres morfoanatômicos de brachiaria brizantha submetida à aplicação de trinexapac-ethyl nas doses de 0,00 e 0,75 kg ha^{-1}, 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 mesofilo em *U. brizantha*.

Os resultados quanto a dinâmica do uso do regulador em *Urochloa ruziziensis*, ainda são limitados. O que gera a necessidade de novas pesquisas relacionadas ao assunto.

2.5 ADUBAÇÃO NITROGENADA

2.5.1 Nitrogênio

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes mais requeridos pela cultura do milho, exercendo funções importantes no metabolismo da planta, participando como constituinte de proteínas, enzimas, ácidos nucléicos, citocromo, moléculas de clorofila, sendo crucial para diversas reações metabólicas das plantas, como por exemplo o processo de fixação de CO2 no ciclo C3 pela enzima “rubisco” que possui N em sua constituição. De forma geral o N está presente em moléculas que participam dos metabolismos primários e secundários, portanto sem a quantidade adequada desse nutriente, não é possível que o crescimento e desenvolvimento do indivíduo ocorra de forma satisfatória (TAIZ; ZEIGER, 2013), além garantir um aumento da produção de grãos na cultura do milho (BULL, 1993; MARCHNER, 1995).

O N se encontra em abundância na composição do ar atmosférico, cerca de 78%, no entanto na atmosfera a forma gasosa N2 é predominantemente e não pode ser

assimilada pelas plantas. Essas absorvem o N nas formas de nitrato, nitrito e amônio (NO^{3-}, NO^{2-} e NH^{4+}), para tanto o N2 deve ser fixado no solo por microrganismos, principalmente por bactérias diazotróficas, que quebram a ligação tripla do N2, que devido ao processo de oxidação forma NO3- e NO2- e pode ainda ser reduzido à NH4+ pelos mesmos organismos, podendo então ser adquirido pelas plantas via absorção radicular, principalmente pelo processo de fluxo de massa (KERBAUY, 2004). Outra fonte importante de N para as plantas é a fração consolidada da matéria orgânica do solo, essa fornece substrato para que os organismos mineralizadores realizem sua função e liberem as formas possíveis de serem absorvidas na solução do solo (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Quando se trata do contexto agrícola, na maioria dos casos o N necessário ao desenvolvimento das plantas é fornecido exogenamente pela fertilização nitrogenada que pode ocorrer na forma de NO3- e NH4+ e disponibilizado para a planta na forma de ureia ou na forma de Sulfato de Amônio. A ureia possui cerca de 44% de N, e o sulfato de amônio, contém 21% de N (CANTARELLA; MARCELINO, 2008).

A ureia no solo é reduzida a nitrato, através de etapas. As perdas por volatização da amônia ocorrem porque a ureia, depois de adicionada ao solo, sofre hidrólise enzimática, produzindo carbonato de amônio, que por sua vez desdobra-se em gás NH3, CO2 e água. Além disso, um agravante desse mecanismo de perda é o elevado aumento do pH causado pela amônia ao redor do local da aplicação, dificultando a transformação para uma forma mais estável NH4+, o que facilita a volatização. Já, a disponibilização de N na forma de sulfato de amônio confere menores perdas de N por volatização, podendo ser aplicado na superfície, pois o N na forma amoniacal já está prontamente absorvido (CABEZAS, 2010).

2.5.2 Importância Do Nitrogênio Para A Cultura Do Milho

O N é o nutriente absorvido em maior quantidade pela cultura do milho, que em razão disso, é altamente responsivo ao seu fornecimento, que interfere de forma positiva em várias características vgetativas e reprodutivas que influenciam a produção final. O papel fundamental do N é baseado nas ações metabólicas como a biossíntese de proteínas e de clorofilas, ou seja, da constituição estrutural das plantas de milho, sendo muito importante durante todo o ciclo da planta, tanto na fase vegetativa como reprodutiva (OHLAND et al., 2005; SANGOI, 2012).

Porém, é mais exigido no período a partir do período de diferenciação da inflorescência masculina em que a planta se encontra com 4 a 5 folhas até a emissão da oitava folha (RITCHIE et al. 1993). Nesse período do ciclo é que a adubação de cobertura é realizada pois auxilia na expansão foliar, na formação de compostos como a clorofila, na manutenção das folhas fotossinteticamente ativas por mais tempo e no desenvolvimento das espigas (SANGOI et al., 2011).

A adubação nitrogenada tem papel importante, por ser o nitrogênio o nutriente absorvido em maior quantidade pelo milho e, principalmente, pela dificuldade de avaliar sua disponibilidade no solo, devido às múltiplas reações a que está sujeito, mediadas por microrganismos e afetadas por fatores climáticos de difícil mensuração (CANTARELLA; DUARTE, 2004). No caso do milho, o aproveitamento raramente ultrapassa 50% do nitrogênio aplicado como fertilizante mineral (LARA CABEZAS et al., 2004), em razão de o nitrogênio aplicado no solo estar sujeito às perdas por lixiviação, escorrimento superficial, desnitrificação, volatilização da amônia e pela imobilização na biomassa microbiana (ALVARENGA et al., 2006).

Segundo Cantarella e Duarte (2008), os ganhos de produtividade na cultura do milho vem sendo proporcionados, entre outros fatores, pelo aumento no uso de fertilizantes nitrogenados que, de acordo com Silva et al. (2006), ocorrem devido o N ser considerado o elemento quantitativamente mais importante para a cultura. Ohland et al. (2005) afirmam que a cultura espécie é altamente responsiva à adubação com N, apresentando respostas positivas sobre os componentes de rendimento e a produtividade de grãos. Raij (2011) ressalta que para a cultura do milho, a produção pode ser reduzida até pela metade, caso não seja realizada a adubação nitrogenada de cobertura.

As dosagens de N utilizadas nas últimas décadas têm aumentado. As quantidades para o cultivo de sequeiro ficavam na faixa de 40 a 70 kg ha^{-1}, e apenas ultrapassavam os 100 kg ha^{-1} em caso de lavouras irrigadas. Com o passar do tempo, as cultivares possuem uma maior eficiência de aproveitamento do N fornecido, e aliado a esse maior desempenho, se verifica o menor porte das plantas característico de grande parte das cultivares modernas, que permite a utilização de maiores intensidades de adubação nitrogenada nas lavouras. No entanto são verificados casos de prejuízos provocados pelo crescimento excessivo das plantas, esse estimulado pelas doses altas de N empregadas nas lavouras de milho (ERNANI, 2003).

No caso da adubação nitrogenada para a cultura do milho, a

determinação da dose a ser utilizada se dá tanto pela produtividade desejada quanto pelo nível de tecnologia e investimento disponível para a lavoura em questão, sendo que doses de cobertura acima de 200 kg ha^{-1}, consideradas altas, somente são praticadas em lavouras tecnificadas, em que a média produtiva ultrapassa as dez toneladas por hectare e o manejo de adubação é realizado de forma parcelada para evitar perdas excessivas devido a fatores ambientais (BORÉM; GALVÃO, 2015).

Solos brasileiros não suprem a demanda das plantas por N (ERNANI, 2003), elemento responsável por uma série de funções metabólicas que determinam o adequado crescimento e desenvolvimento das plantas (YANO et al., 2005), sendo essencial, portanto, sua complementação com fertilizantes nitrogenados. Neste contexto, a pesquisa recomenda o parcelamento da adubação com N, disponibilizando parte do nutriente na semeadura e o restante em cobertura, levando em consideração o teor de matéria orgânica, histórico da área e o rendimento esperado. Fancelli (2010) recomenda que a adubação de cobertura seja realizada quando a planta de milho apresentar quatro folhas completamente desdobradas, sendo que o limite máximo para fazer a aplicação é quando a planta tiver oito folhas completamente expandidas.

Como o uso de nitrogênio é responsável pela promoção do crescimento e desenvolvimento vegetal, doses elevadas desse elemento podem resultar em crescimento excessivo indesejável ao manejo da cultura, ocasionando por vezes o acamamento e problemas na colheita da cultura, culminando em perdas de rendimento (ZAGONEL et al., 2002). De modo geral, o acamamento tem sido controlado mediante restrição da aplicação de fertilizantes nitrogenados e/ou o uso de cultivares de porte baixo. Porém esse efeito indesejável do nitrogênio pode ser amenizado pela aplicação do regulador de crescimento, como constatado por Zagonel et al. (2002) para a cultura do trigo.

Kappes et al. (2013) alertam sobre a importância de se realizarem estudos avaliando a adubação nitrogenada, com o intuito de atualizar as recomendações técnicas e disponibilizar tecnologias que proporcionem produções economicamente satisfatórias.

Para o milho, o nitrogênio (N) é o nutriente aplicado em maior quantidade, o mais limitante para o crescimento e desenvolvimento da planta e o que mais onera o custo de produção (AMADO et al. 2002). A adubação nitrogenada influi positivamente na produtividade de grãos da cultura do milho, como também aumenta o índice de área foliar, massa de 1.000 grãos, altura de plantas, rendimento de biomassa e

índice de colheita (ULGER et al., 1987; BÜLL, 1993). Os fatores que contribuem para o aumento na produtividade, com a elevação das doses de nitrogênio, são representados pelo acréscimo no número de espigas e aumento no peso das espigas (DURIEX et al., 1993).

Por esses motivos, sua deficiência causa sérios distúrbios na cultura do milho, culminando na formação de espiga de tamanho reduzido, com grãos malformados, e redução no teor de amido e proteínas na cultura do milho (FERREIRA, 1997).

2.5.3 Importância Do Nitrogênio Para Urochloa ruziziensis

Para a *Urochloa ruziziensis*, o nitrogênio é o nutriente que mais limita o crescimento da pastagem, sendo que a falta deste nutriente é considerada um dos principais fatores que levam a degradação do sistema. O nitrogênio, além de atuar sobre a sustentabilidade da comunidade de plantas, torna-se também o principal modulador da produtividade agrícola, em sistemas de produção. Assim, quando o suprimento de nitrogênio no solo não é adequado para atender às exigências da planta, a produção de forragem é substancialmente reduzida, acarretando em uma menor produção de massa seca das lâminas foliares e dos colmos mais bainhas (ROBBINS et al., 1989; BODDEY et al., 1996), implicando na diminuição de massa seca da *U. ruziziensis* (FERREIRA, 1997).

Resultados de Costa et al. (2010), confirmam acrescentando que maiores doses de nitrogênio promovem acréscimo na produção de massa seca e no teor de proteína bruta (PB) e redução nos teores de fibra de detergente ácida (FDA) e fibra de detergente neutra (FDN) da *Urochloa ruziziensis*. Relatam ainda que o sulfato de amônio resultou em maiores produções de massa seca do que a ureia, em todas as doses submetidas a avaliação.

2.5.4 Manejo Da Adubação Nitrogenada No Consórcio

O consórcio de culturas é uma prática agrícola que consiste no cultivo de mais de uma espécie em uma mesma área ao mesmo tempo, as quais competem durante todo ou parte do ciclo de desenvolvimento (ALBUQUERQUE et al., 2012; RAMOS JUNIOR, et al., 2019). O uso do consórcio é crescente por ser considerado uma importante alternativa para a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícolas

tropicais. A maior diversidade de espécies e as melhorias do ambiente de produção ao longo do tempo (CALONEGO et al., 2011; RAMOS JUNIOR et al., 2019) promovem o aumento na eficiência de uso da terra e dos recursos naturais, como água, luz e nitrogênio, favorecendo o sistema de produção (BUSATO; BUSATO, 2011; MAO et al., 2012).

A adoção do cultivo consorciado entre o milho segunda safra com plantas de cobertura, braquiária ou crotalária, tornou-se uma opção para favorecer o sistema de produção sem comprometer a cultura comercial (KAPPES et al., 2015; SOUZA et al., 2019). Entretanto o sucesso dessa prática depende do conhecimento do comportamento das plantas e dos fatores de competição para a realização de adequações no manejo das culturas (ALMEIDA et al., 2017).

O milho é uma cultura altamente responsiva ao N e a deficiência temporária do nutriente nos estádios iniciais da cultura poderia comprometer seu rendimento e a dominância sobre a *Urochloa ruziziensis* durante seu crescimento. Por isso, torna-se necessário conhecer a dinâmica do N em sistemas de consórcio entre milho e *Urochloa ruziziensis* para adequado estabelecimento da ILP. Ao mesmo tempo, pouco se conhece sobre os efeitos residuais da adubação nitrogenada no desenvolvimento e estabelecimento da pastagem após a colheita da cultura principal (FRANZLUEBBERS et al., 2014; PEYRAUD et al., 2014; SALTON et al., 2014; SULC; FRANZLUEBBERS, 2014).

O nitrogênio é também um nutriente limitante da produtividade das pastagens, principalmente as espécies do gênero *Urochloa*. A adubação nitrogenada, mediante o fornecimento de nitrogênio prontamente disponível às plantas, tem se mostrado significativo o que influência sobre os parâmetros quantitativos e qualitativos inerentes ao manejo das mesmas (RUGGIERI et al., 1995). Questionamento este, comprovado por vários trabalhos, os quais tem reportado aumento de produtividade de espécies de *Urochloa* com a utilização da adubação nitrogenada, dentre os quais temosas pesquisas realizadas para *U. decumbens* (ALVIM et al., 1990; ANDRADE et al., 1997; FERRAGINE; MONTEIRO, 1999), *U. humidicola* (ALVIM et al., 1990; COSTA et al., 2001), *U. ruziziensis* (ALVIM et al., 1990; ANDRADE et al., 1996) e *U. brizantha* (ABREU; MONTEIRO, 1999; CECATO et al., 2000; ALEXANDRINO, 2000).

Um aspecto importante a ser considerado no cultivo do milho consorciado é a adequação do manejo da adubação nitrogenada. Visto que no consórcio a competição interespecífica pelo nitrogênio é maior, a adubação deve ser realizada visando assegurar a produtividade dos grãos sem comprometer a produção de palha pela

cultura de cobertura (LANGE et al., 2014). Como visto anteriormente, na cultura do milho, o nitrogênio é o principal macronutriente limitante da produtividade das forrageiras, em especial do gênero *Urochloa* (JAKELAITIS et al., 2005), restringindo a produção quando não suprido durante os estádios de desenvolvimento das espécies consorciadas.

Portanto, desde que sejam utilizadas técnicas de manejo recomendadas pela pesquisa, o consórcio entre milho e Urochloa spp. não compromete a produtividade do milho (LARA-CABEZAS et al., 2007; COSTA et al., 2012; BORGHI et al., 2013; ALMEIDA et al., 2018).

CAPOBIANCO et al (2004) ao estudarem o efeito de doses de nitrogênio no consorcio de milho com *U. ruziziensis*, não obtiveram resposta positiva do milho às doses de nitrogênio. Já CAMPOS (2004) avaliou o efeito do N-sulfato de amônio em pré-semeadura ou em cobertura na cultura do milho consorciada com *Urochloa*, em Latossolo Vermelho distrófico típico, muito argiloso, no Distrito Federal; quantificou no milho uma eficiência de recuperação de 79% e 48% do N aplicado, respectivamente, embora não houvesse diferença significativa na produtividade entre os tratamentos.

Estudando o efeito de doses de N (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha^{-1}) no milho safra solteiro ou consorciado com *U. ruziziensis* Almeida et al. (2017), verificaram que nas doses de N abaixo de 100 kg ha^{-1}, houve concorrência entre a forrageira e o milho, resultando na diminuição da produtividade de milho no consórcio. A partir de 100 kg ha^{-1} de N, não se verificou redução de produtividade no milho consorciado com *U. ruziziensis*. Ainda segundo os autores, não ocorreu efeito residual da adubação nitrogenada na produção de biomassa da forrageira, entretanto após a colheita do milho a massa seca produzida no inverno foi incrementada. Esta condição favorece a manutenção da qualidade e da estabilidade do SPD e a cultura cultivada em sucessão (FRANCHINI et al., 2014).

O suprimento do N na quantidade e no momento adequado com o objetivo de favorecer o rápido estabelecimento da cultura do milho e sombreamento da forrageira é um manejo importante para minimizar a competição interespecífica e contribuir para o sucesso do consórcio (ALMEIDA et al., 2017). Adicionalmente, o fornecimento do N em cobertura em maiores doses pode amenizar eventuais perdas de produtividade do milho, decorrentes de elevada competição interespecífica (RESENDE et al., 2008).

2.6 A CULTURA DA SOJA

2.6.1 Aspectos Gerais

A soja selvagem (*Glycine soja*) ancestral mais próximo da soja cultivada (*Glycine max*) é encontrada na China, Japão, Correia do Sul e no extremo leste da Rússia na Ásia Oriental. Porém sua maior distribuição e diversidade são encontradas no território chinês (QIU; CHANG, 2010). O período exato de sua domesticação não é bem definido, porém há importantes indícios que ocorreu por volta de 1500 – 1027 a. C. na região da Manchúria, China (MISSÃO, 2006).

O primeiro relato da soja no continente americano foi em 1804, quando Mease recomendou seu cultivo na Pensilvânia. No Brasil a primeira referência sobre a soja é de 1882, no Estado da Bahia, introduzida pelo engenheiro agrônomo Gustavo D' Dutra (BONETTI, 1981).

Botanicamente, a soja pertence à família Fabaceae (Leguminosae), subfamília Fabóideae, e ao gênero *Glycine* L., que compreende cerca de quinze espécies, sendo classificada como *Glycine max* (L.) Merrill (BARBIERI; STUMPF, 2008). Caracteriza-se como planta anual com caule ereto e frequentemente ramificado, que varia de 30 a 150 cm de altura, de crescimento determinado, indeterminado ou semi-determinado. Folhas primárias opostas e unifolioladas, as demais folhas trifolioladas e alternas (MÜLLER, 1981). Possui sistema radicular pivotante, passível de associação simbiótica com bactérias da Família *Rhizobiacea,* em termos agrícolas, a relação mais importante é com bactérias pertencentes às espécies *Bradyrhizobium japonicum e Bradyrhizobium elkanii,* responsáveis pela fixação biológica do nitrogênio (HUNGRIA; CAMPO; MENDES, 2007).

É uma espécie autógama, com flores perfeitas, nas quais os órgãos masculinos e femininos ficam protegidos dentro da corola. Insetos, principalmente abelhas, podem transportar o pólen e realizar a polinização de flores de diferentes plantas, mas a taxa de fecundação cruzada, em geral, é menor que 1% (SCHUSTER et al., 2007).

O principal destino da soja em grão é o setor industrial, para o processamento de esmagamento, para obtenção do farelo e óleo, que corresponde a 88,73% da soja produzida. A alimentação humana, na forma *in natura* representa apenas 5,79% (HIRAKURI; LAZZARATTO, 2014). Em termos mundiais, a soja contribui com

29,4% do mercado de óleos vegetais, cuja produção é destinada principalmente ao consumo humano e como matéria-prima para produção de biodiesel (SILVA, 2013).

O farelo de soja tem sido destinado principalmente para a produção de ração animal. O subproduto gerado na produção do farelo e óleo de soja é a lecitina que pode ser empregada como emulsificante, agente ativo de superfície, antiespumante, dispersante, umidificante, estabilizante e anti-derrapante, pela agroindústria, indústria química e de alimentos (EMBRAPA, 2011b).

De acordo com Liu (1999) os grãos de soja podem ser empregados para a elaboração de diversos alimentos como os tradicionais fermentados (missô, tempeh e natto), os tradicionais não fermentados (extrato solúvel, tofu, farinha torrada [kinako], brotos de soja e edamame), os obtidos a partir da farinha de soja desengordurada (os concentrados e isolados protéicos e a proteína texturizada) e, os de segunda geração que são produzidos a partir dos alimentos tradicionais de soja, como o iogurte que é obtido da fermentação do extrato de soja.

2.6.2 Importância E Aspectos Econômicos

A soja (*Glycyne max* (L.) Merril), provavelmente, é originária do Continente Asiático mais precisamente da região antigamente conhecida como Manchuria, hoje pertencente ao atual território da China. Considerada uma das culturas mais antigas do mundo, seu cultivo é datado há pelo menos 5 mil anos. Da Manchuria, foi levada para regiões adjacentes e para o Continente Europeu. Chegou ao Continente Americano e posteriormente ao Brasil, onde foi introduzida na Bahia em 1882, disseminando-se para São Paulo e Rio Grande do Sul (GAZZONI, 2018).

A expansão da cultura para a região central do Brasil só foi possível com o desenvolvimento de um conjunto de tecnologias específicas, como a utilização de cultivares produtivas e adaptadas e o adequado manejo da fertilidade e do preparo dos solos no Cerrado (SILVA, 2018). Atualmente, o cultivo da soja se expandiu além da região sul e central do Brasil, sendo a região Centro-Oeste a que apresenta a maior área, próximo aos 16 milhões de hectares (CONAB, 2020c).

A soja é uma planta herbácea, dicotiledônea, pertencente à família *Fabaceae*. Seu grão apresenta elevado teor proteico, cerca de 40 %, de óleo, próximo à 20%, e por isso possui versatilidade de usos, podendo ser utilizada na alimentação humana e animal e na produção de diversos produtos industrializados e de biocombustível

(SEDIYAMA, 2009).

A produção de soja é uma das atividades de maior importância socioeconômica no mundo devido ao desenvolvimento e estruturação de um sólido mercado internacional relacionado com o comércio de produtos desse complexo agroindustrial, à consolidação da oleaginosa como importante fonte de proteína vegetal, à diversidade de usos para fabricação de produtos derivados e à consequente geração de empregos e divisas (HIRAKURI et al., 2014).

A soja é a cultura que mais cresceu nos últimos anos. A produção mundial da oleaginosa na safra 2018/2019 foi de 358 milhões de toneladas, da qual exportou-se cerca de 148 milhões de toneladas (USDA, 2020). O Brasil é o segundo maior produtor mundial, com 117 milhões de toneladas produzidas na safra 2018/2019, com perspectiva de alcançar as 126 milhões de toneladas na safra 2019/2020 ocupando 59 % da área cultivada com grãos do país, além de ser o maior exportador mundial com 75 milhões de toneladas na última safra. (CONAB, 2020d).

De acordo com Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços as exportações brasileiras do complexo soja (grão, farelo e óleo) somaram US$ 40,963 bilhões em 2018, 29,6% acima do total vendido ao exterior em 2017, quando somou US$ 31,603 bilhões (MDIC, 2019). O complexo soja teve participação de 46,1% (US$ 4,52 bilhões) do valor total das exportações do agronegócio brasileiro em maio de 2019. As vendas externas de soja em grão foram de US$ 3,76 bilhões, de farelo de US$ 585,92 milhões, enquanto as exportações de óleo chegaram a US$ 168,75 milhões. A expressiva participação do complexo na balança comercial comprova a grande importância da sojicultura para o país (MAPA, 2019).

Da área cultivada de soja no país, o Paraná responde por 5,4 milhões de hectares (15%). Na safra 2018/2019, foi o terceiro maior produtor do grão no Brasil com mais de 16 milhões de toneladas (CONAB, 2020c). A produtividade média no estado aumentou ao longo dos últimos dez anos, saindo de 2.337 kg ha^{-1} para 2.989 kg ha^{-1} (2018/2019), fato que tem contribuído para o aumento gradativo da produção.

2.6.3 Sistema Produtivo

A adoção de práticas de produção intensivas associadas ao monocultivo e preparo convencional do solo, ocasionam perdas e degradação das propriedades biológicas, químicas e físicas do solo, reduzindo a sua capacidade produtiva (LEMOS et

al., 2003). Há uma preocupação da política ambiental mundial na busca de soluções para mitigar os impactos das atividades antrópicas sobre o meio ambiente sem comprometer o desenvolvimento socioeconômico da população (FERNANDES; FINCO, 2014).

Práticas de manejo relacionadas com a manutenção e com a conservação dos solos tornaram-se cada vez mais comuns e necessárias para preservar e aumentar a capacidade produtiva, mantendo a viabilidade econômica da produção agropecuária, o desenvolvimento socioeconômico e a sustentabilidade dos recursos naturais (VILELA et al., 2012).

O principal sistema de produção de grãos das regiões agrícolas do Centro Oeste, Sudeste, parte sudeste da região Norte e parte Noroeste da Região Sul é a sucessão de culturas soja/milho (ROSCOE; MIRANDA, 2013). O uso contínuo de sucessões ao longo dos anos pode trazer problema de empobrecimento do solo, infestação de plantas daninhas de difícil controle e maior ocorrência de pragas e doenças, com consequente redução no rendimento das culturas (DEBIASI, et al., 2015).

Nesse contexto, torna-se cada vez mais importante que haja uma diversificação das espécies cultivadas nos sistemas de produção nos quais a soja está inserida, com a finalidade de mitigar os problemas causados pela sucessão contínua. Essa diversificação deve promover o aumento da produção de palha para cobertura do solo, a diversificação da distribuição dos sistemas radiculares, pivotantes e fasciculados, de forma alternada no tempo, a manutenção ou aumento dos teores de carbono do solo, e o incremento da densidade macro e microbiológica (MACEDO, 2009).

O Sistema Plantio Direto é uma das mais importantes tecnologias para a produção agrícola sustentável, o qual se baseia na rotação de culturas, na cobertura superficial permanente e no não-revolvimento do solo (FREITAS, 2005; CÂMARA, 2015).

A sustentabilidade e eficiência do Plantio Direto estão relacionadas, dentre outros fatores, à produção e manutenção da palha produzida pelas culturas para cobertura do solo nas diversas condições edafoclimáticas (TORRES et al, 2008; ALBUQUERQUE, et al 2013). O milho segunda safra deixa sobre o solo considerável quantidade de palha após sua colheita, podendo ser essa quantidade aumentada quando o cereal é cultivado em consórcio com plantas de cobertura (GARCIA et al., 2014; ARF et al., 2018), condição que pode influenciar o crescimento e a produtividade da soja cultivada em sucessão (RIBEIRO et al., 2018).

Avaliando o efeito de resíduos de espécies consorciadas ou não com

milho segunda safra sobre a produtividade da soja e do milho cultivados em sucessão Ceccon et al. (2013), verificaram que a biomassa seca da parte aérea foi maior quando o milho estava em consórcio com *Panicum maximum* (10,7 mil kg ha^{-1}), *Urochloa brizantha* (10,1 mil kg ha^{-1}) e *Urochloa ruziziensis* (9,8 mil kg ha^{-1}) do que o milho solteiro (4,0 mil kg ha^{-1}). Nos tratamentos consorciados, houve aumento na porcentagem de solo coberto com os resíduos vegetais e preservação dos nutrientes no solo sem reduzir a produtividade de palha e grãos de milho. Além disso, o rendimento de grãos de milho e soja em sucessão foram maiores após o cultivo de *U. ruziziensis* solteira e do milho em consórcio com *U. ruziziensis*.

O consórcio de milho segunda safra com culturas de cobertura, especialmente as do gênero *Urochloa*, é considerado uma alternativa para viabilizar o Sistema Plantio Direto. Essas forrageiras produzem elevada quantidade de fitomassa para cobertura do solo mesmo em ambientes de baixa fertilidade e sob condições climáticas restritivas (TORRES et al., 2014). Além disso, formam biomassa com alta relação C/N e lignina/N (TIMOSSI et al., 2007), o que confere maior persistência da palhada, característica desejável nas condições em que há rápida decomposição da cobertura de solo.

Avaliando a infestação de plantas daninhas após cinco anos de cultivo com milho solteiro ou consorciado com *Urochloa ruziziensis* na segunda safra, Mechi et al. (2018), verificaram que no ano de cultivo, o milho em consórcio com braquiária aumenta a massa total de resíduos e inibe a presença de plantas daninhas.

Com o objetivo de avaliar os atributos físicos do solo e o crescimento de raízes da soja após cultivos de segunda safra (*Urochloa ruziziensis*, consórcio de milho com *U. ruziziensis*, milho solteiro e feijão-caupi) Ribeiro et al. (2019), verificaram que cultivos de segunda safra promovem mudanças nos atributos físicos do solo, por meio do controle e/ou prevenção da compactação e aumento na porosidade nas camadas superficiais e subsuperficiais do solo. A *U. ruziziensis* melhora a qualidade do solo de modo a proporcionar maior crescimento de raízes de soja cultivada em sucessão, o que pode levar ao aumento da produtividade de grãos.

Balbinot Junior et al. (2017) estudando o efeito de raízes e palha de *Urochloa brizantha* e *U. ruziziensis*, cultivadas como plantas de cobertura do solo na segunda safra, observaram que o cultivo de espécies de gramíneas aumentou em 81% o rendimento de grãos de soja em comparação com o pousio. Esses autores acrescentam que os efeitos das raízes são mais expressivos que os da palha, porém a presença

combinada de raízes e palha confere melhor desempenho à soja cultivada em sucessão do que a presença isolada desses resíduos.

Secco (2003), constatou que diferentes estados de compactação do solo não afetaram a produção da cultura da soja cultivada em dois Latossolos (Vermelho distrófico e Vermelho distroférrico), com valores de densidade de 1,62 e 1,54 Mg m^{-3}, respectivamente. Portanto, a palhada pode proporcionar melhoria na cobertura do solo visando à realização da semeadura direta e, muitas vezes, ao aumento de produtividade na cultura sequente e/ou a antecipação da formação de pastagem.

O rendimento de grãos de soja cultivada após o consórcio milho safrinha com *U. ruziziensis* é superior em até 11,8% à soja cultivada após milho solteiro. No milho solteiro, em área cultivada anteriormente com *U. ruziziensis*, o rendimento pode atingir valores superiores, chegando a 15% a mais do que no sistema com milho solteiro (CECCON, 2007).

Garcia, et. al. (2014), ao estudarem o efeito do consórcio de milho com forrageiras sendo uma delas a *Urochloa ruziziensis*, aliado a adubação nitrogenada relataram que não houve influência na maioria dos componentes de produção e a produtividade da soja em sucessão a este sistema de plantio direto.

3 ARTIGO A: TRINEXAPAC-ETHYL VIA EMBEBIÇÃO DE SEMENTES NO CRESCIMENTO DE *Urochloa ruziziensis*

Resumo

Em cultivos consorciados o efeito competitivo das plantas de cobertura sobre a cultura do milho é convencionalmente controlado pelo uso de subdoses de herbicidas. Outra alternativa seria o uso de reguladores de crescimento de plantas aplicados nas sementes da forrageira, reduzindo riscos e custos de pulverização e com efeitos desde a fase inicial de desenvolvimento. Portanto, o objetivo foi avaliar o efeito de doses de regulador vegetal aplicado via embebição em sementes de *Urochloa ruziziensis* sobre o crescimento da forrageira. O experimento foi conduzido em vasos sob condições de casa de vegetação, sob o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x5, com cinco repetições. Foram avaliadas quatro doses do regulador vegetal trinexapac-ethyl (0; 0,2; 0,4 e 0,6 mL ha^{-1}), via embeição de sementes, e cinco épocas de avaliação durante o desenvolvimento da forrageira (10, 20, 30, 40 e 50 dias após a semeadura). Foram avaliados: porcentagem de plantas emergidas, comprimento médio da parte aérea, número de folhas expandidas, número de perfilhos, comprimento e volume médio de raiz e massa seca de parte aérea e raiz. Os dados experimentais, atendendo os presupostos estatísticos, foram submetidos à análise de variância e, quando detectado efeitos significativos, tanto as doses de trinexapac-ethyl quanto as épocas de avaliação foram estudadas por regressão até o segundo grau, com 5% de probabilidade. Doses acima de 0,3 ml ha^{-1} de Trinexapac-Ethyl acentuam a redução do crescimento, porém inibem ou retardam o estabelecimento do estande da forrageira. O regulador vegetal Trinexapac-Ethyl aplicado via embebição de sementes de *Urochloa ruziziensis* se mostrou eficiente em reduzir o crescimento inicial da forrageira com potencial uso na redução da competição em cultivo consorciado com o milho.

Palavras-chave: Braquiárias**,** Inibidor de ácido giberélico ativo, Regulador vegetal, Tratamento de semente.

TRINEXAPAC-ETHYL VIA SEED EMBEBITION IN THE GROWTH OF DE *Urochloa ruziziensis*

Abstract

In intercropped crops, the competitive effect of cover crops on corn is conventionally controlled by the use of herbicide underdoses. Another alternative would be the use of plant growth regulators applied to forage seeds, reducing risks and costs of spraying and with effects from the initial stage of development. Therefore, the objective was to evaluate the effect of doses of plant regulator applied via imbibition in *Urochloa ruziziensis* seeds on forage growth. The experiment was carried out in pots under greenhouse conditions, under a completely randomized experimental design in a 4x5 factorial scheme, with five replications. Four doses of the trinexapac-ethyl plant regulator (0; 0.2; 0.4 and 0.6 mL ha^{-1}) were evaluated, via seed dressing, and five evaluation times during forage development (10, 20, 30, 40 and 50 days after sowing). The following were evaluated: percentage of emerged plants, average length of the aerial part, number of expanded leaves, number of tillers, average length and volume of root and dry mass of aerial part and root. The experimental data, meeting the statistical assumptions, were subjected to analysis of variance and, when significant effects were detected, both the doses of trinexapac-ethyl and the evaluation periods were studied by regression up to the second degree, with a 5% probability. Doses above 0.3 ml ha^{-1} of Trinexapac-Ethyl accentuate the reduction in growth, but inhibit or delay the establishment of the forage stand. The plant regulator Trinexapac-Ethyl applied via imbibition of *Urochloa ruziziensis* seeds proved to be efficient in reducing the initial growth of forage with potential use in reducing competition in cultivation intercropped with corn.

Keywords: Urochloas, Active gibberellic acid inhibitor, Plant regulator, Seed treatment.

3.1 INTRODUÇÃO

A adaptabilidade da *Urochloa ruziziensis* às mais adversas condições de solo e clima, foi o principal motivo para adiciona-la ao sistema consorciado com o milho. Esta ampla adaptabilidade ocorre devido ao sistema radicular bastante longo e vigoroso, com capacidade de promover a reestruturação do solo (ROSA et al., 2013).

Além dessas características, apresenta ainda eficiente capacidade de produção de massa seca, hábito decumbente de crescimento, propiciando maior fechamento dos espaços após a colheita do milho e formando assim uma melhor e mais distribuída cobertura de solo (LOESCH, 2018; MENDES, 2018).

A consorciação trouxe benefícios adicionais ao se utilizar a *Urochloa ruziziensis*, como redução de plantas invasoras no sistema, controle de mofo branco, melhoria das propriedades física, química e biológica do solo, aumento da matéria orgânica, alem de ciclar, disponibilizar nutrientes disponíveis no solo (EMBRAPA, 2008; VILELA, 2018).

A grande problemática no sistema de consorciação tem sido combinar o manejo de alto rendimento do milho ao convívio com a forrageira uma vez, que para isso, são necessárias adubações com maiores volumes de nitrogênio, o que também favorece o desenvolvimento da forrageira, alteração as relações de compentição entre as culturas consorciadas (JAKELAITIS, et al. 2004).

Medidas como o uso de sub doses de herbicidas via pulverização tem sido adotadas para controlar o crescimento incial da forrageira, até que o milho se estabeleça e defina seu potencial produtivo (COBUCCI, et al. 2001).

Uma alternativa à aplicação de sub doses de herbicidas seria o uso de reguladores vegetais, como o trinexapac-ethyl, para reduzir o crescimento inicial da forrageira o qual interfere na inibição da enzima 3β-hidroxilase, que reduz o ácido giberélico ativo (GA1) e aumenta o seu precursor biossintético imediato GA20, limitando o crescimento das plantas (FIALHO et al., 2009).

Estes podem ser aplicados via embebição de sementes, o que reduz os custos com a pulverização foliar e garante o menor crescimento da forrageira desde o início do ciclo.

Entretanto, embora já utilizada em outras culturas e com outros reguladores vegetais ciclo (SILVA et al., 2013; FEITOSA, et. al., 2015), tanto a aplicação

via sementes quanto as doses a serem utilizadas carecem de estudos para comprovação da efetividade no controle de crescimento da *U. ruziziensis*.

Sendo assim, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses de regulador vegetal via embebição em sementes de *Urochloa ruziziensis* sobre o crescimento da forrageira.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada na Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Pr. Os vasos utilizados, com capacidade para três litros, foram preenchidos com solo, classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico segundo a Embrapa (2013).

As características químicas do solo utilizado como substrato, determinadas antes da instalação do experimento, foram: pH (KCl) 5,9; 7,1 cmolc dm^{-3} de Ca^{+2}; 1,02 cmolc dm^{-3} de Mg^{+2}; 0 cmolc dm^{-3} de Al^{+3}, 12,11 mg dm^{-3} de P; 1,6 cmolc dm^{-3} de K; 1,02 mg dm^{-3} de carbono; 2,54 g 100 g^{-1} de M.O.; e 8,75 cmolc dm^{-3} de CTC.

A espécie de forrageira utilizada foi a *Urochloa ruziziensis*.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x5, com cinco repetições. Os tratamentos constaram de quatro doses do regulador vegetal trinexapac-ethyl (0, 0,2; 0,4 e 0,6 mL ha^{-1}) aplicadas via tratamento de sementes por embebição (no dia anterior a semeadura), com cinco épocas de avaliação durante a fase inicial de crescimento e desenvolvimento da forrageira (10, 20, 30, 40 e 50 dias após a semeadura).

A embebição das sementes foi feita com volume de calda na proporção de duas vezes a massa da semente (RAS, 2008). A dose 0 mL ha^{-1} foi embebida em água com o mesmo volume dos demais tratamentos (Figura 2). As sementes utilizadas pertencem a catergoria S2, com 70% de sementes puras e viáveis e, foram semeadas 10 sementes por vaso.

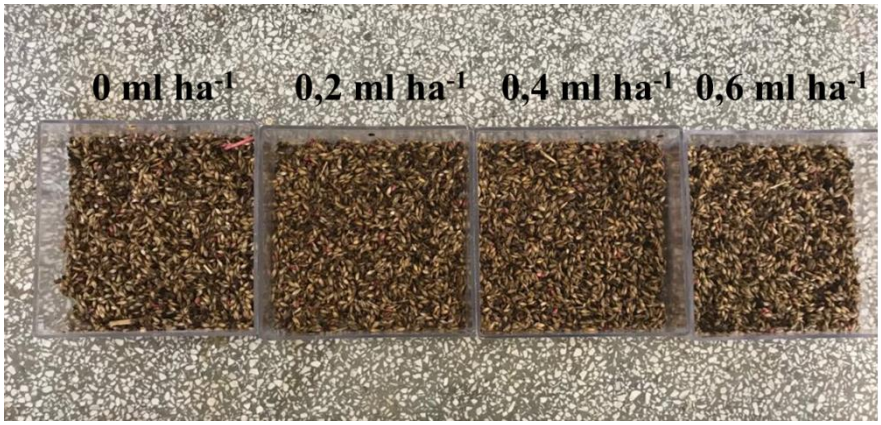


Figura 2: Tratamento via embebição de sementes de *Urochloa ruziziensis* na Pré-semedura em suas respectivas doses de Trinexapac-Ethyl.

Em cada época de avaliação foram avaliados:

Emergência de plantas (EPL): realizada através da contagem do número de plantas por vaso, expresso em porcentagem.

Comprimento médio de parte aérea (CPA): aferido através da medida entre o colo da planta e a base da última folha expandida, expresso em cm.

Número de folhas expandidas (NFE): contagem do número de folhas completamente expandidas, ou seja, com a aurícola visível.

Número de perfilhos (NPER): quantificado através da contagem do número de perfilhos por planta.

Comprimento médio de raiz (CR): aferido através da medida entre a extremidade da raiz e a base da parte aérea, expresso em cm.

Volume médio de raiz (VR): avaliado através da diferença de volume verificado em proveta, expresso em cm^3.

Massa seca de parte aérea (MSPA): pesagem da parte aérea de todas as plantas emergidas por vaso, após a estabilização da massa sob secagem em estufa a 60ºC, sendo expresso em gramas por vaso.

Massa seca de raiz (MSR): pesagem das raízes de todas as plantas emergidas por vaso, após a estabilização da massa sob secagem em estufa a 60ºC, sendo expresso em miligramas por vaso.

Para as avaliações CPA, NFE, NPER, CR e VR, foram utilizadas todas as plantas emergidas por unidade experimental para compor a média.

Os dados experimentais foram analisados pelos testes de normalidade (Shapiro Wilk) e homogeneidade (Bartlett), e posteriormente, submetidos a análise de variância. Tanto as médias das doses de trinexapac-ethyl quanto as épocas de avaliação

foram submetidas a estudo de regressão até segundo grau, com significância de 5%.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme a análise de variância, foi constatado interação entre doses de regulador vegetal e a época de avaliação (Reg*EA) para as variáveis emergência de plantas por vaso (EPL), altura de plantas (ALTP), perfilhos (PER), número de folhas por planta (NF), comprimento de raiz (CR), volume de raiz (VR), massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSR) (Tabela 1).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para as características de crescimento de *Urochloa ruziziensis* avaliadas em função de doses do regulador Trinexapac-Ethyl aplicado via embebição de sementes e diferentes épocas de avaliação em casa de vegetação. Londrina-PR, 2019.

F.V.	G. L.	Q.M.						
		EPL	ALTP	PER	NF	CR	VR	MSPA
Reg	3	121,42**	506,53**	22,76**	85,79**	252,66**	0,31**	15,32*
Resíduo	80	0,57	2,72	0,13	0,54	3,02	0,005	4,65
EA	4	22,99**	650,12**	42,10**	99,66**	1218,53**	1,54**	182,64**
Reg*EA	12	2,02**	10,31**	4.84**	22,99*	5,98*	0,01*	12,40**
Média		7,27	10,14	1,35	4,36	20,67	0,79	6,46
C.V.(%)		10,34	10,14	26,19	16,35	8,40	8,95	33,36

Notas: FV: Fonte de variação. Reg: Doses de trinexapac-ethyl. EA: Época de avaliação. Reg*EA: Interação entre as doses de regulador vegetal e a época de avaliação. CV: Coeficiente de variação. GL: Grau de liberdade. EPL: Número de plantas por vaso. ALTP: Altura de plantas. PER: Número de perfilhos de *Urochloa ruziziensis.* NF: Número de folhas de *Urochloa ruziziensis* por planta. CR: Comprimento de raiz. VR: Volume de raiz. MSPA: Massa seca de parte aérea. MSR: Massa seca de raiz. *: Significativo a 5%. **: Significativo a 1%.

Com relação a figura 3a, verifica-se que para a variável emergência de plantas por vaso houve ajuste linear decrescente ao aumento da dose de Trinexapac-ethyl, na proporção de 18, 21, 17 e 14 e 13 % de plantas emergidas a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados no tratamento via embebição de semente de *Urochloa ruziziensis*, respectivamente as épocas 10, 20, 30, 40 e 50 DAS.

Resultado semelhante foi encontrado por Kasparty, et. al. (2015), os quais avaliaram a emergência de aveia branca embebidas com Trinexapac-ethyl também encontraram diminuição no estande de plantas.

Já na figura 3b é apresentado que para a variável número de plantas por vaso houve ajuste linear crescente com relação a avaliação feita ao longo dos dias após a semeadura, na proporção de 1,6, 8,4, 9,2 e 6,9 % de plantas emergidas a cada 10 dias avaliados, para as respectivas doses de 0, 0,2, 0,4 e 0,6 ml ha^{-1}.

Nota-se então, que com o aumento das doses do regulador vegetal, há desaceleração na germinação e emergência de plantas ao longo do tempo, bem como a redução de cerca de 50% do estande da ausência para a dose máxima testada do regulador. O que corrobora com Swain; Singh (2005), os quais relatam que reguladores de crescimento que interferem na inibição da síntese de giberelinas nas sementes pode afetar negativamente sua germinação.

De acordo com Taiz e Zeiger (2009) o processo de germinação de várias espécies exige giberelinas para ativar o crescimento do embrião, o enfraquecimento da camada do endosperma que o envolve, restringindo o crescimento, e para mobilizar reservas energéticas dos endospermas. O emprego de giberelinas está relacionado a síntese de enzimas hidrolíticas que degradam reservas, como o amido e as proteínas, as quais são usadas no desenvolvimento do embrião e no alongamento da radícula.

Na maioria das gramíneas, as giberelinas também atuam no alongamento celular, fazendo com que a raiz primária rompa os tecidos que restringem o seu crescimento (SALISBURY; ROSS, 1991).

Sendo assim, a interferência na síntese de giberelinas causado pelo regulador vegetal trinexapac-ethyl, fez com que as sementes de *Urochloa ruziziensis* embebidas com trinexapac-ethyl, tivessem seu desenvolvimento inicial afetado devido a diminuição da giberelina presente na semente. Além de diminuir o comprimento do mesocótilo e da raiz primária através da diminuição do alongamento celular.

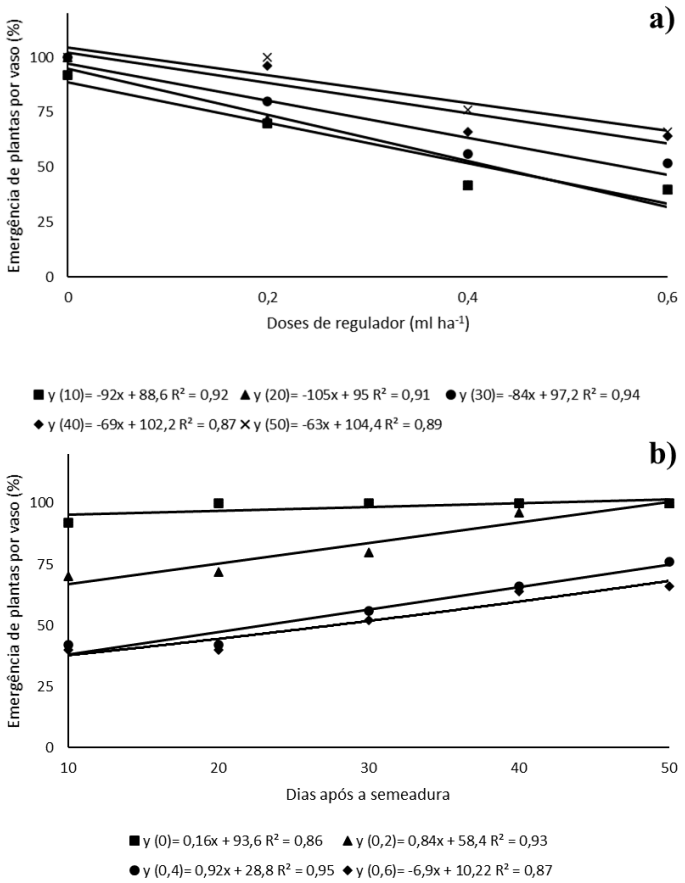


Figura 3: Desdobramento das épocas de avaliação em função das doses do regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das épocas de avaliação (b) para o número de plantas emergidas de *Urochloa ruziziensis*. Londrina-PR, 2019.

Já para a variável altura de plantas (Figura 4a) nas avaliações feitas aos 10, 20, 30, 40 e 50 dias há redução do porte das plantas conforme o aumento da dose do regulador vegetal, de modo linear decrescente, visto que a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, se reduz o porte de plantas em 2,78, 2,84, 2,96 e 3,84 cm, respectivamente.

Nota-se que na figura 4b que o ajuste para a altura de plantas foi linear crescente com relação aos dias avaliados após a semeadura na taxa de 4,7, 3,6, 3,1 e 3,3 cm a cada avaliação realizada, para as respectivas doses de 0, 0,2, 0,4 e 0,6 ml ha^{-1}.

Conforme o aumento da dose do regulador, verifica-se maior efeito na diminuição da altura, porém a taxa é praticamente a mesma, sendo ela de aproximadamente 3 cm a cada 0,2 ml ha^{-1} do regulador adicionado na embebição das sementes da forrageira. Aos 50 dias verifica-se redução de aproximadamente 20 cm entre a ausência do regulador e a dose máxima testada. Ressaltando a importância do resultado na diminuição da competição entre a forrageira consorciada com o milho.

Esse regulador de crescimento interfere pela inibição da enzima 3β-hidroxilase, reduzindo o ácido giberélico ativo (GA1) e aumentando o seu precursor biossintético imediato GA20, resultando na diminuição através da diminuição dos entrenós da planta (FIALHO, 2009; SILVA et al., 2013).

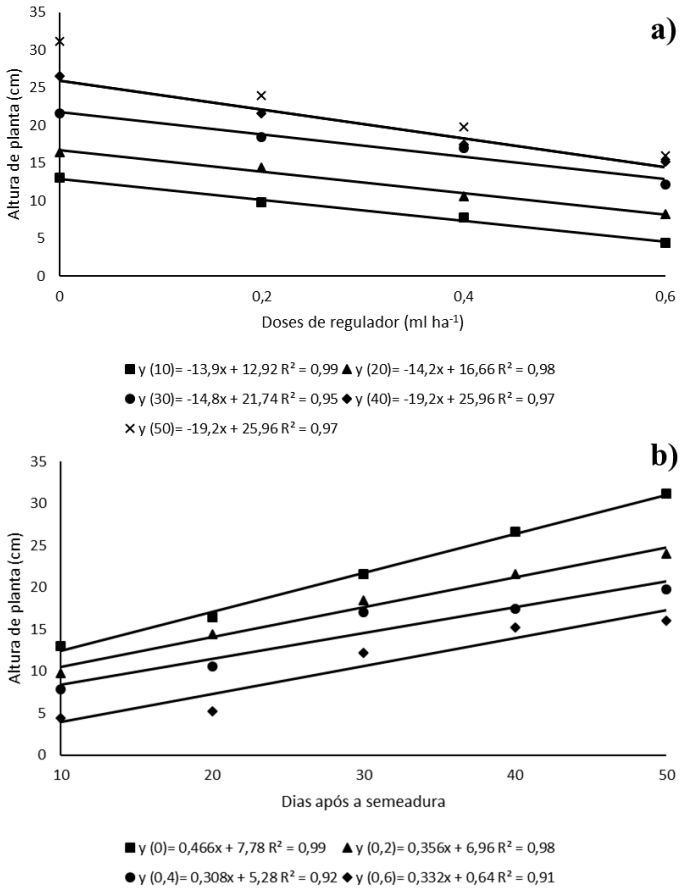


Figura 4: Desdobramento das épocas de avaliação em função das doses do regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das épocas de avaliação (b) para a altura de plantas de *Urochloa ruziziensis*. Londrina-PR, 2019.

Com relação a variável número de perfilhos por planta verificou-se que para as avaliações feitas aos 10 e 20 DAS não houve ajuste que explicasse o comportamento da característica (Figura 5a). Fato esperado, pois até então, a planta não havia começado a perfilhar. Corroborando com Rodrigues; Almeida (2011), que relatam o início do perfilhamento de *Urochloa ruziziensis* aos 15 dias podendo se estender até aos 20 dias após a semeadura, dependendo das condições de cultivo.

Já para as avaliações realizadas aos 40 e 50 DAS, o comportamento da variável foi quadrático, tendo as doses de 0,47 e 0,45 ml ha^{-1} como as responsáveis pela

diminuição mais acentuada do número de perfilhos, respectivamente. Já para a avaliação feita aos 30 dias após a semeadura, o comportamento da variável ao tratamento foi linear decrescente ao aumento da dose do regulador, visto que, a cada 0,2 ml ha^{-1} do regulador embebido na semente, diminui o número de perfilhos em 0,68 (Figura 5a).

Conforme a figura 5b o ajuste para o número de perfilhos, foi linear crescente com relação aos dias avaliados após a semeadura na taxa de 1,8, 0,7, 3,1 e 0,5 perfilhos a cada avaliação realizada, para as respectivas doses de 0, 0,2, 0,4 e 0,6 ml ha^{-1}.

Silva et al., (2013), corroboram com o argumento de que com aumento das doses de regulador há a diminuição na altura de plantas, devido ao comprimento e número de entrenós, o que também acarreta a diminuição do número de perfilhos. Fato este também encontrado no trabalho, visto que, aos 50 dias após a semeadura das plantas, o número de perfilhos diminuiu em cerca de seis vezes relacionando o tratamento sem a aplicação do regulador com o tratamento referente a dose máxima testada.

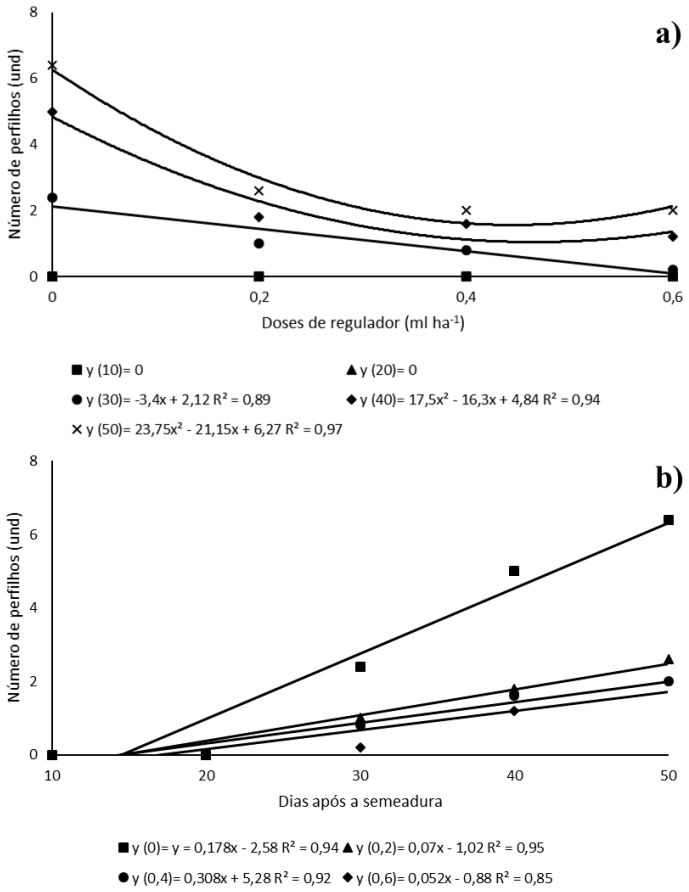


Figura 5: Desdobramento das épocas de avaliação em função das doses do regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das épocas de avaliação (b) para o número de perfilhos por planta em *Urochloa ruziziensis*. Londrina-PR, 2019.

Ao analisar a variável número de folhas por planta (Figura 6a), constatou-se que para as avaliações feitas aos 10 e 20 DAS, não houve ajuste que explicasse o comportamento da característica. Para as avaliações feitas aos 30 e 40 DAS o ajuste foi linear decrescente, visto que a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, o número de folhas diminui em 0,78 e 0,46, respectivamente. Já para a avaliação feita aos 50 DAS, verificou-se que o número de folhas diminui apenas até a dose de 0,47 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*.

Sendo assim, além de reduzir a altura a altura pelo menor alongamento dos entrenós, também houve também retardamento das fases fenológicas, como emissão de menor número de folhas e perfilhos, quando utilizado o redutor de crescimento(Figura 6a). Esse retardo no desenvolvimento em relação a dose de 0 ml ha^{-1} se dá pelo atraso que sementes embebidas com regulador tiveram na germinação e emergência verificado na figura 3b.

Já na figura 6b verifica-se que o ajuste para o número de folhas por plantas foi linear crescente com relação aos dias avaliados após a semeadura na taxa de 3,2, 1,0, 0,6 e 0,6 cm a cada avaliação realizada, para as respectivas doses de 0, 0,2, 0,4 e 0,6 ml ha^{-1}.

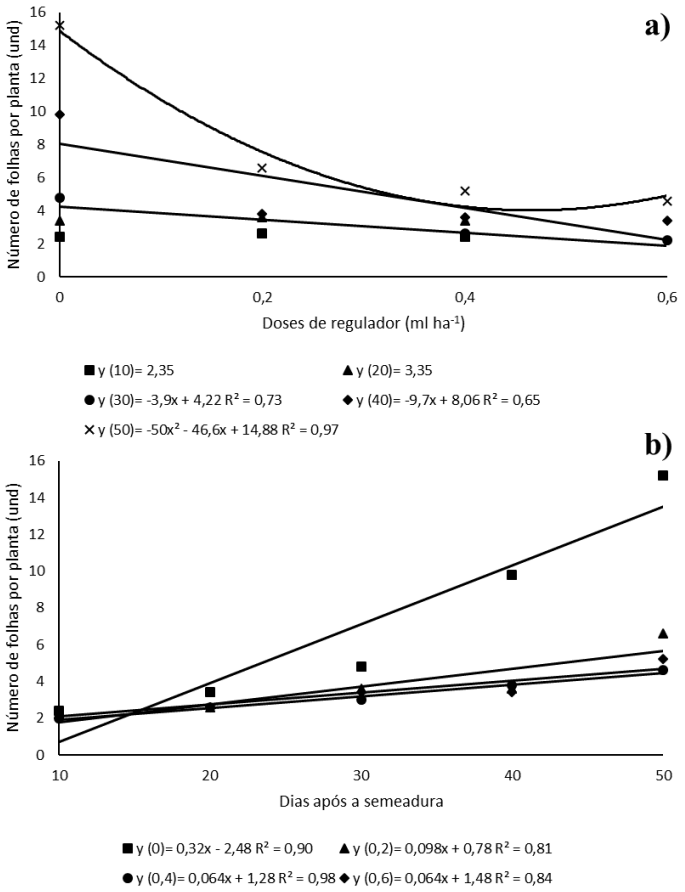


Figura 6: Desdobramento das épocas de avaliação em função das doses do regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das épocas de avaliação (b) para o número de folhas por planta de *Urochloa ruziziensis*. Londrina-PR, 2019.

Verificou-se através da figura 7a, que para a variável comprimento de raiz as avaliações feitas aos 10, 20, 30, 40 e 50 DAS apresentaram comportamento linear decrescente, a ponto que conforme se aumenta a dose do regulador vegetal o comprimento radicular diminui na taxa de 1,96, 2,62, 2,03, 3,3 e 2,26 cm a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, respectivamente.

Verifica-se que o regulador vegetal não influencia apenas na parte aérea, influenciando também no comprimento de raiz, visto que há uma diminuição em cerca de 25 cm no comprimento da mesma quando comparado as doses de 0 e 0,6 ml ha^{-1} (Figura 7a)

Quanto ao ajuste para o desdobramento das doses do regulador em função das épocas avaliadas para o comprimento de raiz, verifica-se o ajuste linear crescente com relação aos dias avaliados após a semeadura na taxa de 4,9, 5,4, 4,4 e 4,8

cm a cada avaliação realizada, para as respectivas doses de 0, 0,2, 0,4 e 0,6 ml ha^{-1} (Figura 7b).

Verificou-se então, que houve diminuição no comprimento radicular, porém, não foi possível verificar a estabilização do comprimento. Sendo que o comprimento continuou crescendo de modo linear ao tempo em taxa proporcional a dose testada.

Uma das premissas de se usar a *Urochloa ruziziensis* no cultivo consorciado com o milho é agressividade do sistema radicular da mesma. Agressividade essa que garante melhor agregação e reestruturação, bem como a aeração do solo (VILELA, 2018). Visto que o sistema radicular continua se desenvolvendo ao longo do tempo, porém de maneira menos agressiva do que na ausência do regulador embebido na semente da forrageira, cabe novos estudos afim de quantificar se essa menor agressividade ainda é o bastante para continuar trazendo os benefícios que o enraizamento da *Urochloa ruziziensis* faz ao solo.

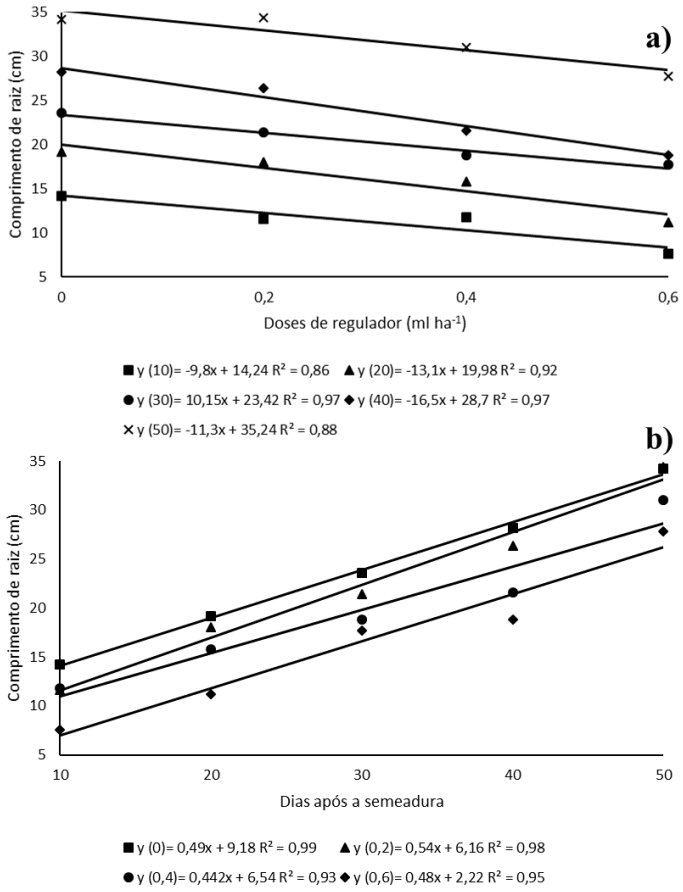


Figura 7: Desdobramento das épocas de avaliação em função das doses do regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das épocas de avaliação (b) para o comprimento de raiz de *Urochloa ruziziensis*. Londrina-PR, 2019.

Quanto ao volume de raiz, apresentado na figura 8a, observou-se que o mesmo diminui de modo linear ao aumento da dose do regulador vegetal. Isso ocorre na taxa de 0,06, 0,15, 0,07, 0,12 e 0,11 cm^3 a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, nas respectivas épocas de avaliação de 10, 20, 30, 40 e 50 DAS.

Já para as épocas avaliadas com relação ao volume de raiz, verifica-se o comportamento linear crescente na taxa de 0,2 cm^3 a cada avaliação realizada, para as respectivas doses de 0, 0,2, 0,4 e 0,6 ml ha^{-1}.

Resultados que condiz com o apresentado para a variável comprimento de raiz. Uma vez que um sistema radicular menor, possuirá menor volume, isto quando comparado as doses. Pois quando analisado ao longo do tempo, o volume radicular também aumenta como o comprimento de modo linear, sem demonstrar estabilidade no crescimento.

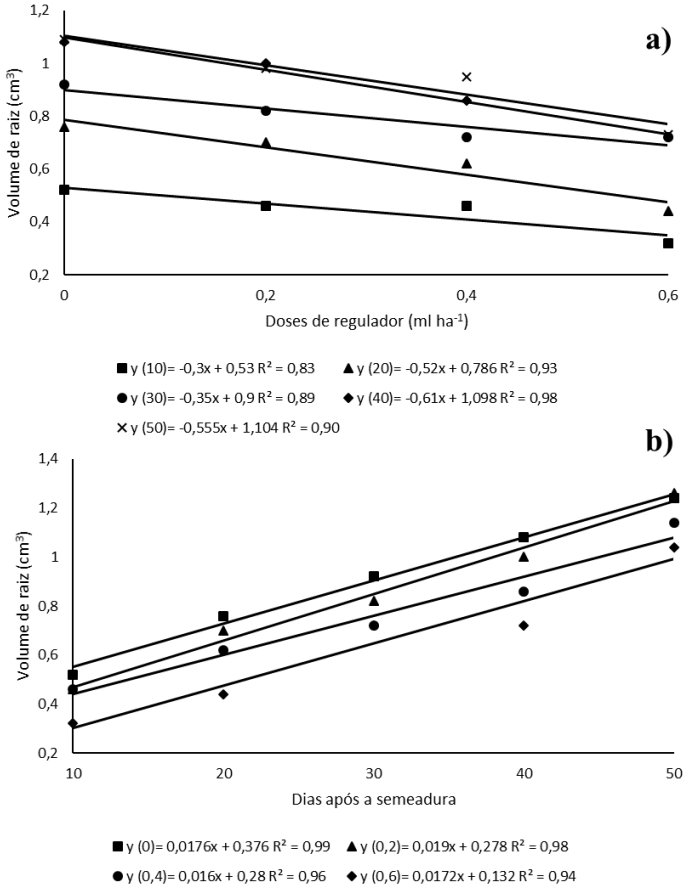


Figura 8: Desdobramento das épocas de avaliação em função das doses do regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das épocas de avaliação (b) para o volume de raiz de *Urochloa ruziziensis*. Londrina-PR, 2019.

Já para a variável massa seca de parte aérea verificou-se que as épocas de avaliação de 10 e 20 DAS não apresentaram um ajuste que explicasse o comportamento dos dados. A as avaliações feitas aos 30 e 50 DAS, resultaram em diminuição linear na massa seca, conforme o aumento da dose do regulador vegetal Trinexapac-ethyl, na taxa de 2,75 e 0,72 g a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, respectivamente. A avaliação feita aos 40 DAS, apresentou ajuste quadrático onde o uso do regulador vegetal, proporcionou ganho na massa seca até a dose de 0,16 ml ha^{-1}, após essa dose, a massa seca passou a diminuir com o aumento da dose (Figura 9a).

Conforme a figura 9b o ajuste para a massa seca de parte aérea foi linear crescente com relação aos dias avaliados após a semeadura na taxa de 2,3, 2,2, 1,8 e 1,8 g a cada avaliação realizada, para as respectivas doses de 0, 0,2, 0,4 e 0,6 ml ha^{-1}.

Quanto a massa seca de parte aérea verifica-se que ao longo tempo a dose de 0 ml ha^{-1} demonstrou menor massa. Isso ocorreu, pois o regulador promove alterações anatômicas nas folhas da *U. ruziziensis*, o que causa o aumento da espessura da lâmina foliar, da área das células da bainha (FIALHO et al., 2009). Os autores relatam ainda que o regulador vegetal trinexapac-ethyl aumentou em 23 % a espessura da lâmina foliar.

Fato que reforça a importância do uso do regulador vegetal na embebição de sementes de *Urochloa ruziziensis*, uma vez que, a mesma possibilita maior massa seca, consequentemente maior massa em cobertura do solo.

Nota-se através da figura 9b que esse aumento na massa seca de parte aérea foi verificado até a dose de 0,4 ml ha^{-1}. Doses superiores a essa, demonstram diminuição na massa seca quando comparada as demais.

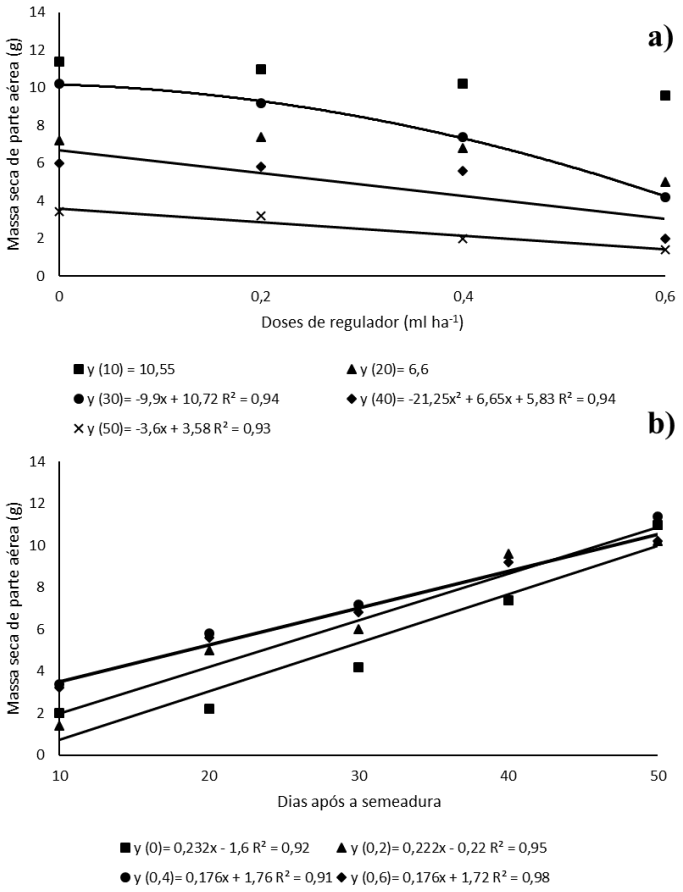


Figura 9: Desdobramento das épocas de avaliação em função das doses do regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das épocas de avaliação (b) para a massa seca de parte aérea de *Urochloa ruziziensis*. Londrina-PR, 2019.

Verificou-se que para a massa seca de raiz, todas as épocas de avaliação apresentaram o mesmo comportamento em resposta as doses, sendo ele linear decrescente conforme se aumenta a dose do regulador vegetal. A taxa de decréscimo de massa seca de raiz, foi de 1,46, 1,86, 1,04, 2,56, 1,48 g a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, para as respectivas épocas de avaliação feitas aos 10, 20, 30, 40 e 50 DAS (Figura 10a). O inverso foi verificado quanto as épocas avaliadas após a semeadura na taxa de 3,5, 4,0, 3,1 e 3,6 g a cada época de avaliação (Figura 10b).

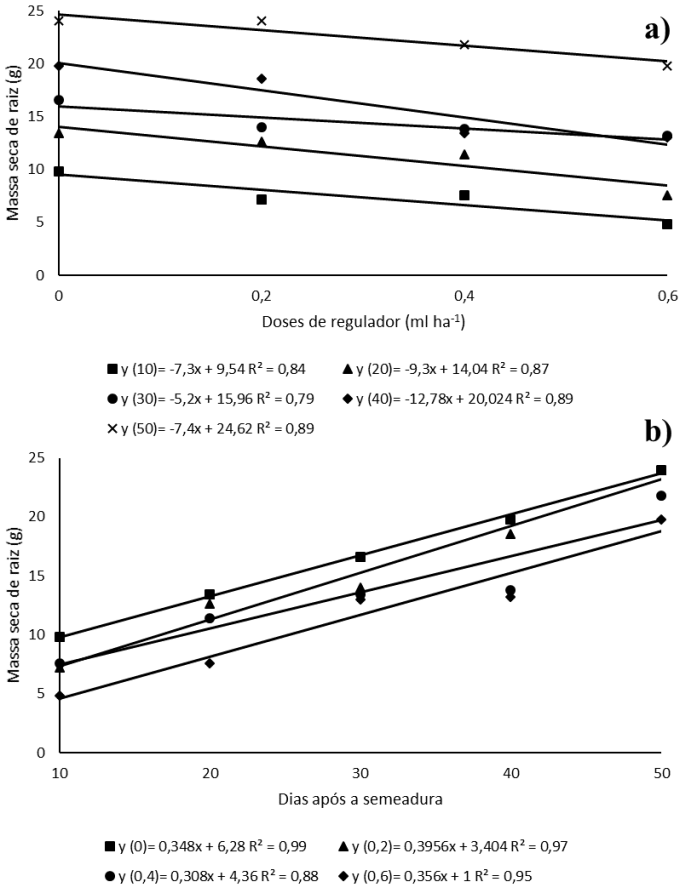


Figura 10: Desdobramento das épocas de avaliação em função das doses do regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das épocas de avaliação (b) para a massa seca de raiz de *Urochloa ruziziensis*. Londrina-PR, 2019.

O uso do regulador vegetal embebido nas sementes de *Urochloa ruziziensis* se mostrou uma potencial ferramenta para a modalidade de cultivo consorciado com o milho.

Constatou-se que o uso de regulador vegetal via sementes diminui o crescimento da parta aérea inicial da forrageira, através da diminuição da altura de plantas, número de folhas e perfilhos, indicando que em sistemas de consorciação pode ser uma alternativa para reduzir a capacidade competitiva da *U. ruziziensis*.

Vale ressaltar a diminuição do porte aéreo causado pelo uso do regulador, aliado a maior massa seca devido a mudança na estrutura das folhas (FIALHO, et al., 2009). O que a torna um excelente ganho para o sistema, uma vez que não na mesma proporção, mas se mantem a cobertura do solo.

Verificou-se ainda a diminuição da agressividade do sistema radicular o que pode se tornar uma deficiência do consórcio, pois os benefícios oriundos dessa agressividade radicular, podem não ser o bastante para tornar o solo mais biologicamente

mais ativo, produtivo, resiliente e suporte mais situações de estresse (MENDES, 2018).

Visto que foi avaliado um período curto de tempo, visto que a tendência é que após a colheita do milho o sistema radicular se desenvolva e não afete o resultado final.

Há a necessidade de novos estudos afim de verificar se essa menor agressividade do sistema radicular ainda é o bastante para atender as premissas dos benefícios oriundos do mesmo, bem como, a alteração na cobertura do solo, se a mudança na estrutura da planta irá resultar no ganho ou perda de produção do milho bem como o volume de palhada no solo após a colheita do milho. O que gera a necessidade de se estudar os efeitos do regulador por um maior espaço de tempo.

3.4 CONCLUSÕES

Doses acima de 0,3 ml ha^{-1} de Trinexapac-Ethyl acentuam a redução do crescimento, porém inibem ou retardam o estabelecimento do estande de da forrageira.

O regulador vegetal Trinexapac-Ethyl aplicado via embebição de de sementes de *Urochloa ruziziensis* se mostrou eficiente em reduzir o crescimento inicial da forrageira com potencial uso na redução da competição em cultivo consorciado com o milho.

4 ARTIGO B: EMBEBIÇÃO DE SEMENTES DE *Urochloa ruziziensis* COM TRINEXAPAC-ETHYL NO CONSÓRCIO COM MILHO DE SEGUNDA SAFRA ASSOCIADO A DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA

Resumo

Em sistemas de consorciação usa-se, convencionalmente, subdoses de herbicida na forrageira para limitar seu efeito competitivo com a cultura do milho. O uso de reguladores de crescimento vegetal na forrageira consorciada com o milho pode ser uma alternativa ao uso de herbicídas com vantagens práticas e financeiras. Sendo assim, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses do regulador de crescimento trinexapac-ethil via embebição em sementes de *Urochloa ruziziensis* associado a doses de nitrogênio em cobertura no desempenho agronômico tanto da forrageira quanto do milho de segunda safra. O experimento foi conduzido em dois ambientes de cultivo localizados nos municípios de Londrina e Toledo -PR, respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram avaliadas quatro doses do regulador vegetal trinexapac-ethyl (0; 0,2; 0,4 e 0,6 mL ha^{-1}) aplicadas via embebição das sementes . Nas subparcelas, quando o milho atingiu o estádio de V6, foram aplicadas cinco doses de N em cobertura (100, 150, 200, 250 e 300 kg ha^{-1} de N), na forma de sulfato de amônio (21% N). Foi avaliado na cultura do milho a altura de plantas e de inserção de espiga, diâmetro de colmo, índice de área foliar, número de grãos por espiga, massa de mil grãos e produtividade de grãos. Na cultura da *Urochloa ruziziensis* foi avaliado a massa seca da da parte aérea no momento da colheita do milho. Os dados experimentais foram submetidos a análise de variância e estudo de regressão até segundo grau, todos com significância de 5%. Devido ao menor crescimento e capacidade competitiva resultante do uso do regulador vegetal na forrageira, quando cultivada em consórcio com milho a mesma permite que o milho não estiole bem como aumente a produtividade sem comprometer a produção de palhada para cobertura do solo. A adubação nitrogenada acarretou no melhor desempenho das características estudadas para a cultura do milho. Quanto ao efeito na cultura da *Urochloa ruziziensis*, o incremento da adubação nitrogenada não foi o bastante para causar competição com milho, devido ao uso de regulador vegetal.

Palavras-chave: *Zea mays*, braquiária, Adubação nitrogenada, Inibidor de ácido giberélico ativo, Regulador vegetal, Tratamento de semente.

EMBEBITION OF *Urochloa ruziziensis* SEEDS WITH TRINEXAPAC-ETHYL IN THE CONSORTIUM WITH SECOND CROP CORN ASSOCIATED WITH COVERAGE NITROGEN DOSES

Abstract

In intercropping systems, herbicide underdoses are conventionally used in forage to limit their competitive effect with maize culture. The use of plant growth regulators in forage intercropped with corn can be an alternative to the use of herbicides with practical and financial advantages. Thus, the objective was to evaluate the effect of applying doses of the growth regulator trinexapac-ethil via imbibition in *Urochloa ruziziensis* seeds associated with nitrogen coverage in the agronomic performance of both forage and second crop corn. The experiment was carried out in two cultivation environments located in the municipalities of Londrina and Toledo-PR, respectively. The experimental design used was in randomized blocks with subdivided plots, with four replications. In the plots, four doses of the trinexapac-ethyl plant regulator (0; 0,2; 0,4 and 0,6 mL ha^{-1}) were applied via imbibition of the seeds. In the subplots, when the corn reached the V6 stage, five doses of N were applied (100, 150, 200, 250 and 300 kg ha^{-1} of N), in the form of ammonium sulfate (21% N). The height of plants and the insertion of ear, stem diameter, leaf area index, number of grains per ear, mass of a thousand grains and grain yield were evaluated in corn culture. In the culture of *Urochloa ruziziensis*, the dry mass of the aerial part at the time of corn harvest was evaluated. The experimental data were subjected to analysis of variance and regression study up to the second degree, all with a 5% significance level. Due to the lower growth and competitive capacity resulting from the use of the plant regulator in the forage, when grown in consortium with corn, it allows the corn not to stagnate as well as increase productivity without compromising the production of mulch to cover the soil. Nitrogen fertilization resulted in the best performance of the characteristics studied for the corn crop. As for the effect on the culture of *Urochloa ruziziensis*, the increase in nitrogen fertilization was not enough to cause competition with corn, due to the use of plant regulator.

Keywords: Nitrogen fertilization, Active gibberellic acid inhibitor, Plant regulator, Seed treatment.

4.1 INTRODUÇÃO

É crescente o interesse pelo cultivo consorciado de milho com forrageiras, com destaque para a *Urochloa ruziziensis* (GALVÃO et al. 2014; VILELA, 2018). Essa espécie forrageira apresenta hábito decumbente de crescimento, propiciando maior fechamento dos espaços durante e após a colheita do milho, com melhor distribuição da palhada sobre o solo. Além disso, proporciona a disponibilidade, ciclagem e manutenção dos nutrientes no solo (LOESCH, 2018; MENDES, 2018).

Cultivares modernas de milho, que visam a obtenção de altas produtividades, demandamadubações maiores e balanceadas tanto na semeadura como em cobertura, demonstrando que o milho é uma cultura exigente e responsiva a adubações, principalmente a adubação nitrogenada (TORRES et al, 2015).

A grande problemática tem sido combinar o manejo de alto rendimento do milho ao consórcio com a forrageira, uma vez que para altos rendimentos da cultura do milho é necessário adubações com maiores doses de nitrogênio (COBUCCI, et al. 2001). Nesta condição o desenvolvimento da forrageira é favorecido, o que causa a compentição entre as culturas consorciadas tanto em baixas doses de N, quanto em elevadas doses de N, havendo a necessidade de um controle para que não haja sobreposição à cultura de grãos.

Medidas como o uso de sub doses de herbicidas tem sido adotadas para minimizar esse desenvolvimento incial da forrageira até que o milho esteja estabelecido e a mesma não interfira sugnificativamente em seu potencial produtivo. Outra opção seria o uso de reguladores vegetais na forrageira, para que o mesmo limite seu crescimento durante o convício com o milho sem que afete suas características de interesse na cobertura, reestruturação do solo e ciclagem de nutrientes (COBUCCI, et al. 2001).

Em gramíneas, tem-se utilizado o Trinexapac-Ethyl como regulador de crescimento, o qual interfere na inibição da enzima 3β-hidroxilase, reduzindo o ácido giberélico ativo (GA1) e aumentando o seu precursor biossintético imediato GA20, o que limita seu crescimento, através do encurtamento dos entrenós (FIALHO et al., 2009).

Visto que há dificuldade da aplicação do regulador apenas na forrageira quando a mesma for feita em pulverização foliar, espera-se melhor efeito quando o regulador é aplicado na embebição das sementes da forrageira, que além de diminuir a dose de aplicação tem-se menor risco de contaminar as plantas de milho. Portanto,

esperasse a diminuição do porte de plantas de *Urochloa ruziziensis*¸ afim de minimizar a agressividade da mesma quando consorciada com o milho.

Sendo assim, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses do regulador de crescimento trinexapac-ethil via embebição em sementes de *Urochloa ruziziensis* associado a doses de nitrogênio em cobertura no desempenho agronômico tanto da forrageira quanto do milho de segunda safra.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em dois ambientes de cultivo na segunda safra do ano agrícola de 2017-2018. Um na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina (FAZESC-UEL) e outro na Fazenda Escola da Pontifícia Universidade Católica (PUC-Toledo), localizadas nos municípios de Londrina e Toledo -PR, respectivamente.

O solo da estação experimental em Londrina é caracterizado como Latossolo Vermelho Eutroférrico (LVe) com caracteristicas físicas de 65% de argila, 25% de silte e 10% de areia e relevo suave ondulado/plano (EMBRAPA, 2013). Localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 23º 20’ 23.45 Sul e 51º 12’ 32.28” Oeste, e altitude de 560 metros. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa - subtropical úmido com verões quentes.

As características químicas do solo, na camada de 0-20 cm, determinadas antes da instalação do experimento foram: pH (KCl) 5,5; 6,7 cmolc dm^{-3} de Ca^{+2}; 1,35 cmolc dm^{-3} de Mg^{+2}; 0 cmolc dm^{-3} de Al^{+3}; 13,95 mg dm^{-3} de P; 1,2 cmolc dm^{-3} de K; 1,32 mg dm^{-3} de carbono; 2,28 g $100g^{-1}$ de M.O.; e 9,25 cmolc dm^{-3} de CTC ef.

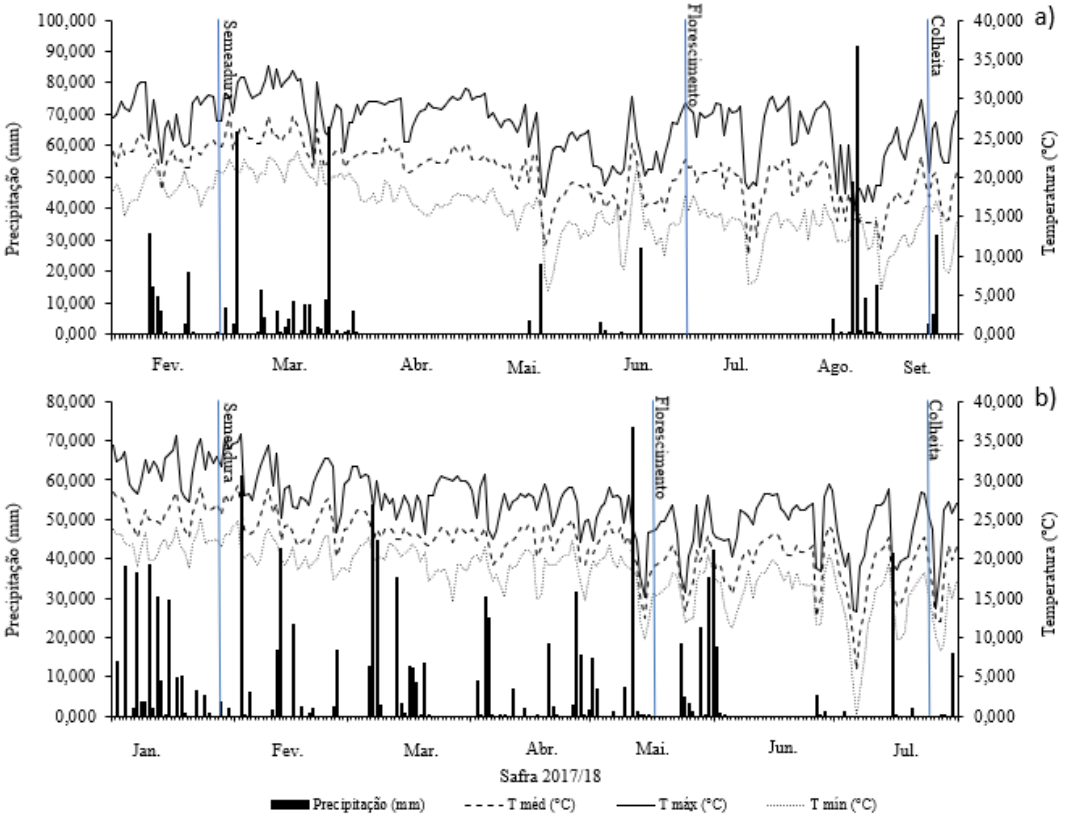
O solo da estação experimental em Toledo é caracterizado como Latossolo Vermelho Distroférrico tipico, com características físicas de 68% de argila, 20% de silte e 13% de areia e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2013). Localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 24º 43’ 11’’ S e 53º 46’ 43’ e altitude de 570 m. O clima, segundo a classificação de Köppen é do tipo subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes, sem estações secas e com poucas geadas.

As características químicas do solo, na camada de 0-20 cm, determinadas antes da instalação do experimento foram: pH (KCl) 5,3; 6,95 cmolc dm^{-3} de Ca^{+2}; 1,11 cmolc dm^{-3} de Mg^{+2}; 0 cmolc dm^{-3} de Al^{+3}; 14,62 mg dm^{-3} de P; 1,76 cmolc dm^{-3} de K; 1,89 mg dm^{-3} de carbono; 2,85 g $100g^{-1}$ de M.O.; e 9,88 cmolc dm^{-3} de CTC

ef.

Os dados de precipitação pluvial, temperaturas máxima, mínima e média durante a condução dos experimentos foram obtidas através dos registros da estação meteorológica do IAPAR e da PUC-Toledo para os respectivos municípios de Londrina e Toledo-PR. (Figura 11).

Figura 11: Precipitação pluvial (mm), temperatura do ar máxima (T máx ºC), mínima (T mín ºC) e média (T média ºC) do município de Londrina (a) e Toledo (b), no período experimental da segunda safra agrícola do ano 2017/2018, diário. Londrina-PR. 2020.



A cultivar de milho utilizada foi o 30F53, híbrido simples de ciclo precoce, caracterizado por possuir a tecnologia PRO3 que protege contra insetos como *Spodoptera frugiperda* presentes na planta, além da seletividade a glifosate. A planta possui altura média de 2,25 m e a altura da inserção da espiga de 1,15 m. O colmo tem alta resistência física e sanidade média. A espiga tem formato cilíndrico, com 18-22 fileiras, considerado de fácil debulha e com bom espalhamento. O grão tem coloração amarelo-alaranjado e textura classificada como semi-dentado. É recomendado o uso de densidade populacional de 50.000 a 70.000 plantas ha^{-1} (PIONNER, 2017).

A espécie de forrageira utilizada foi a *Urochloa ruziziensis*.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com

parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram avaliadas quatro doses do regulador vegetal trinexapac-ethyl (0, 0,2, 0,4, 0,6 mL ha^{-1}) sendo que a dose dose 0 mL ha^{-1} foi embebida com o mesmo volume dos outros tratamentos em água, aplicados via tratamento de sementes por embebição (no dia anterior a semeadura). Nas subparcelas, quando o milho atingiu o estádio de V6, foram aplicadas a lanço cinco doses de N em cobertura (100, 150, 200, 250 e 300 kg ha^{-1} de N), na forma de sulfato de amônio (21% N).

O regulador de crescimento vegetal, trinexapac-ethyl, em sua formulação comercial, Moddus®, contém 250 g L^{-1} de trinexapac-ethyl (4-ciclopropil (hidróxi) metileno-3,5-dioxociclohexano carboxilato de etila).

A embebição das sementes foi feita na proporção de 2x o peso da semente (RAS, 2008). Primeiramente foi pesado o mesmo volume de sementes para todos os tratamentos. Posteriormente, tanto as sementes quanto a calda (dose de trinexapac-ethyl + água) foram adicionados em saco plástico o qual foi agitado por 2 minutos. Após isso, as sementes foram colocadas para secar em temperatura ambiente por 8 horas, até a semeadura.

Cada parcela experimental foi constituída por 6 linhas de milho 6 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,90 m (área total de 32,4 m^2), com semeadura da braquiária nas entrelinhas do milho. Foi considerada como área útil de cada parcela experimental as 8 linhas centrais (4 linhas de milho e 4 linhas da forrageira) com 4 m de comprimento, desprezando-se 1 m em cada extremidade, totalizando 14,4 m^2 de área útil por parcela.

A adubação de semeadura foi realizada apenas nas linhas de milho, com a aplicação no sulco de 300 kg ha^{-1} do formulado 10 – 15 – 15.

Para a semeadura do consórcio, as sementes foram depositadas nos tambores armazenadores, nos quais foram intercalados, sendo uma linha de semeadura com milho, e uma linha de semeadura com *Urochloa ruziziensis* (Figura 12).

Figura 12: Disposição das caixas de sementes de milho e *Urochloa ruziziensis*, com finalidade para o cultivo consorciado. Londrina-Pr, 2019. Notas: M= Caixas de sementes de milho; B= Caixas de semente de *Urochloa ruziziensis*. Fonte: Autor

O sistema empregado foi o de semeadura direta que consiste na distribuição das sementes nos sulcos sem o preparo prévio do solo, usando semeadora de seis linhas acoplada no braço hidráulico do trator, com espaçamento entre linhas de 0,45 m. Foram distribuídas 9 sementes de milho por metro linear, que posteriormente foram raleadas e ajustadas a populações de 66.666 plantas ha^{-1}. Já a forrageira foi semeda na densidade de 7 sementes por metro linear, equivalente a 77.777 plantas ha^{-1}.

O controle fitossanitário e os demais tratos culturais foram realizados conforme a necessidade e as recomendações para a cultura do milho.

Na cultura do milho as avaliações tiveram início após o florescimento pleno da cultura, onde foram tomadas 10 plantas ao acaso dentro da área útil das parcelas e avaliadas a altura de plantas (AP) e de inserção de espigas (AIE) em centímetros, realizadas por meio da aferição da distância entre a superfície do solo e base do pendão e da espiga principal, respectivamente. As mesmas dez plantas foram utilizadas para avaliação do diâmetro de colmo (DC) em milímetros, o qual foi aferido com auxílio de paquímetro no terço médio do segundo internódio, a partir da base da planta, no sentido do menor diâmetro.

Foi determinado ainda o índice de área foliar (IAF), expresso em m^2 de folha por m^2 de superfície de solo, estimado com base na aferição do comprimento total (C) e largura do terço médio (L) das folhas fotossinteticamente ativas de dez plantas na área útil de cada subparcela. Os dados foram submetidos à seguinte expressão, proposta por Francis (1969):

$$LAF = \frac{(0{,}75 * C * L)}{(e1 * e2)}$$

Onde, e1 e e2 referem-se ao espaçamento entre plantas (em metros) na linha de semeadura e entre as linhas, respectivamente.

Após o término do ciclo da cultura do milho foram colhidas às espigas da área útil das parcelas. Foram separadas aleatoriamente dez espigas de cada subparcela, nas quais foi avaliado a característica número de grãos por espiga (NGE), por meio da multiplicação do número de fileiras de grãos por espiga e número de grãos por fileira, aferido por meio de simples contagem.

Posteriormente a debulha das espigas da área útil, em trilhadora estacionária, foram aferidas a massa de mil grãos (MMG) e a produtividade de grãos (PROD). A massa de mil grãos foi determinada conforme metodologia proposta por Brasil (2009) realizando-se a pesagem em balança de precisão, de duas repetições de 100 grãos por unidade experimental, para se obter a média da variável. A produtividade foi obtida através da pesagem dos grãos produzidos na área útil da subparcela, com resultados expressos em kg ha^{-1}. Ambas avaliaçãoes foram expressas com massas corrigidas para 13% de umidade.

Quanto a *Urochloa ruziziensis*, por ocasião da colheita do milho foi realizada a coleta da massa vegetal da forrageira em 1 m^2 de área em cada subparcela. A amostras foram secas em estufas a 60°C. Quando atingido a estabilidade do peso das amostras, foi então aferido o rendimento de massa seca (MSBC), expresso em ton ha^{-1}.

Os dados experimentais foram analisados pelo teste de normalidade (Shapiro Wilk) e homogeneidade (Bartlett) e, se constatado que os dados estavam normais e homogêneos, os mesmos foram submetidos a análise de variância. Se constato efeitos significativos os dados foram submetidos a estudo de regressão até segundo grau, todos com significância de 5%.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As precipitações pluviométricas nos municípios de Londrina e Toledo-PR foram superiores à média histórica das regiões. A média histórica de precipitação pluviométrica no período de condução do experimento (fevereiro a agosto) para o município de Londrina é de 490 mm (SIBALDELLI; FARIAS, 2018) e para o município de Toledo é de 960 mm (SIMEPAR, 2019). Assim, os 715,40 mm e os 1128 mm que

ocorreram durante o ciclo do milho na safra 2018 corresponde a um excedente pluviométrico de 225,4 mm e 168 mm, respectivamente (Figura 11).

Considerando que a cultura do milho necessita de 400 a 700 mm de água durante o ciclo para produção de grãos (OLIVEIRA et al., 2018) o excedente hídrico verificado para o município de Londrina considerando a média histórica pode ser considerado o mínimo possível para o bom desenvolvimento da cultura. Mesmo a precipitação atingindo o mínimo necessário para o bom desenvolvimento da cultura, nota-se a má distribuição da mesma com relação aos estádios fenológicos da cultura. A precipitação se dividiu em três momentos, sendo eles nos estádios iniciais da cultura do milho (VE a V3), próximo ao pendoamento (VT) e próximo ao final do ciclo da cultura (R5 e R6) (Figura 11a).

O estresse hídrico no intervalo de V4 até próximo ao pendoamento do milho pode afetar o comprimento dos internódios, causar afinamento dos colmos, plantas de menor porte e menor área foliar, além de acelerar a senescência foliar. Influencia ainda em alguns componentes de produção da cultura que são definidos nessa época, como o número de óvulos por espiga (potencial de grãos), comprimento de espiga, número de grãos por fileira. Já o segundo período de estresse hídrico verificado, ocorrido do pendoamento até R4, pode interferir na perda do sincronismo entre a emissão de polén e a receptividade do estilo-estigma causando a não formação dos grãos da ponta da espiga. Ainda, pode interferir no enchimento de grão e consequentemente no peso de grãos (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

Já em Toledo o excedente hídrico baseado na média histórica foi muito superior ao necessitado pela cultura, além de bem distribuído ao longo do ciclo. Assim, não houve limitação no crescimento e desenvolvimento da cultura, não limitando o desempenho produtivo do cereal, levando-se em consideração apenas a necessidade pluviométrica da cultura (Figura 11b)

4.3.1 Londrina

Conforme a análise de variância, para a cultura do milho, foi constatado efeito isolado de regulador vegetal (R) para a variável altura de inserção de espiga (AIE). Efeito isolado das doses de nitrogênio (DN) foi constado para as variáveis AIE e diâmetro de colmo (DC). Já interações significativas entre o uso de regulador vegetal e doses de nitrogênio (R*DN) foram constatadas para as variáveis altura de plantas (AP),

comprimento de espiga (CE), número de grãos por espiga (NGE), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PROD) (Tabela 2).

Para a cultura da *Urochloa ruziziensis* (Tabela 2) verificou-se que apenas o uso de regulador influenciou na massa seca da forrageira coletada na época da colheita do milho (MSBC).

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para as características da cultura do milho e da *Urochloa ruziziensis* avaliadas em função do uso do regulador Trinexapac-Ethyl (R) aplicado via tratamento de sementes por embebição na *Urochloa ruziziensis* e de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura (DN), em Londrina, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020.

F.V.	G.L.	Milho							*Urochloa ruziziensis*
		Q.M.							
		AP	AIE	DC	IAF	NGE	MMG	PROD	MSBC
Bloco	3	0,09	0,07	6,39	9960,25	1138,2	0,0001	68870,24	1,30
Regulador (R)	3	0.24**	0.06**	23.61ns	78154.65ns	22161,33**	0,0012*	1637720.52**	77,82**
Resíduo 1	9	0,02	0,004	10,61	67262,53	1894,33	0,0002	83157,83	2,52
Nitrogênio (DN)	4	0.57**	0.14**	50.61**	57276.40ns	314952,93**	0,0026**	18217362.85**	3,18ns
R*N	12	0.05*	0.01ns	9.86ns	22522.58ns	6916,93*	0,0006**	336921.15**	2,35ns
Resíduo 2	48	0,02	0,01	4,49	35083,9	1070,26	0,0001	49473,05	1,73
Média		2,14	1,16	20,38	1923,8	510,25	0,34	3420,56	4,95
C.V.1(%)		6,7	5,35	15,98	13,48	8,53	4,02	8,43	32,04
C.V.2(%)		6,63	8,4	10,4	9,74	6,41	2,53	6,5	26,56

Notas: FV: Fonte de variação. R*DN: Interação entre o uso de regulador vegetal e doses de nitrogênio. CV: Coeficiente de variação. ALT: Altura de plantas. AIE: Altura de inserção de espiga. DC: Diâmetro de colmo. IAF: Índice de área foliar. CE: Comprimento de espiga. NGE: Número de grãos por espiga. DE: Diâmetro de espiga. MMG: Massa de mil grãos. PROD: Produtividade. MSBC: Massa seca de Urochloa ruziziensis coletada na época da colheita do milho. *: Significativo a 5%. **: Significativo a 1%.

Para a variável altura de plantas de milho as doses de 150, 200 e 250 kg de N ha^{-1} não apresentaram ajuste quanto ao comportamento sob o efeito do regulador vegetal. Já as doses de 100 e 300 kg de N ha^{-1} apresentaram ajuste linear decrescente para a variável conforme o aumento da dose do regulador vegetal, em uma taxa de 6,4 cm e 20,8 cm a cada 50 kg de N ha^{-1} adicionados em cobertura para as respectivas doses (Figura 13a).

Tal fato é justificado pelo uso do regulador vegetal na forrageira, que conforme o aumento da dose testada, o mesmo diminuiu linearmente o comprimento de plantas de milho devido a menor agressividade causada pela forrageira, que na ausência do regulador caracteriza o estiolamento das plantas de milho, ou seja, a competição por luz e nutrientes faz com que as plantas de milho estiole e, consequentemente, tenham maior porte de plantas.

Os resultados corroboram com Silva et al. (2004), que relatam que os fatores determinantes para a maior competitividade entre as espécies são o porte e arquitetura das plantas, a velocidade de crescimento e suscetibilidade da espécie às intempéries climáticas, ou seja, o trinexapac-ethyl ao reduzir a velocidade de crescimento, porte e arquitetura da forrageira, diminuiu sua capacidade de competição com o milho.

Quanto ao desdobramento das doses de regulador dentro das doses de nitrogênio, verificou-se que na ausência do regulador vegetal e nas doses de zero 0,2 e 0,4 ml ha^{-1} a dose mínima de nitrogênio necessário para alavancar a altura das plantas é de 250 kg de N ha^{-1}. Quanto ao uso do regulador vegetal na dose de 0,6 ml ha^{-1} a resposta da variável foi crescente na taxa de 5 cm de altura a cada 50 kg de N ha^{-1} adicionados em cobertura (Figura 13b).

Os resultados indicam a existência de competição da forrageira e o milho pelo nitrogênio, sendo que para as doses até 0,4 ml ha^{-1} a competição ocorreu até a dose de 250 kg de N ha^{-1}, ou seja, com o regulador em doses menores o controle da agressividade da forrageira também foi menor o que necessitou uma maior dose de adubação nitrogenada para equilibrar o cultivo consorciado. Já para a dose máxima testada do regulador a competição entre as culturas foi anulada com a dose de 50 kg de N ha^{-1}, ou seja, neste caso verificou-se maior efeito do regulador sobre a forrageira, diminuindo sua competição, o que exigiu menores doses de nitrogênio para equilibrar o cultivo consorciado entre o milho e a forrageira, resultados que também corroboram com os relatos de Silva et al. (2004).

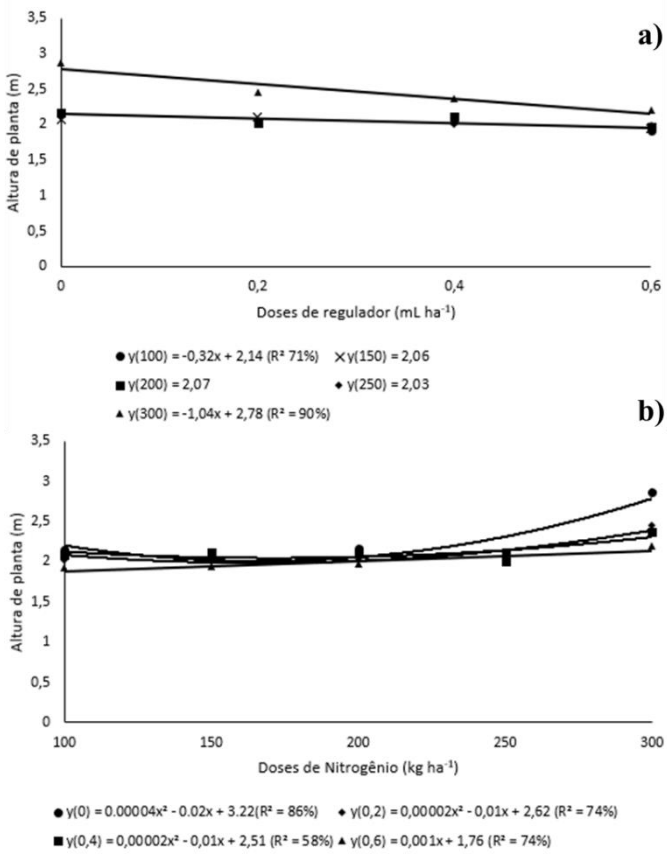


Figura 13: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) para altura de plantas de milho em Londrina, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020.

Para a variável altura de inserção de espiga houve significância para ambos fatores estudados, porém sem interação significativa. Quanto ao uso do regulador vegetal Trinexapac-Ethyl, verificou-se diminuição na altura conforme o aumento na dose aplicada na *Urochloa ruziziensis*, na taxa de 4 cm a cada 0,2 ml ha^{-1} do regulador adicionado no tratamento de semente via embebição (Figura 14a).

O comportamento da altura de inserção de espigas quanto as doses de regulador vegetal, foi o mesmo que verificado para altura de plantas, visto que há uma diminuição de porte conforme o aumento da dose do regulador utilizada. Esse comportamento caracteriza a ocorrência de estiolamento das plantas de milho na ausência e na presença de doses baixas de regulador vegetal.

Quanto ao efeito da adubação nitrogenada verificou-se que a altura da inserção de espigas das plantas de milho aumentou a partir da dose de 145 kg de N ha^{-1} adicionados em cobertura (Figura 14b). Este efeito também foi encontrado por Alves et al. (2013). No que se refere apenas às DN, o comportamento médio observado para as

formas de consorciação da AIE foi semelhante a AP, no entanto o ponto de mínima foi de 145 kg de N ha^{-1}.

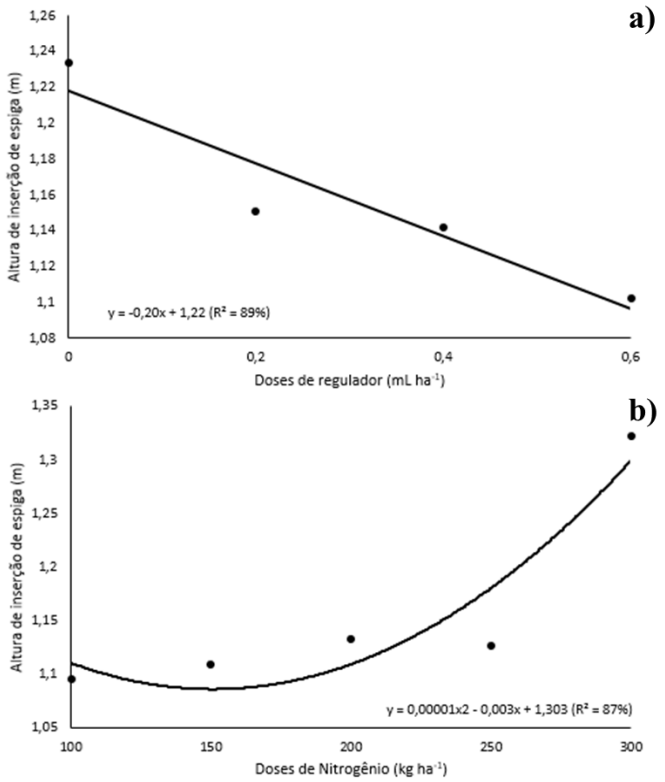


Figura 14: Efeito isolado de doses de nitrogênio (a) e doses do regulador Trinexapac-Ethyl (b) para a variável altura de inserção de espiga de plantas de milho, em Londrina, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020.

Para a variável diâmetro de colmo das plantas de milho as doses de 100, 150 e 250 kg de N ha^{-1} não apresentaram ajuste ao efeito do regulador vegetal. Já as doses de 200 e 300 kg de N ha^{-1} apresentaram ajuste quadrático. Quando aplicado o nitrogênio na dose de 200 kg de N ha^{-1} verificou-se que o diâmetro de colmo de milho aumentou até a dose de 0,24 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*. Já para a dose de 300 kg de N ha^{-1} verificou-se que o diâmetro de colmo aumentou a partir da dose de 0,45 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* (Figura 15a).

Quanto ao desdobramento das doses de regulador dentro das doses de nitrogênio, verificou-se que as doses de 0,2 e 0,4 ml ha^{-1} do regulador vegetal aplicadas na semente de *Urochloa ruziziensis* não apresentaram ajuste quanto ao efeito da dose de nitrogênio no diâmetro de colmo da planta. Nota-se ainda que quando usado o regulador vegetal nas doses de 0 e 0,6 ml ha^{-1} no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, o

mesmo resultou no aumento do diâmetro de plantas de milho a partir das doses de 180 e 183 kg de N ha^{-1} adicionados no sistema, para as respectivas doses de regulador (Figura 15b).

O maior diâmetro decorrente do aumento nas dosagens de N está associado ao papel desse nutriente nas plantas, pois atua diretamente no crescimento vegetativo, participa de mecanismos da fotossíntese, faz parte das moléculas de clorofila, aminoácidos, DNA, citocromos e de todas as enzimas e coenzimas (FANCELLI e DOURADO NETO, 2008).

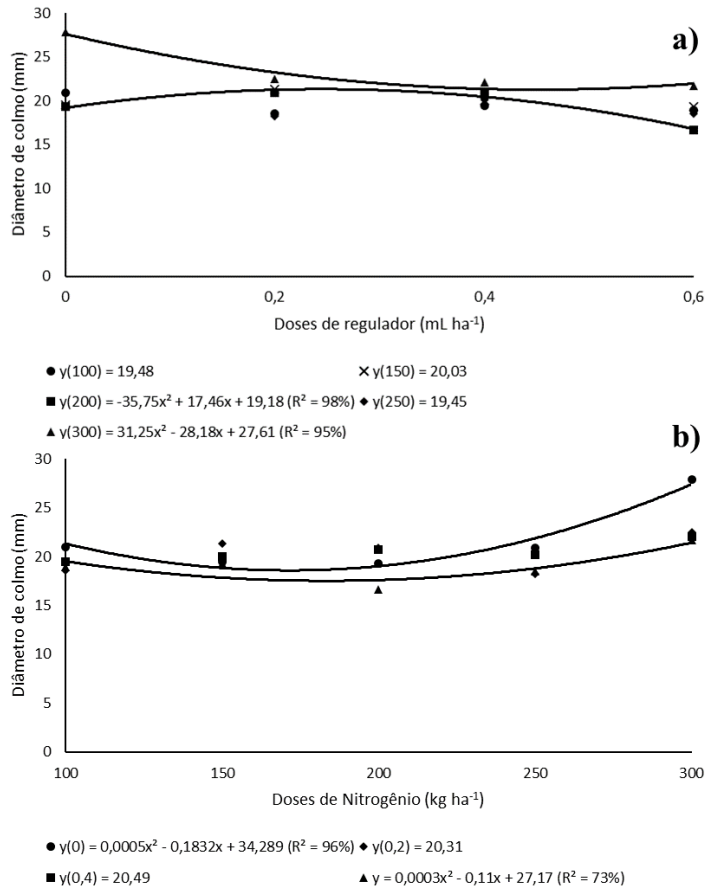


Figura 15: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b), para a variável diâmetro de colmo de plantas de milho, em Londrina, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020.

Para variável grãos por espiga as doses de 200 e 300 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio, não apresentaram ajuste que explique o comportamento sob o efeito do uso do regulador vegetal. As doses de 100 e 150 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio responderam positivamente com o aumento no número de grãos por espiga a partir da dose de 0,32 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa*

ruziziensis. Já para a dose de 250 kg de N ha^{-1} o ajuste foi linear decrescente com o aumento da dose do redutor, na taxa de 32 grãos por espiga a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados na embebição da semente (Figura 16a).

Fato novamente justificado pela competição causada pela forrageira a cultura do milho, visto que na dose baixa de 0,2 ml ha^{-1} do regulador o número de grãos por espiga diminui à medida que se aumenta a dose de nitrogênio, provavelmente devido ao aumento da agressividade da forrageira proporcionalmente ao aumento das doses de N. Já doses mais elevadas de regulador vegetal limitaram a competição da forrageira possibilitando o aumento do número de grãos por espiga a partir da dose de 0,32 ml ha^{-1}.

Quanto ao desdobramento das doses de regulador dentro das doses de nitrogênio, verificou-se que para as todas as doses o ajuste foi linear crescente em proporção ao aumento das doses de nitrogênio, na taxa de 68,5, 119, 85, 74 grãos a cada 50 kg de N ha^{-1} adicionados no sistema (Figura 16b).

Oliveira et al. (2012) ressaltam que o número de grãos por espiga foi favorecido pelas adubações nitrogenadas, que superaram o controle sem N, e contribuíram de forma efetiva para a maior produtividade apresentada nas parcelas com suplementação desse nutriente.

Este resultado também pode ser explicado devido ao maior diâmetro de colmo o que gera uma maior porcentagem de reserva, proporcionando grãos maiores, fato este confirmado por Pariz et al. (2011).

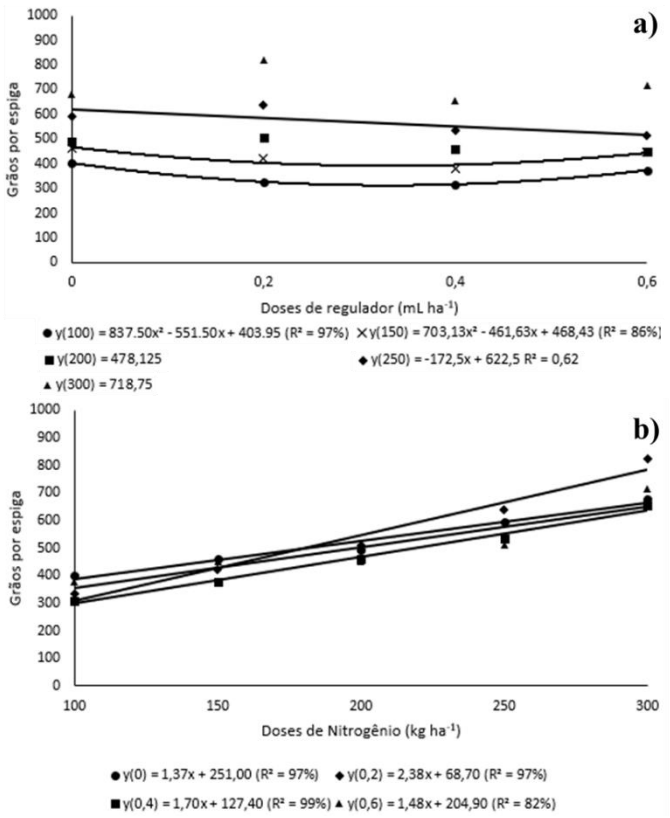


Figura 16: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Londrina, para a variável grãos por espiga, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020.

Para a massa de 1000 grãos as doses de 150 e 200 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio não apresentaram ajuste para o efeito do uso do regulador vegetal. Já quando utilizado 100 kg de N ha^{-1} aplicadas em cobertura no consórcio houve ajuste quadrático com ponto de máxima na dose de 0,27 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*. As doses de 250 e 300 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio apresentaram ajuste linear decrescente para a massa de 1000 grãos a uma taxa de 12 e 14 mg a cada 0,2 ml ha^{-1} do regulador adicionado no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* (Figura 17a).

Quanto ao desdobramento das doses de regulador dentro das doses de nitrogênio, verificou-se que a dose de 0,4 ml ha^{-1} aplicadas no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, não apresentou ajuste que explique o comportamento sob o efeito das doses de nitrogênio. Para as doses 0 e 0,2 ml ha^{-1} de regulador vegetal aplicado no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* o ajuste foi linear crescente, sendo que a cada 50 kg de N ha^{-1} adicionados em cobertura no sistema, a massa de 1000 grãos aumentou em cerca de 15 e 100 mg para as respectivas doses do regulador adicionado no

tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis.* Já para a dose de 0,6 ml ha^{-1} de regulador vegetal, o ajuste foi quadrático com ponto de máxima na dose de 200 kg de N ha^{-1} adicionados em cobertura no sistema (Figura 17b).

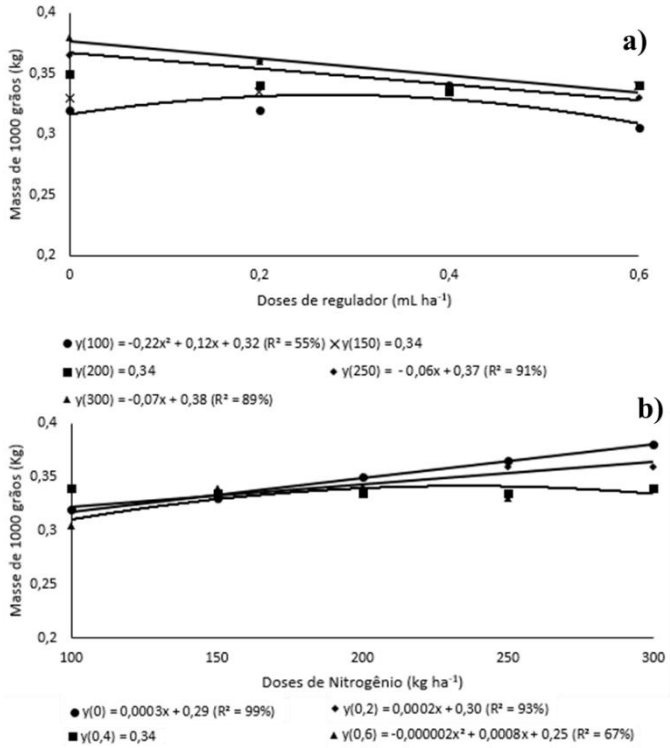


Figura 17: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Londrina, para a variável massa de mil grãos, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020.

Ao desdobrar as doses de nitrogênio nas diferentes doses do regulador vegetal Trinexapac-ethyl, verificou-se que para variável produtividade de grãos as doses de 250 e 300 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio, não apresentaram ajuste que explique o comportamento sob o efeito do uso do regulador vegetal. Já as doses de 100 e 150 kg de N ha^{-1} aplicadas em cobertura no consórcio respondem positivamente com aumento da produtividade a partir da dose de 0,17 e 0,16 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, respectivamente. Quanto a dose de 200 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio, verificou-se que conforme aumenta a dose do regulador vegetal no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, a produtividade aumenta numa taxa de aproximadamente 150 kg a cada a cada 0,2 ml ha^{-1} do regulador adicionado no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* (Figura 18a).

Assim como esperado e já discutido anteriormente, a competição entre as culturas consorciadas é maior nas menores doses de nitrogênio, ao ponto que essa

competição mesmo em doses baixas é minimizada pelo uso do regulador vegetal que diminui a competição da forrageira com o milho, possibilitando o aumento da produtividade. Sendo assim há o aumento da produtividade ao ponto que se aumenta a dose de N bem como a dose de regulador na forrageira.

Quanto ao desdobramento das doses de regulador dentro das doses de nitrogênio, verificou-se que para todas as doses de regulador vegetal aplicado no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, a produtividade aumentou conforme o aumento das doses de nitrogênio. A cada 50 kg de N ha^{-1} adicionados em cobertura no sistema, a produtividade aumenta em cerca de 561, 875, 596 e 615 kg para as respectivas doses de 0, 0,2, 0,4 e 0,6 ml ha^{-1} do regulador adicionado no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* (Figura 18b).

Isso ocorre porque a formação do grão é altamente relacionada com a translocação de assimilados e nitrogênio em órgãos vegetativos (BATISTA et al., 2019a). Como foi observado no trabalho, o uso de regulador na forrageira, possibilitou de modo geral, com menor índice de estiolamento, maiores medidas de diâmetro de colmo, que resultou em um número maior de grãos, além de serem mais pesados, culminando no ganho de produtividade.

Ceccon (2008), relata que o milho em consórcio pode produzir menor quantidade de grãos, em relação ao seu cultivo solteiro, pelo fato de a planta forrageira competir por água, luz e nutrientes, fato também confirmado por Kurihara et al. (2009). Porém, com a utilização do regulador vegetal embebido na forrageira, verificou-se que essa competição foi minimizada ao ponto do ganho produtivo do milho mesmo em condições hídricas consideradas mínimas para o cultivo do milho que necessita de 400 a 700 mm de água durante o ciclo para produção de grãos (OLIVEIRA et al., 2018).

Como dito anteriormente, a precipitação hídrica foi mínima para o cultivo do milho em condições de cultivo solteiro. Ao levar em consideração que para a condução do experimento havia duas culturas consorciadas, a necessidade hídrica para não haver competição seria um pouco mais elevada, comprovada pela produtividade máxima conseguida no experimento ser de aproximadamente 5.000 kg ha^{-1} considerada baixa para a região, onde o esperando era de aproximadamente 9.250 kg ha^{-1} que foi a produtividade média de londrina para a safra de inverno 2019 (DERAL, 2020). Sendo assim, em um ano considerado típico, tanto as produtividades de milho quanto a resposta aos fatores regulador e nitrogênio poderiam ter sido diferentes.

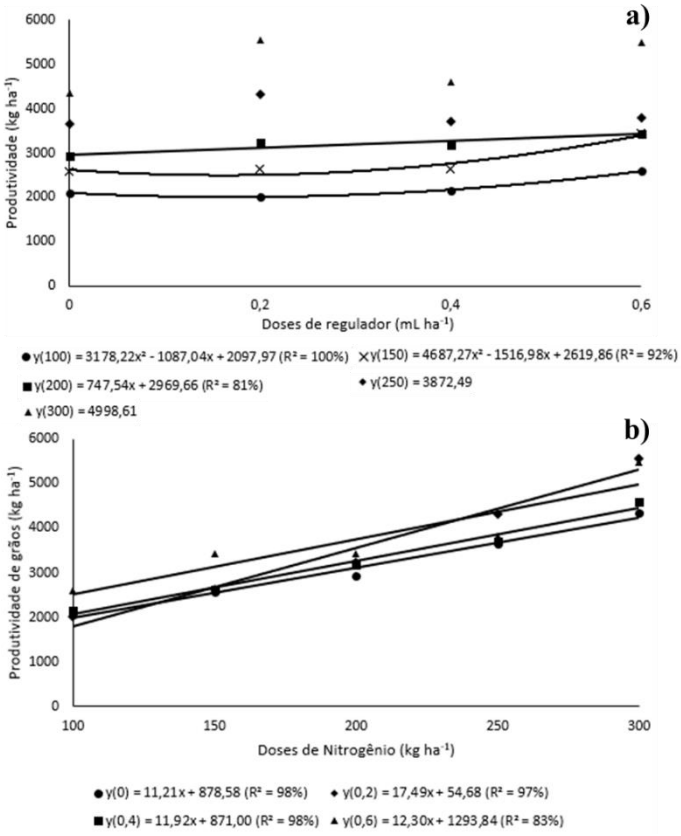


Figura 18: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Londrina, para a variável produtividade de grãos de milho, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020.

Quanto as avaliações realizadas na *Urochloa ruziziensis*, verificou-se que a variável massa seca coletada no momento da colheita do milho demonstrou resposta significativa apenas para o uso do regulador vegetal Trinexapac-Ethyl, a qual diminuiu a massa seca na taxa de 1,4 ton a cada 0,2 ml ha^{-1} do regulador adicionado no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* (Figura 19).

O regulador de crescimento trinexapac-ethyl interfere pela inibição da enzima 3β-hidroxilase, reduzindo o ácido giberélico ativo (GA1) e aumentando o seu precursor biossintético imediato GA20. O que garante a sua diminuição através da diminuição dos entrenós da planta (FIALHO, 2009; SILVA et al., 2013).

Sendo assim, o uso de regulador de crescimento se mostrou uma ferramente eficiente em diminuir o porte de plantas e consequentemente a produção de massa seca da forrageira no período da colheita do milho.

Cabe novos estudos afim de avaliar se essa diminuição na massa seca faz referencia a diminuição do porte de plantas ou está relacionado a possivel diminuição do estande de plantas estabelecidas da forrageira, pois o efeito do regulador vegetal não

é permanente (HOPKINS, 2000).

De acordo com Swain; Singh (2005), os reguladores de crescimento que interferem na inibição da síntese de giberelinas nas sementes pode afetar negativamente sua germinação.

Fato explicado por Taiz; Zeiger (2009) os quais relatam que o processo de germinação de várias espécies exige giberelinas para ativar o crescimento do embrião, o enfraquecimento da camada do endosperma que o envolve, restringindo o crescimento, e para mobilizar reservas energéticas dos endospermas. O emprego de giberelinas está relacionado a síntese de enzimas hidrolíticas que degradam reservas, como o amido e as proteínas, as quais são usadas no desenvolvimento do embrião e no alongamento da radícula.

Mesmo diminuindo o volume de massa seca deixado pela forrageira para cobertura de solo, a massa seca observada na máxima dose de regulador vegetal ainda é maior do que a palhada deixada pela soja que é de 3,5 ton ha^{-1} (LEMAINSKI, 2017).

Comparado ao cultivo milho solteiro SEIDEL et al. (2015) relatam que a produção média de massa seca produzida no inverno pode chegar até 4,5 ton ha^{-1}, o que também se mantem parecida à produção de massa seca apenas da forrageira coletada no trabalho na dose máxima utilizada. Os autores relatam ainda que comparado a outra cultura de inverno que é o trigo, o mesmo pode chegar a 6 ton ha^{-1}.

Sendo assim, mantem-se a premissa da excelente cobertura de solo deixado pela forrageira, permitindo que o solo fique biologicamente mais ativo, produtivo, resiliente e suporte mais situações de estresse em anos subsequentes (MENDES, 2018). Além de aumentar o teor de matéria orgânica, se tem o solo mais agregado que possibilite maior infiltração de água, o que favorece o reabastecimento do lençol freático além de ajudar na manutenção da vazão de rios (VILELA, 2018).

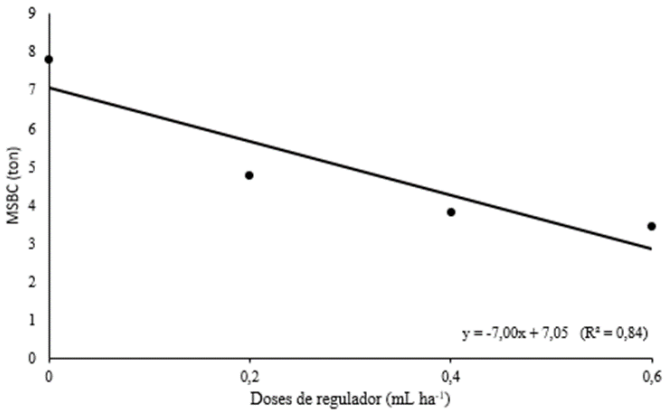


Figura 19: Efeito das doses do regulador Trinexapac-Ethyl na massa seca da *Urochloa ruziziensis* no momento da colheita do milho cultivados em sistema de consorciação em Londrina, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020.

4.3.2 Toledo

Conforme a análise de variância para a cultura do milho, foi constatado efeito isolado quanto ao uso de regulador vegetal (R) para as variáveis número de grãos por espiga (NGE), e massa de mil grãos (MMG). Efeito isolado de doses de nitrogênio (DN) foi constado para as variáveis índice de área foliar (IAF) e para MMG. Já para a interação entre o uso de regulador vegetal e doses de nitrogênio aplicadas em cobertura (R*DN) verificou-se efeito significativo para as variáveis altura de plantas (AP), altura de inserção de espiga (AIE), diâmetro de colmo (DC), comprimento de espiga (CE), diâmetro de espiga (DE) e produtividade de grãos (PROD) (Tabela 3).

Para a cultura da *Urochloa ruziziensis* (Tabela 3), verificou-se interação entre o uso de regulador vegetal e doses de nitrogênio para massa seca da forrageira coletada na época da colheita do milho (MSBC).

Tabela 3 – Resumo da análise de variância para as características da cultura do milho e da *Urochloa ruziziensis* avaliadas em função do uso do regulador Trinexapac-Ethyl (R) aplicado via tratamento de sementes por embebição na *Urochloa ruziziensis* e de doses de nitrogênio aplicadas em cobertura (DN), em Toledo, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020.

F.V.	G.L.	Milho							*Urochloa ruziziensis*
		Q.M.							
		AP	AIE	DC	IAF	NGE	MMG	PROD	MSBC
Bloco	3	0,003	0,003	3,12	406996,8	636,68	0,001	2403,53	0,26
Regulador (R)	3	0,04**	0,027**	2,68*	321795,58ns	16112,54*	0,013**	5411016,76**	57,92**
Resíduo 1	9	0,004	0,002	0,65	299869,8	1042,62	0,001	285880,9	0,31
Nitrogênio (N)	4	0,07**	0,014**	3,11ns	1031153,79**	836,76ns	0,007*	2811169,16**	2,86**
R*DN	12	0,04**	0,024**	4.85*	252087,77ns	2171,70ns	0,002ns	1287818,81**	3,59**
Resíduo 2	48	0,006	0,004	1,88	246913,4	1607,44	0,002	363274,74	0,66
Média		1,65	0,74	18,53	3398,89	537,58	0,31	3813,6	5,84
C.V.1(%)		3,94	5,83	4,36	16,11	6,01	12,12	14,02	9,56
C.V.2(%)		4,57	8,19	7,4	14,62	7,46	14,51	15,8	13,92

Notas: FV: Fonte de variação. R*DN: Interação entre o uso de regulador vegetal e doses de nitrogênio. CV: Coeficiente de variação. ALT: Altura de plantas. AIE: Altura de inserção de espiga. DC: Diâmetro de colmo. IAF: Índice de área foliar. CE: Comprimento de espiga. NGE: Número de grãos por espiga. DE: Diâmetro de espiga. DS: Diâmetro de sabugo. MMG: Massa de mil grãos. PROD: Produtividade. MSBC: Massa seca de Urochloa ruziziensis coletada na época da colheita do milho. *: Significativo a 5%. **: Significativo a 1%.

Para altura de plantas de milho houve aumento no porte de plantas conforme o aumento das doses do regulador vegetal nas doses de 100 e 200 kg de N ha^{-1} aplicadas em cobertura no consórcio. A cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados do regulador vegetal no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, a altura aumenta em 6 cm e 5 cm para as respectivas doses . Quanto as doses de 150, 250 e 300 kg de N ha^{-1} aplicadas em cobertura no consórcio, demonstraram aumento no porte de plantas até as doses de 0,36, 0,26 e 0,23 ml ha^{-1} do regulador vegetal tratado na semente de *Urochloa ruziziensis*, respectivamente (Figura 20a).

Para as menores doses testadas de N, verificou-se que as plantas de milho responderamlinearmente ao aumento da dose do regulador na forrageira. Já para as maiores doses de N testadas no trabalho há limitação do crescimentodo milho. Isso se deu devido a maior competição gerada por maiores doses de nitrogênio na forrageira.

As doses de 0,4 e 0,6 ml ha^{-1} do regulador vegetal aplicadas no tratamento da semente de *Urochloa ruziziensis* não apresentaram ajuste quanto ao efeito da dose de nitrogênio para a altura de plantas de milho. Nota-se ainda que quando não utilizado regulador vegetal no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis,* houve aumento da altura de plantas até a dose de 250 kg de N ha^{-1} adicionados no sistema. Já quando usado o regulador vegetal na dose de 0,2 ml ha^{-1} no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis,* o mesmo, possibilitou o aumento da altura de plantas, apenas a partir da dose de aproximadamente 250 kg de N ha^{-1} adicionados no sistema (Figura 20b).

Na ausência do uso de regulador houve diminuição no porte de plantas de milho conforme o aumento da dose de nitrogênio, até o ponto em que o aporte de nitrogênio foi suficiente para minimizar o efeito competitivo. De acordo com Chen et al. (2013), uma quantidade insuficiente de nitrogênio leva a redução no crescimento das plantas de milho por afetar principalmente a capacidade fotossintética e, consequentemente o acúmulo de biomassa e o crescimento da planta.

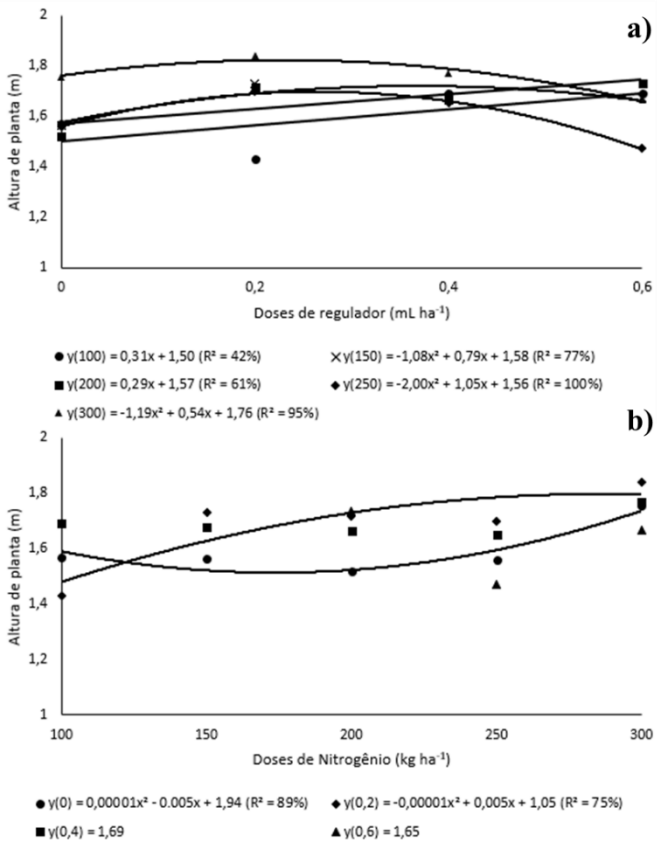


Figura 20: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Toledo, para a variável altura de plantas de milho, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020.

Para a altura de inserção de espigas as doses de 100, 150 e 200 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio não apresentaram ajuste que explique o comportamento do efeito do uso do regulador vegetal. Já as doses de 250 e 300 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio respondem positivamente ao aumento da altura de inserção de espiga até a dose de 0,25 e 0,22 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, respectivamente (Figura 21a).

Sendo assim, nas doses menores do regulador vegetal aplicado na forrageira, verificou-se o aumento na altura da inserção de espiga, efeito minimizado nas doses elevadas do regulador vegetal. Este comportamento pode estar relacionado ao estiolamento das plantas de milho nas doses baixas do regulador aplicado na forrageira, que ao aumentar a dose e diminuir o desenvolvimento da forrageira, permitiu que o milho se desenvolvesse normalmente, corroborando os relatos de Demétrio. et al. (2008).

Quanto ao desdobramento das doses de regulador dentro das doses de nitrogênio, verificou-se que para as doses de 0 e 0,4 ml ha^{-1} do regulador vegetal aplicado

no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, a altura de inserção de espigas foi de que o aumento da altura de inserção passou a ser significativo a partir das doses de aproximadamente 167 e 143 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio. Já para as doses de 0,2 e 0,6 ml ha^{-1} do regulador vegetal aplicado no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* verificou-se que a altura de inserção de espigas passou a diminuir a partir das doses de 286 e 166 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio (Figura 21b).

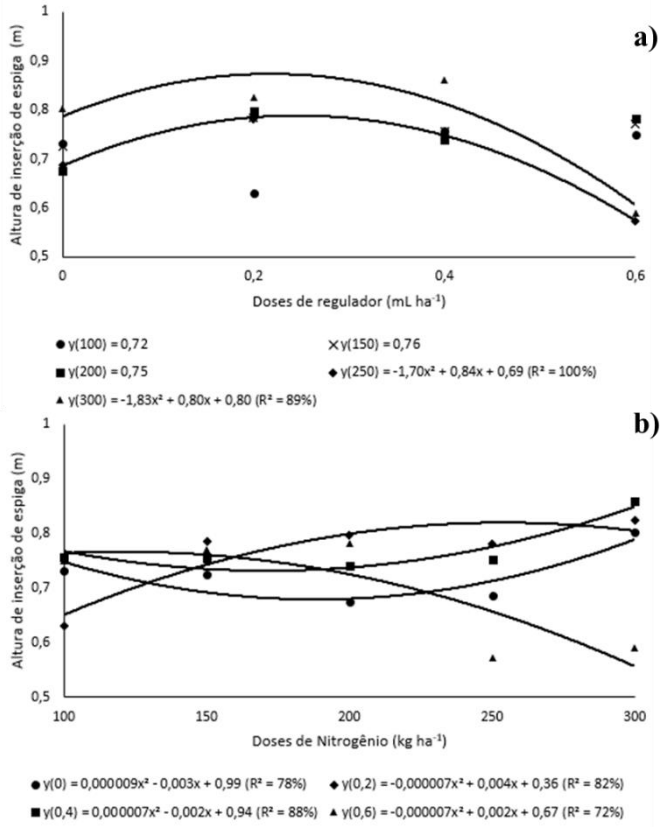


Figura 21: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Toledo, para a variável altura de inserção de espiga em plantas de milho na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020.

Para variável diâmetro de colmo as doses de 100, 150, 200 e 250 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio não apresentaram ajuste que explique o comportamento do efeito do uso do regulador vegetal. Já a dose de 300 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio respondem positivamente ao aumento do diâmetro de plantas até a dose de 0,34 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* (Figura 22a).

Quanto ao desdobramento das doses de regulador dentro das doses de nitrogênio, verificou-se que para as doses de 0,4 e 0,6 ml ha^{-1} do regulador vegetal aplicado no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* não há ajuste de curvas em

resposta ao N aplicado em cobertura. Na ausência do uso de regulador houve diminuição no diâmetro de plantas conforme o aumento das doses de nitrogênio, sendo que a cada 50 kg de N ha^{-1} adicionados em cobertura no sistema, o diâmetro diminui em cerca de 0,45 mm. Já para a dose de 0,2 ml ha^{-1} do regulador vegetal aplicado no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, o N em cobertura proporciona um ganho no diâmetro de plantas, visto que, a cada 50 kg de N ha^{-1} adicionados em cobertura no sistema o diâmetro aumenta em cerca de 0,91 mm. (Figura 22b).

Na ausência do uso do regulador vegetal aplicado na forrageira, verificou-se que a competição resultou na diminuição do diâmetro de colmo, corroborado por Freitas, et al. (2013) que trabalhando com populações de plantas de milho consorciadas com *Urochloa ruziziensis*, verificaram que em competição seja ela por nutrientes, luz ou água, há diminuição do diâmetro de colmo e aumento tanto no porte de planta quanto na altura de inserção de espiga, caracterizado pelo estiolamento de plantas.

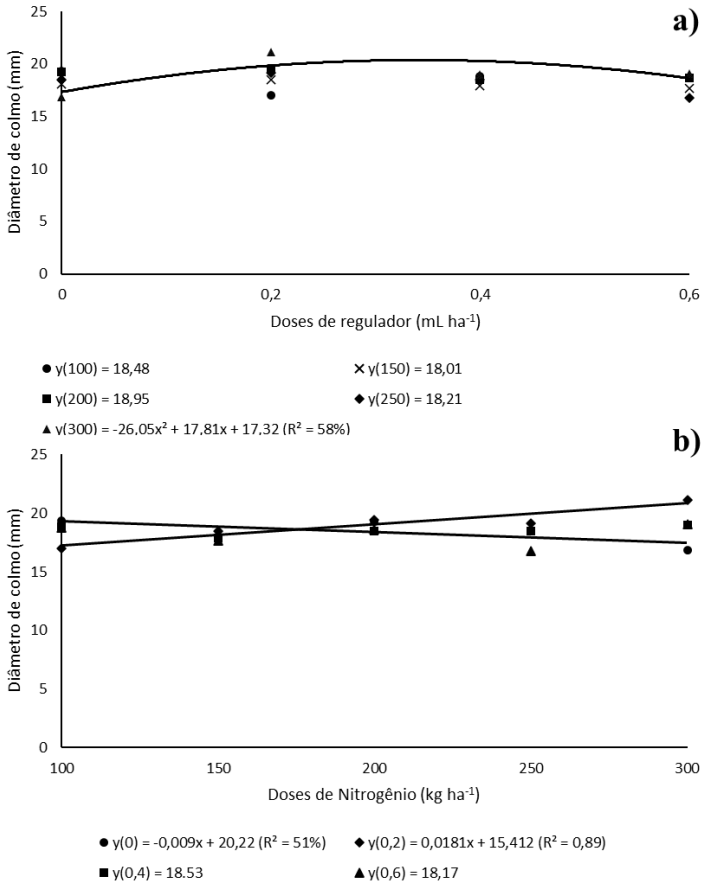


Figura 22: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Toledo, diâmetro de colmo em plantas de milho, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020.

Quanto ao efeito das doses de nitrogênio aplicadas no consórcio, para a variável índice de área foliar, verifica-se que a mesma responde positivamente com aumento do índice de área foliar até a dose de aproximadamente 163 kg de N ha^{-1} adicionados em cobertura no sistema (Figura 23).

Isso indica que a submissão desta cultura à competição, principalmente por espaço e luminosidade, durante praticamente todo o seu ciclo contribui para a redução da área foliar. A área foliar do milho é reduzida de acordo com a competição entre as plantas (SANGOI et al., 2007).

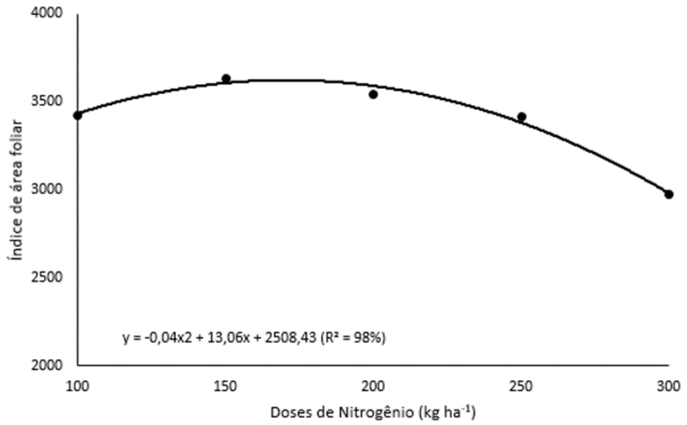


Figura 23: Doses de nitrogênio em função do Índice de área foliar em Toledo, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020.

Quanto ao efeito das doses do regulador vegetal no número de grãos por espiga verifica-se ajuste quadrático com aumento até a dose de 0,37 ml ha^{-1} adicionados do regulador na embebição de semente de *Urochloa ruziziensis* (Figura 24).

Nota-se relação do número de grãos por espiga com as características fitométricas das plantas, visto que nas menores doses do regulador aplicado na forrageira, obteve-se plantas de maior porte, com maior diâmetro de colmo e índice de área foliar.

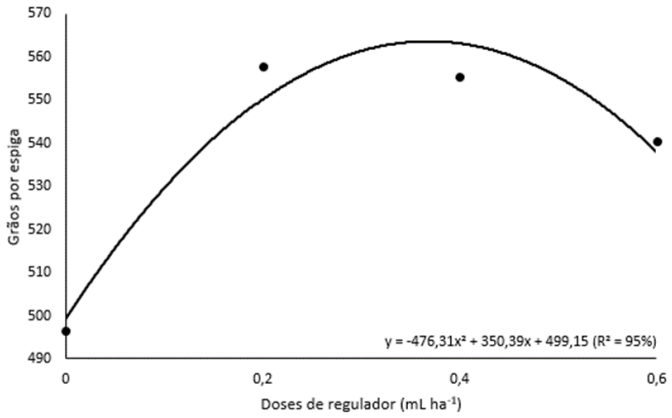


Figura 24: Doses de trinexapac-ethyl em função do número de grãos por espiga em Toledo, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020.

Para a massa de mil grãos observa-se que a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados do regulador, há um aumento de 180g na massa (Figura 25a). Esse resultado está diretamente ligado ao número de grãos por espiga, uma vez que, conforme obteve-se o aumento da massa de 1000 grãos verificou-se anteriormente a diminuição do número de grãos por espiga conforme o aumento da dose do regulador.

Quanto ao efeito das doses de nitrogênio aplicadas no consórcio verifica-se aumento da massa a partir da dose de aproximadamente 157 kg de N ha^{-1} adicionados em cobertura no sistema (Figura 25b).

Com relação ao aumento da dose de N em cobertura no sistema verificou-se o aumento da massa de 1000 grãos. Isso ocorre porque a formação do grão é altamente relacionada com a translocação de assimilados e nitrogênio em órgãos vegetativos (BATISTA et al., 2019a)

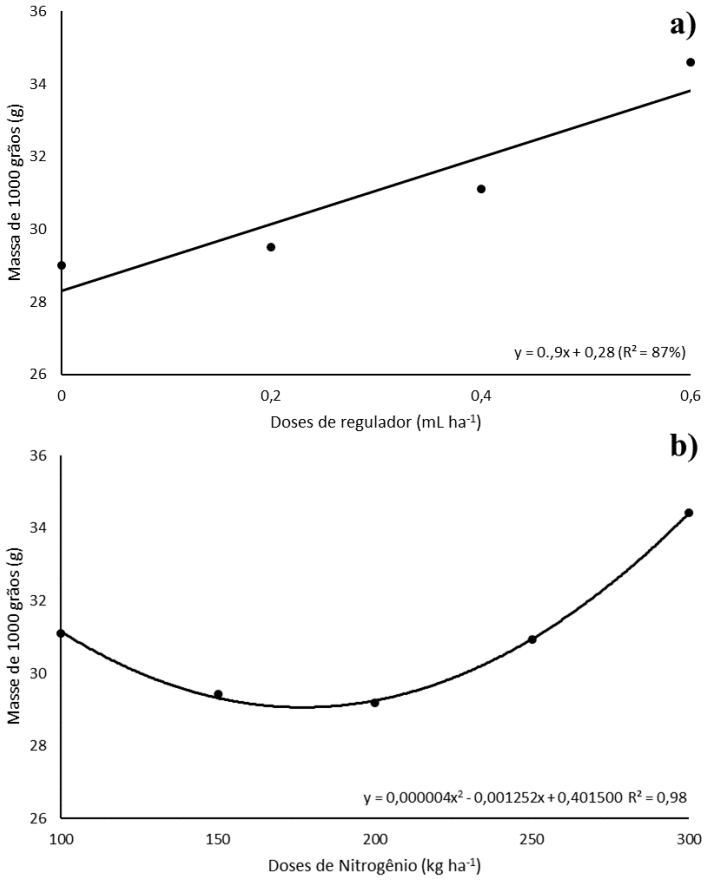


Figura 25: Efeitos isolados de doses de nitrogênio (a) e doses do regulador Trinexapac-Ethyl (b) em Toledo, para a variável massa de 1000 grãos de milho, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020.

Ao desdobrar as doses de nitrogênio nas diferentes doses do regulador vegetal Trinexapac-ethyl, verificou-se que para a variável produtividade de grãos não houve ajuste para as doses de 100 e 300 kg de N ha^{-1} aplicadas em cobertura no consórcio. A cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados do regulador vegetal no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, aumenta cerca de 415 e 335 kg ha^{-1} para as respectivas doses de 150 e 350 kg de N ha^{-1} aplicadas em cobertura no consórcio. Quanto a dose de 200 kg de N ha^{-1} aplicadas em cobertura no consórcio, a mesma, respondeu em ganho de produtividade, até a dose 0,35 ml ha^{-1} do regulador vegetal tratado na semente de *Urochloa ruziziensis* (Figura 26a).

Com relação a ausência do uso do regulador aplicado na forrageira, verificou-se o aumento de produtividade para a cultura do milho. Isso se da, devido a menor competição gerada pela inibição do desenvolvimento causado pelo regulador vegetal na forrageira.

Quanto ao desdobramento das doses de regulador dentro das doses de nitrogênio, verificou-se que para as doses de 0,2 e 0,4 ml ha^{-1} do regulador vegetal aplicado no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensi,* o comportamento para a produtividade de grãos de milho não pode ser explicado através dos ajustes de curva. Já para as doses de 0 e 0,6 ml ha^{-1} do regulador vegetal aplicado no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis,* o N em cobertura proporciona um ganho na produtividade, a partir das respectivas doses de 170 e 180 kg de N ha^{-1} adicionados em cobertura no sistema (Figura 26b).

O comportamento do efeito da dose do nitrogênio na produtividade, ocorreu como o esperado, visto que, em baixas doses de N houve a competição entre as culturas consorciadas, o que reduziu a produtividade, ao ponto que quando o aporte de N atingiu o mínimo necessário para ambas as culturas, o milho voltou a ter sua produtividade aumentada.

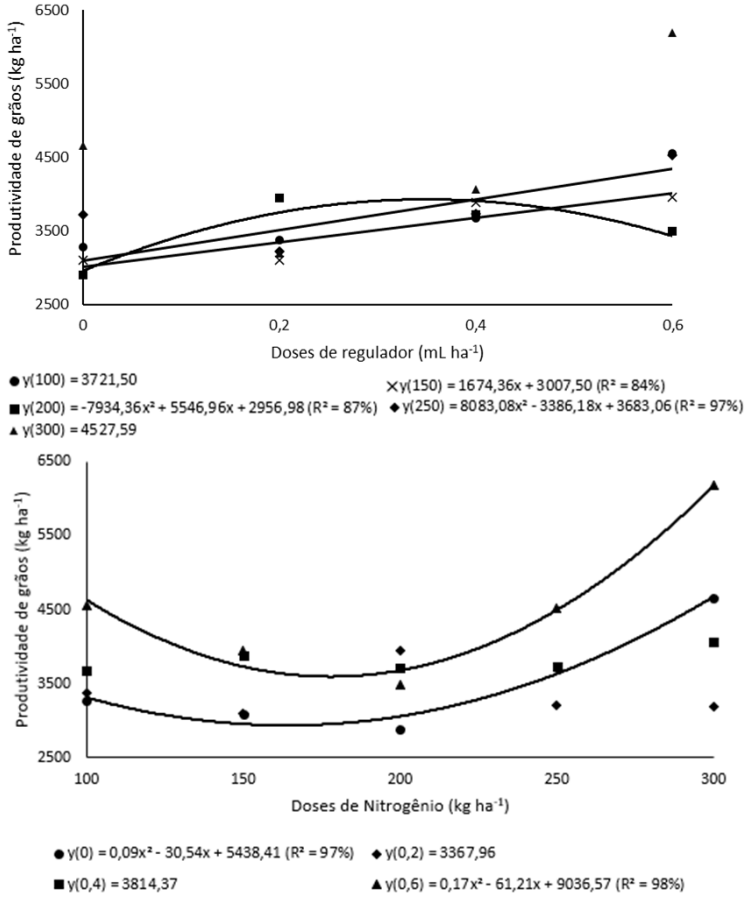


Figura 26: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Toledo, para a variável produtividade de grãos, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020.

Ao desdobrar as doses de nitrogênio nas diferentes doses do regulador vegetal Trinexapac-ethyl, verificou-se que para variável massa seca de *Urochloa ruziziensis* coletada na época da colheita do milho não houve ajuste que explica-se o efeito para as doses de 100, 150 e 200 kg de N ha^{-1} aplicadas em cobertura no consórcio. A cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados do regulador vegetal no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, diminui em cerca de 912 e 744 kg ha^{-1} da massa seca para as respectivas doses para as respectivas doses de 250 e 300 kg de N ha^{-1} aplicadas em cobertura no consórcio. (Figura 27a).

O uso de regulador vegetal demonstra ser uma ferramenta eficiente proporcionar a diminuição do porte da forrageira em questão, consequentemente diminuindo seu volume de palhada em cobertura. Porém assim como o ocorrido em Londrina, o volume de palhada somente da forrageira ainda se manteve superior a outras comparações já realizadas.

Quanto ao desdobramento das doses de regulador dentro das doses de nitrogênio, verificou-se que para a dose de 0,2 e 0,4 ml ha^{-1} do regulador vegetal aplicado no tratamento de semente, o comportamento da massa seca de *Urochloa ruziziensis* coletada na época da colheita do milho não pode ser explicado através dos ajustes de curva. Quando usado o regulador vegetal nas doses de 0 e 0,6 ml ha^{-1} no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* o N em cobertura possibilitou o aumento da massa, sendo que a cada 50 kg de N ha^{-1} adicionados no sistema há um ganho de 500 e 575 kg ha^{-1} de massa seca (Figura 27b).

Com o aporte de N em cobertura no consorcio, verificou-se que a forrageira também se beneficiou do mesmo, aumentando o volume de palhada conforme o aumento do aporte de N. Corroborando com o resultado encontrado, Franzluebbers et al. (2014), Peyraud et al., (2014) e Salton et al., (2014), trabalhando com o aporte de N no consórcio de *Urochloa ruziziensis* com o milho, também relataram a excelente resposta da forrageira ao fornecimento de N em cobertura para o consórcio. Relatam ainda que já era de se esperar devido a forrageira também ser uma gramínea altamente responsiva a adubações nitrogenadas assim como o milho.

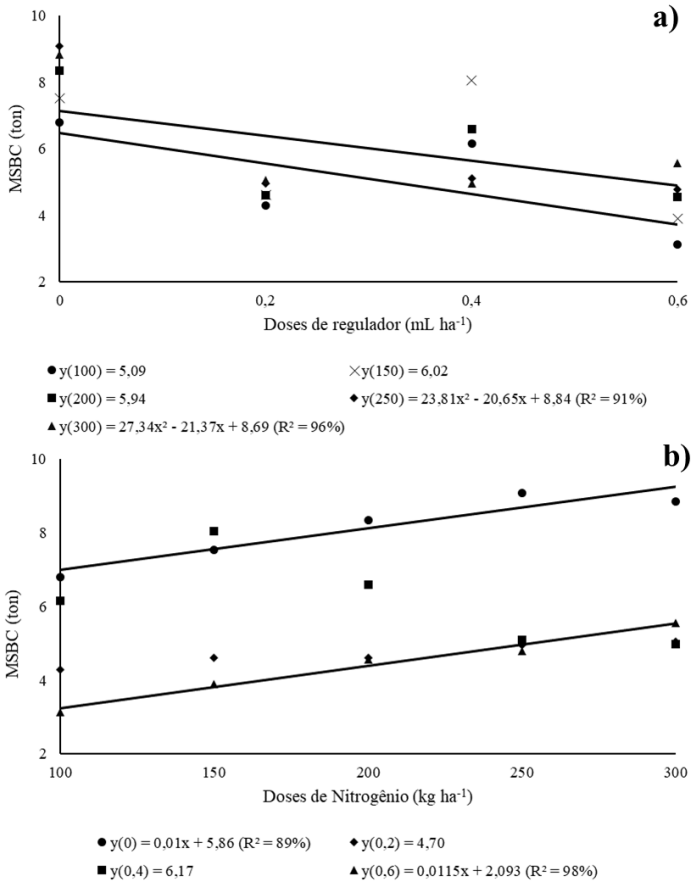


Figura 27: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) na massa seca da *Urochloa ruziziensis* no momento da colheita do milho em Toledo, na segunda safra do ano agrícola 2017/18. Londrina-PR, 2020.

A maior quantidade de vegetação oriunda do consórcio entre o milho e a *Urochloa ruziziensis* em relação ao milho solteiro sugere a maior competição interespecífica pelos recursos do ambiente, como água e nitrogênio, o que pode limitar o crescimento e desenvolvimento do milho, como visto na redução na área foliar no caso de Toledo, indicando competição por esse nutriente nas condições edáficas e meteorológicas do experimento. Essa limitação da fonte de fotoassimilados devido à competição refletiu diretamente no diâmetro do colmo, altura da planta, grãos por fileira, grão por espiga e massa de grãos, com consequente efeito sobre a produtividade.

Entretanto, pode-se observar que o suprimento de nitrogênio em cobertura no consórcio quando associado com o regulador vegetal trinexapac-ethyl, reduziu a competição pelo nutriente devido à maior oferta, minimizando o efeito negativo da competição imposta pela forrageira.

Essa minimização do efeito negativo da competição imposta pela forrageira, teve por consequência a diminuição do volume de palhada deixado sobre o solo, reduzindo em cerca de 50% seu volume, mas como já discutido, o volume de palhada da forrageira ainda se mantem elevado quando comparado as outras culturas citadas como exemplo. Isso sem levar em consideração a palhada também deixada pelo milho que somará a palhada da forrageira.

Sendo assim, mesmo com o uso do regulador vegetal embebido na semente da forrageira, a mesma se mostrou eficiente em manter sua importância para as premissas do consórcio, que são desde o aumento de matéria orgânica com a introdução da *Urochloa ruziziensis* ao sistema até a melhoria da agregação ou restruturação do solo. O solo mais agregado possibilita maior infiltração de água, o que favorece o reabastecimento do lençol freático além de ajudar na manutenção da vazão de rios (VILELA, 2018).

Rocha (2018) explica que a adição da forrageira *Urochloa ruziziensis* no sistema de consórcio favorece em cerca de 18% o conteúdo disponível de água no solo, isso se deve a ação agregante do sistema radicular da forrageira. O pesquisador afirma ainda que a palhada deixada pela mesma melhora o estoque de carbono e nitrogênio no solo.

Quanto os efeitos dessa diminuição de massa seca deixada pela forrageira no desempenho fitométrico e produtivo do milho, nota-se que tanto para Londrina quanto para Toledo há melhora no desempenho do milho, conforme o aumento da dose do regulador embebido na semente da forrageira, explicado pela diminuição da competição entre a forrageira e o milho.

Cabe novos estudos afim de avaliar se essa diminuição na massa seca faz referencia a diminuição do porte de plantas ou está relacionado a possivel diminuição do estande de plantas estabelecidas da forrageira, pois o efeito do regulador vegetal não é permanente (HOPKINS, 2000). Sendo esperado que após a colheita do milho e concomitante a roçagem da forrageira, ela se reestabeleça sem os efeitos do regulador.

De acordo com Swain; Singh (2005), os reguladores de crescimento que interferem na inibição da síntese de giberelinas nas sementes pode afetar negativamente sua germinação.

4.4 CONCLUSÕES

Devido a menor agressividade resultante do uso do regulador vegetal na *Urochloa ruziziensis*, quando cultivada em consórcio com milho a mesma permite que o milho não estiole bem como aumente a produtividade sem afetar na função de cobertura de solo.

A massa seca de *Urochloa ruziziensis* no momento da colheita do milho e por ocasião da dessecação foram menores conforme o aumento das doses do regulador vegetal aplicados no tratamento das semenrtes da forrageira via embebição.

De modo geral, o desempenho fitométrico e produtivo do milho responderam positivamente a adubação nitrogenada.

A adubação nitrogenada de cobertura no milho segunda safra em consórcio com *U. ruziziensis* minimiza a competição da forrageira sobre o crescimento do milho e proporciona, em doses superiores a 120 kg ha^{-1} de nitrogênio.

A dose de rgulador que desempenhou o melhor controle da forrageira perante o desempenho do milho foi de 0,4 ml ha^{-1}.

Com o uso do regulador na dose determinda embebido nas sementes da forrageira, torna-se possível o aporte de elevadas doses de N no consórcio sem que haja competição entre as culturas.

5 ARTIGO C: DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA CULTIVADA APÓS O MILHO DE SEGUNDA SAFRA CONSORCIADO COM *Urochloa ruziziensis* TRATADA COM TRINEXAPAC-ETHYL ASSOCIADO A DOSES DE NITROGÊNIO EM COBERTURA

Resumo

Subdoses de herbicida são utilizadas nas forrageiras para limitar seu efeito competitivo com a cultura do milho quando consorciadas. Os reguladores de crescimento vegetal também pode ser empregados para mitigar o efeito competitivo da forrageira consorciada com o milho. Porém, o impacto do menor crescimento inicial sobre a massa seca final da forrageira e sobre o cultivo sequente com a soja ainda é pouco estudado. Sendo assim, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses de regulador de crescimento embebido em sementes de *Urochloa ruziziensis* associado a doses de nitrogênio na produção de massa seca da forrageira e no desempenho agronômico da soja cultivada em sequência. O experimento foi conduzido na primeira safra do ano agrícola de 2018-2019, em dois ambientes de cultivo, nos municípios de Londrina e Toledo -PR, respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram avaliadas quatro doses do regulador vegetal trinexapac-ethyl (0; 0,2; 0,4; 0,6 mL ha^{-1}) sendo aplicadas via embebição no dia anterior a semeadura. Nas subparcelas, quando o milho atingiu o estádio de V6, foram aplicadas a lanço cinco doses de N em cobertura (100, 150, 200, 250 e 300 kg ha^{-1} de N), na forma de sulfato de amônio (21% N). Os tratamentos foram aplicados na safra anterior, milho de segunda safra consorciado com *Urochloa ruziziensis*. Na cultura da forrageira, foi avaliado a massa seca da mesma no momento da dessecação para a semeadura da soja. Na cultura da soja foram avaliados o número de vagens por planta, número de sementes por vagem, número de sementes por planta, altura de plantas e de inserção de primeira vagem, massa de mil grãos e produtividade. Os dados experimentais foram submetidos a análise de variância e estudo de regressão até segundo grau, todos com significância de 5%. O desempenho das características estudadas para a cultura da soja foi melhorado com relação ao aporte de nitrogênio. O regulador vegetal no tratamento de sementes de *Urochloa ruziziensis* resultou em plantas de soja de menor porte, aumento na altura de inserção de primeira vagem, com diminuição da produtividade conforme o aumento da dose usada no tratamento de semente.

Palavras-chave: *Glycine max*, *Zea mays*, Adubação nitrogenada, Inibidor de ácido giberélico ativo, Regulador vegetal, Tratamento de semente.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF SOY CULTIVATED AFTER THE SECOND HARVEST CORN CONSULTED WITH *Urochloa ruziziensis* TREATED WITH TRINEXAPAC-ETHYL ASSOCIATED WITH COVERAGE NITROGEN DOSES

Abstract

Herbicide underdoses are used in forages to limit their competitive effect with corn when intercropped. Plant growth regulators can also be used to mitigate the competitive effect of forage intercropped with corn. However, the impact of lower initial growth on the final dry mass of the forage and on the subsequent cultivation with soy is still poorly studied. Thus, the objective was to evaluate the effect of the application of growth regulator doses embedded in *Urochloa ruziziensis* seeds associated with nitrogen doses in the production of forage dry matter and in the agronomic performance of soybean grown in sequence. The experiment was conducted in the first crop of the 2018-2019 agricultural year, in two growing environments, in the municipalities of Londrina and Toledo-PR, respectively. The experimental design used was in randomized blocks with subdivided plots, with four replications. In the plots, four doses of the trinexapac-ethyl plant regulator (0; 0.2; 0.4; 0.6 mL ha^{-1}) were evaluated and applied via imbibition the day before sowing. In the subplots, when the corn reached the stage of V6, five doses of N in coverage (100, 150, 200, 250 and 300 kg ha^{-1} of N) were applied in the form of ammonium sulfate (21% N). The treatments were applied in the previous crop, second crop corn intercropped with *Urochloa ruziziensis*. In the forage crop, its dry mass was evaluated at the time of desiccation for soybean sowing. In the soybean crop, the number of pods per plant, number of seeds per pod, number of seeds per plant, plant height and first pod insertion, mass of a thousand grains and productivity were evaluated. The experimental data were subjected to analysis of variance and regression study up to the second degree, all with a 5% significance level. The performance of the characteristics studied for the soybean crop was improved in relation to the nitrogen supply. The plant regulator in the treatment of *Urochloa ruziziensis* seeds resulted in smaller soybean plants, an increase in the height of insertion of the first pod, with a decrease in productivity as the dose used in seed treatment increased.

Keywords: Nitrogen fertilization, Active gibberellic acid inhibitor, Plant regulator, Seed treatment.

5.1 INTRODUÇÃO

O principal sistema de produção agrícola do Brasil está baseado no cultivo de soja no verão e milho no inverno (CONAB, 2020). Entretanto, o uso da sucessão soja/milho ao longo dos anos de modo consecutivo pode gerar problemas, como aumento na ocorrência de plantas daninhas, pragas, doenças de difícil controle e degradação do solo (DEBIASI et al., 2015).

Para minimizar os problemas decorrentes do cultivo em sucessão e maximizar a produtividade de grãos, é comum a adoção de práticas de manejo que promovam benefícios ao sistema solo-planta. A utilização do SPD, consórcio de culturas produtoras de grãos com forrageiras ou cobertura vegetal (GITTI et al., 2012), e modelos de produção mais diversificados quanto às espécies cultivadas, são exemplos de técnicas que contribuem para a conservação do solo e para o manejo sustentável das culturas.

No Brasil o cultivo do milho segunda safra consorciado com culturas de cobertura como a *Urochloa ruziziensis* tem sido estudado e difundido. Espécies do gênero *Urochloa* possuem capacidade de produção de fitomassa com alta relação C/N e lignina/N (TIMOSSI et al., 2007), que proporciona a formação e a persistência de cobertura de solo (FRANCHINI et al., 2015) e elevada ciclagem de nutrientes (PACHECO et al., 2011). Além disso, são plantas que possuem facilidade de dessecação para implantação de culturas em sucessão (MACHADO; ASSIS, 2010) e mostram-se eficientes na supressão de plantas daninhas no cultivo de soja subsequente (CONCENÇO, et al., 2015).

Entretanto, a inserção de culturas de cobertura em consórcio com o milho altera a demanda por nutrientes. Assim, o fornecimento nutricional adequado é outro aspecto que deve ser levado em consideração no manejo de sistemas de produção com culturas consorciadas. Culturas produtoras de grãos e de cobertura podem ter a produtividade de grãos ou massa vegetal, respectivamente, limitada pelo suprimento inadequado de nutrientes, como o nitrogênio (RAASCH et al., 2016).

Contudo, o aporte de nitrogênio em cobertura no milho segunda safra influencia tanto o crescimento e desenvolvimento do milho quanto da cultura de cobertura, causando competição e diminuição do potencial produtivo da cultura de interesse econômico que é o milho (KAPPES et al., 2009).

O uso de sub doses de herbicidas, tem sido adotado para minimizar o desenvolvimento incial da forrageira, até que o milho esteja estabelecido e a mesma não interfira mais em seu potencial produtivo, o que estabelece o equilíbrio entre as culturas consorciadas. Outra opção seria o uso de reguladores vegetais na forrageira para que o mesmo limite seu crescimento sem que afete suas características de interesse na reestruturação do solo e ciclagem de nutrientes (COBUCCI, et al. 2001), o que possibilita que o milho não seja prejudicado no consórcio.

Os benefícios da diversificação das plantas do sistema com potencial diferenciado de ciclagem, de produção e qualidade de palha e de exploração radicular do solo podem proporcionar condições que favorecem o estabelecimento e desenvolvimento da cultura em sucessão (ARF et al., 2018).

Nesse sentido, o consórcio do milho de segunda safra consorciado com *Urochloa ruziziensis* embebida com regulador vegetal, associado ao aumento do aporte de N no sistema, alteram o crescimento e produção da cultura do milho e da forrageira, de maneira que o volume de palhada seja influenciado podendo refletir no desempenho agronômico da soja em sucessão.

Sendo assim, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses de regulador de crescimento embebido em sementes de *Urochloa ruziziensis* associado a doses de nitrogênio na produção de massa seca da forrageira e no desempenho agronômico da soja cultivada em sequência.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na primeira safra do ano agrícola de 2018-2019, em dois ambientes de cultivo, na Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina (FAZESC-UEL) e na Fazenda Escola da Pontifícia Universidade Católica (PUC-Toledo), localizadas no município de Londrina e Toledo -PR, respectivamente.

O solo da estação experimental Londrina é caracterizado como Latossolo Vermelho Eutroférrico (LVe) com caracteristicas físicas de 65% de argila, 25% de silte e 10% de areia e relevo suave ondulado/plano (EMBRAPA, 2013). Localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 23º 20’ 23.45 Sul e 51º 12’ 32.28” Oeste, e altitude de 560 metros. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa - subtropical úmido com verões quentes.

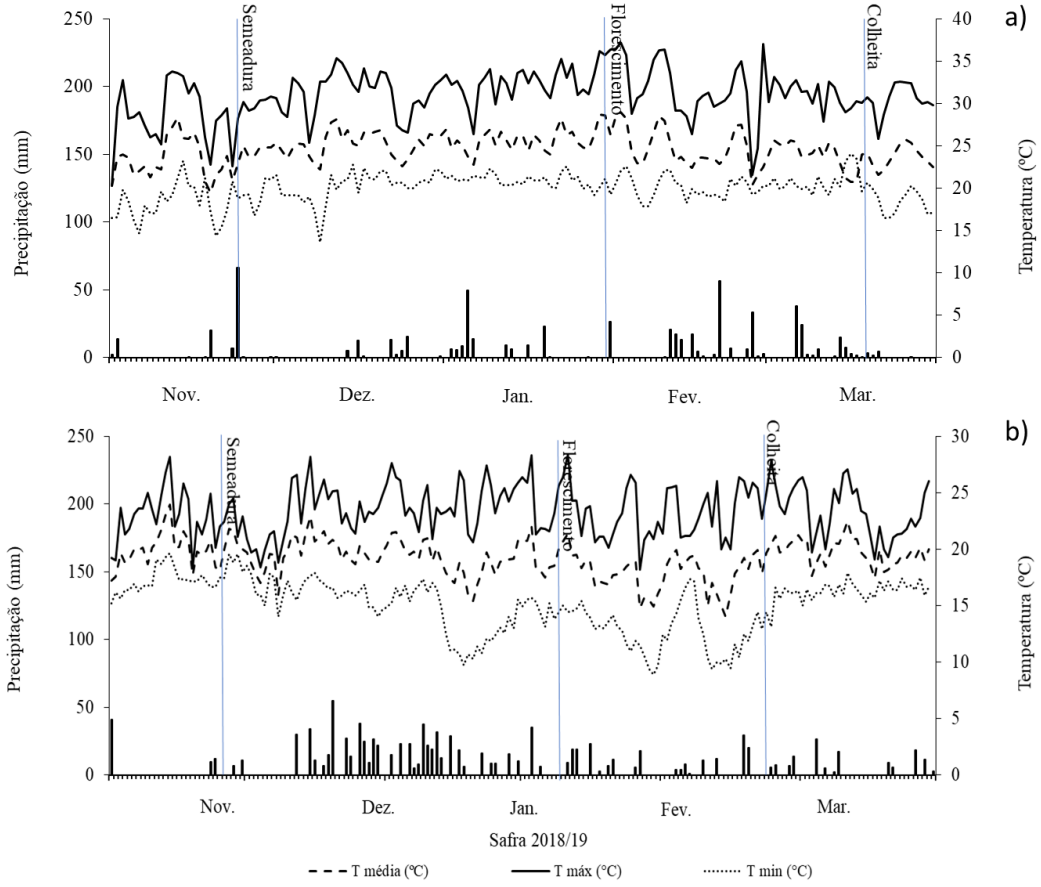
As características químicas do solo, na camada de 0-20 cm, determinadas antes da instalação do experimento foram: pH (KCl) 5,9; 6,8 cmolc dm^{-3} de Ca^{+2}; 1,42 cmolc dm^{-3} de Mg^{+2}; 0 cmolc dm^{-3} de Al^{+3}; 14,12 mg dm^{-3} de P; 1,8 cmolc dm^{-3} de K; 1,44 mg dm^{-3} de carbono; 2,29 g $100g^{-1}$ de M.O.; e 9,28 cmolc dm^{-3} de CTC ef.

O solo da estação experimental de Toledo é caracterizado como Latossolo Vermelho Distroférrico tipico, com características físicas de 68% de argila, 20% de silte e 13% de areia e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2013). Localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 24º 43’ 11’’ S e 53º 46’ 43’ e altitude de 570 m. O clima, segundo a classificação de Köppen é do tipo subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes, sem estações secas e com poucas geadas.

As características químicas do solo, na camada de 0-20 cm, determinadas antes da instalação do experimento foram: pH (KCl) 5,5; 6,99 cmolc dm^{-3} de Ca^{+2}; 1,18 cmolc dm-^{3} de Mg^{+2}; 0 cmolc dm^{-3} de Al^{+3}; 15,07 mg dm^{-3} de P; 1,94 cmolc dm^{-3} de K; 2,01 mg dm^{-3} de carbono; 2,88 g $100g^{-1}$ de M.O.; e 9,89 cmolc dm^{-3} de CTC ef.

Os dados de precipitação pluvial, temperaturas máxima, mínima e média durante a condução do experimento foram obtidas através dos registros da estação meteorológica do IAPAR e da PUC-Toledo para os respectivos municípios de Londrina e Toledo-PR. (Figura 30).

Figura 28: Precipitação pluvial (mm), temperatura do ar máxima (T máx ºC), mínimo (T mín ºC) e média (T média ºC) do município de Londrina (a) e Toledo (b), no período experimental da primeira safra agrícola do ano 2018/2019, diário. Londrina-PR. 2020.



A cultivar de soja utilizada foi a TMG 7062, de ciclo precoce, porte médio, de crescimento semi-determinado. Possui grupo de maturação 6,2. Possi ainda a tecnologia Inox que garante a resistência a *Phakopsora pachyrhizi*. A cultivar garante alto potencial e estabilidade produtiva, além de elevado peso de grãos (TMG, 2019).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram avaliadas, quatro doses do regulador vegetal trinexapac-ethyl (0; 0,2; 0,4; 0,6 mL ha^{-1}) aplicados na forrageira via tratamento de sementes por embebição (no dia anterior a semeadura). Nas subparcelas, quando o milho atingiu o estádio de V6, foram aplicadas a lanço cinco doses de N em cobertura (100, 150, 200, 250 e 300 kg ha^{-1} de N), na forma de sulfato de amônio (21% N). Ambos os tratamentos foram aplicados na safra anterior, milho de segunda safra consorciado com *Urochloa ruziziensis*, com o intuito de avaliar os reflexos na cultura da soja.

A adubação de semeadura foi realizado com a aplicação no sulco de

250 kg ha $^{-1}$ do formulado 04-14-08.

O controle fitossanitário e os demais tratos culturais foram realizados conforme a necessidade e as recomendações para a cultura do milho.

No momento de dessecação para a semeadura da soja foi coletada a parte aérea da *Urochloa ruziziensis*, em uma área de 1 m^2 em cada subparcela. As amostras foram secas em estufas a 60°C até massa constante. A massa seca (MSU) foi aferida e expressa em toneladas por hectare.

Na cultura da soja, por ocasião da colheita, foram tomadas as plantas colhidas em 1 m^2 dentro da área útil das subparcelas e avaliados a altura de plantas (ALTP) e de inserção da primeira vagem (AIP) em centímetros, realizadas por meio da aferição da distância entre a superfície do solo e base da ultima vagem e da primeira vagem, respectivamente, o número de vagem por planta (NVP), o número de semente por vagem (NSV), o número de semente por planta (NSP).

As plantas da área útil total de cada suparcela foram debulhadas em trilhadora estacionária e, aferidas a massa de mil grãos (MMG) e a produtividade de grãos (PROD). A massa de mil grãos foi determinada conforme metodologia proposta por Brasil (2009) realizando-se a pesagem em balança de precisão, de duas repetições de 100 grãos por unidade experimental, para se obter a média da variável. A produtividade de grãos foi obtida através da pesagem dos grãos produzidos na área útil da subparcela, com resultados expressos em kg ha^{-1}. Ambas avaliações tivereram as massas corrigidas para 13% de umidade.

Os dados experimentais foram analisados pelo teste de normalidade (Shapiro Wilk) e homogeneidade (Bartlett) e, constatado que os dados estavam normais e homogêneos, os mesmo foram submetidos a análise de variância. Os dados de doses de trinexapac-ethyl e de nitrogênio aplicado em cobertura foram submetidos a estudo deregressão até segundo grau, todos com significância de 5%.

5.3 RESULTADOS

A precipitação pluviométrica no município de Londrina foi inferior à média histórica da região e para Toledo foi superior. A média histórica de precipitação pluviométrica no período de condução do experimento para o município de Londrina é de 939 mm e para o município de Toledo é de 1.004 mm (SIMEPAR, 2019). Assim, os 621,50 mm e os 1078,8 mm que ocorreram durante o ciclo da soja na safra 2018/19

corresponde a um déficit pluviométrico de 317,5 mm e um excedente hídrico de 74 mm, respectivamente para Londrina e Toledo-Pr (Figura 28).

Considerando que a cultura da soja necessita de 450 a 800 mm de água durante o ciclo para produção de grãos (SILVA et al., 2015), mesmo com o déficit hídrico verificado para o município de Londrina em relação à média histórica, pode-se considerada que ocorreu uma adequada precipitação para o desenvolvimento da cultura, de forma bem distribuída durante o ciclo da cultura (Figura 28a).

Já em Toledo, o excedente hídrico baseado na média histórica foi superior também ao necessitado pela cultura, além de bem distribuído como o ocorrido em Londrina. Portanto, não se constituiu em limitação no crescimento e desenvolvimento da cultura, comprometendo a produtividade da cultura, levando em consideração a necessidade pluviométrica da cultura (Figura 28b).

5.3.1 Londrina

Conforme a análise de variância para a cultura da soja, foi constatado efeito para a interação entre o uso de regulador vegetal e doses de nitrogênio (R*DN) para as variáveis massa seca de *Urochloa ruziziensis* coletada no ponto de dessecação para a semeadura da soja (MSU), altura de plantas (ALP), altura de inserção de primeira vagem (IPV), número de vagem por planta (NVP), número de sementes por planta (NSP) e produtividade de grãos (PROD) (Tabela 4).

Tabela 4 – Resumo da análise de variância para as características de massa seca de *Urochloa ruziziensis* coletada na dessacação para a semeadura da soja, bem como as características do crescimento e do desempenho produtivo da soja cultivada em sucessão ao milho de segunda safra consorciado com *Urochloa ruziziensis* em resposta a doses de Trinexapac-Ethyl aplicado via tratamento de sementes na forrageira e doses de nitrogênio (DN) aplicadas em cobertura no consórcio, em Londrina. Londrina-PR, 2020.

		Urochloa Ruziziensis	Soja						
F.V.	G.L.	Q.M.							
		MSU	ALT	IPV	NVP	NSV	NSP	MMG	PROD
Bloco	3	1,45	184,61	74,75	9,04	0,09	168,72	2,18	153003,47
R	3	15,52**	191.95ns	138.61**	1213.75**	0.02ns	1071.95*	3.78ns	2926996.00**
Resíduo 1	9	1,18	54,57	14,2	33,18	0,03	251,13	2,81	229537,51
DN	4	1,85ns	190.96*	85.40**	227.81*	0.29ns	438.53ns	0.93ns	2098193.20**
R* DN	12	2,39*	342.08**	88.64**	345.30**	0.10ns	705.25**	1.66ns	1126856.67**
Resíduo 2	48	1,22	51,77	19,68	77,91	0,12	314,07	2,44	238353,67
Média		7,74	115,91	24,46	43,23	2,18	98,27	15,78	2135,79
C.V.1(%)		14,05	6,37	15,41	13,32	7,59	16,13	10,62	22,43
C.V.2(%)		14,24	6,21	18,14	20,42	16,13	18,03	9,91	22,86

Notas: FV: Fonte de variação. R: Regulador Vegetal. DN: Doses de Nitrogênio. R*DN: Interação entre o uso de regulador vegetal e doses de nitrogênio. CV: Coeficiente de variação. MSBD: Massa seca de *Urochloa ruziziensis* coletada no ponto de dessecação para a semeadura da soja. ALT: Altura de plantas. IPV: Altura de inserção de primeira vagem. NVP: Número de vagem por planta. NSV: Número de sementes por vagem. NSP: Número de sementes por planta. MMG: Massa de mil grãos. PROD: Produtividade. *: Significativo a 5%. **: Significativo a 1%.

Ao desdobrar as doses de nitrogênio nas diferentes doses do regulador vegetal Trinexapac-ethyl verificou-se que para variável massa seca coletada no momento da dessecação para a semeadura da culturasequente, houve uma diminuição da massa seca conforme o aumento das doses do regulador vegetal, sendo que a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados do regulador vegetal no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, a massa seca diminui em cerca de 618, 916 e 854 kg para as respectivas doses de 100, 150 e 200 kg de N ha^{-1} aplicadas em cobertura no consórcio (Figura 29a).

Quanto ao desdobramento das doses de regulador dentro das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, verificou-se que as doses de 0 e 0,2 ml ha^{-1} do regulador vegetal aplicadas no tratamento das sementes de *Urochloa ruziziensis* não apresentaram ajuste para o efeito da dose de nitrogênio na massa seca coletada por ocasião da dessecação para a semeadura sequente. Quando usado o regulador vegetal na dose de 0,4 ml ha^{-1} no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* verificou-se aumento da massa seca apenas a partir das doses de 150 kg de N ha^{-1} adicionados no sistema. Por fim, quando usado o regulador vegetal na dose de 0,6 ml ha^{-1} no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, o mesmo, possibilitou o aumento da massa seca de *Urochloa ruziziensis*, apenas até a doses de 300 kg de N ha^{-1} adicionados no sistema (Figura 29b).

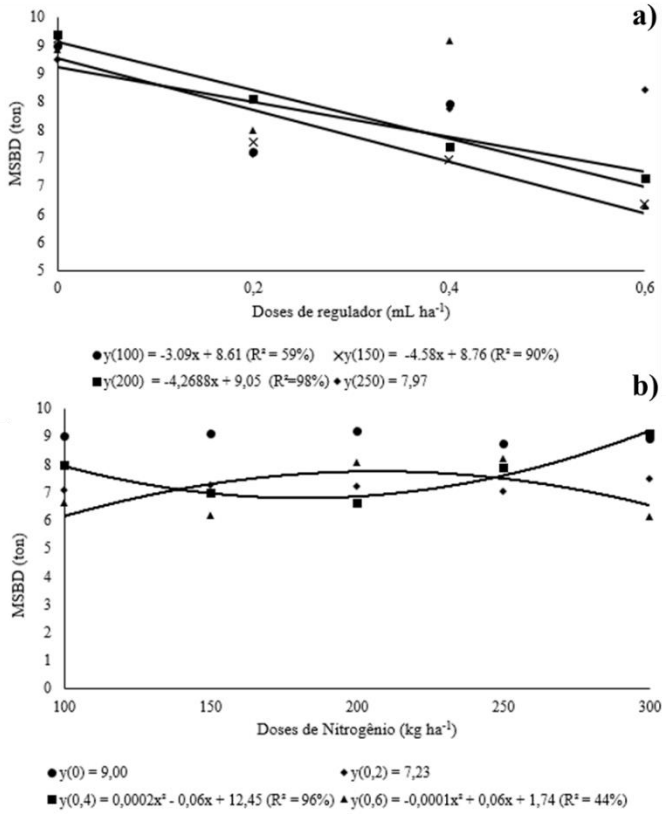


Figura 29: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Londrina-PR, para a variável massa seca de *Urochloa ruziziensis* coletada no momento da dessecação para semeadura da soja. Londrina-PR, 2020.

Para a variável altura de plantas de soja as doses de 100, 200, 250 e 300 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio não apresentaram ajuste para o efeito do uso do regulador vegetal. Já a dose de 150 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio, a mesma, refletiu positivamente ao aumento da altura de plantas de soja até a dose de 0,16 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, respectivamente (Figura 30a).

Quando usado o regulador vegetal nas doses de 0, 0,2 e 0,6 ml ha^{-1} no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* não houve ajuste que explique o comportamento das mesmas em resposta ao N em cobertura. Quanto a dose de 0,4 ml ha^{-1} no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis,* há um aumento da altura de plantas de soja conforme o aumento da dose do regulador aplicado, sendo que a cada 50 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio, há um aumento da altura em 4,8 cm (Figura 30b).

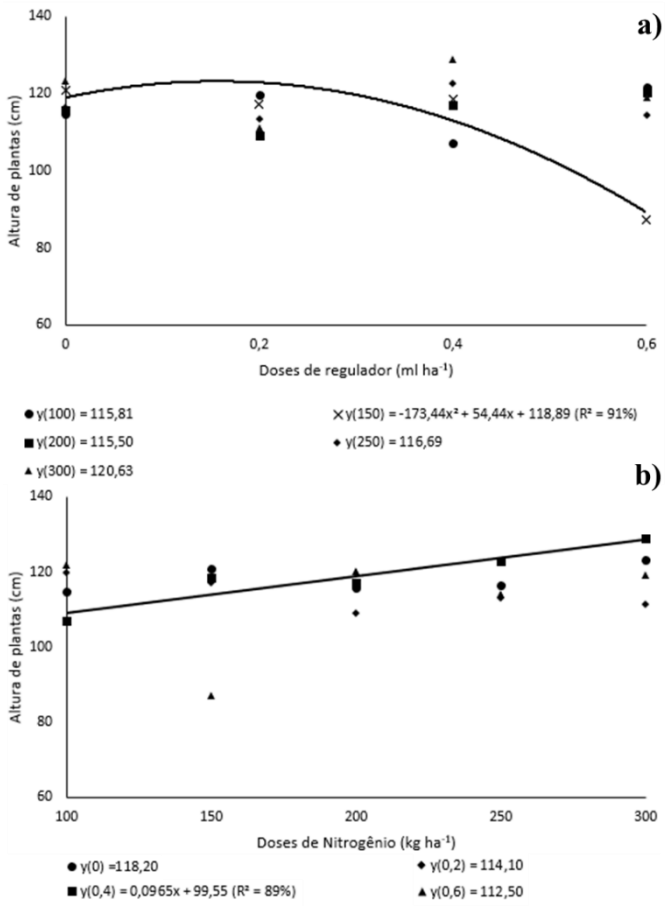


Figura 30: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Londrina-PR, para a variável altura de plantas de soja. Londrina-PR, 2020.

Para a variável altura de inserção de primeira vagem as doses de 100 e 150 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio não apresentaram ajuste que explique o efeito do uso do regulador vegetal. As doses de 250 e 300 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio demonstraram aumento da altura de inserção de vagens até a dose de 0,31 e 0,30 ml ha^{-1} do regulador de vegetal adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, respectivamente. Quanto a dose de 200 kg de N ha^{-1} aplicada no consórcio verificou-se que a altura de inserção aumenta com o incremento na dose do regulador em uma taxa de 2,4 cm a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* (Figura 31a).

Quanto ao desdobramento das doses de regulador dentro das doses de nitrogênio, verificou-se que quando usado o regulador vegetal na dose de 0 ml ha^{-1} no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* não houve ajuste que explique o comportamento das mesmas em resposta ao N em cobertura. Para a dose de 0,4 ml ha^{-1} do regulador no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* há um aumento da altura de inserção de primeira vagem conforme o aumento da dose do regulador aplicado. A cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente, há um aumento da altura em 7 mm. O inverso acontece para a dose de 0,6 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente, que decresce na mesma taxa. Já para a dose de 0,4 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente nota-se que a inserção de primeira vagem aumenta a partir da dose de 120 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio (Figura 31b).

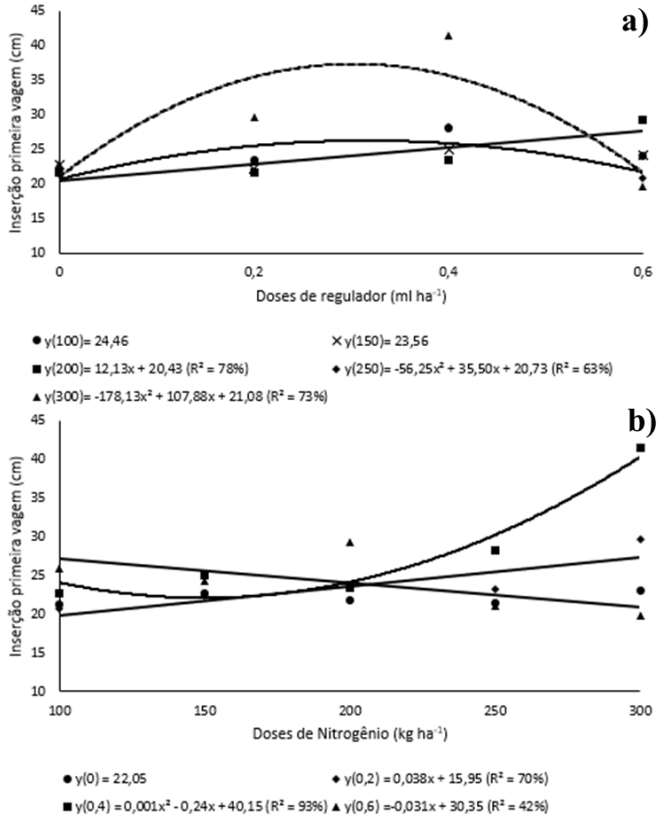


Figura 31: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Londrina-PR, para a variável altura de inserção de primeira vagem. Londrina-PR, 2020.

Para número de vagens por planta de soja as doses de 100, 150 e 200 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio não apresentaram ajuste para o efeito do uso do regulador vegetal. Já as doses de 250 e 300 kg de N ha^{-1} demonstraram ajuste quadrático com aumento da altura de plantas de soja até a dose de 0,35 e 0,33 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, respectivamente (Figura 32a).

O número de vagens por plantas diminui até a dose de aproximadamente 0,35 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*. Doses acima da apontada diminuem a espessura da palhada da forrageira sobre o solo diminuindo o estiolamento das plantas de soja, o que possibilita o aumento do número de vagens por planta.

Quanto ao desdobramento das doses de regulador dentro das doses de nitrogênio, verificou-se que quando usado o regulador vegetal a dose de 0 ml ha^{-1} no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, há um aumento no número de vagens por planta conforme o aumento da dose do regulador aplicado, sendo que a cada 0,2 ml ha^{-1}

adicionados no tratamento de semente, há um aumento de 3,5 vagens por planta de soja. Já a dose de 0,4 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente, nota-se que a inserção de primeira vagem começa a ficar mais alta, a partir da dose de 202,5 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio. Para as doses de 0,2 e 0,6 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente a inserção de primeira vagem aumenta até as respectivas doses de 255 e 180 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio (Figura 32b).

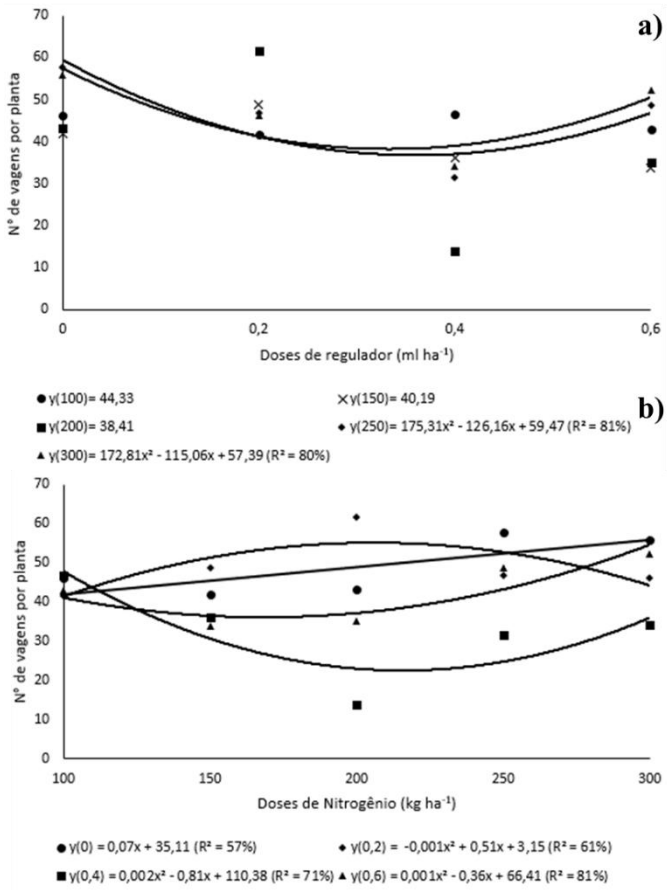


Figura 32: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Londrina-PR, para a variável número de vagens por planta de soja. Londrina-PR, 2020.

Para a variável número de sementes por planta as doses de 100, 200 e 250 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio não apresentaram ajuste para o efeito do uso do regulador vegetal. Já na dose de 300 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio houve aumento do número de sementes por planta de soja a partir da dose de 0,32 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*. Quanto a dose de 150 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio verificou-se que o número de sementes por planta diminui com o aumento na dose do regulador em uma taxa de 8,9 sementes a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados

no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* (Figura 33a).

Quando usado o regulador vegetal na dose de 0, 0,2 e 0,4 ml ha^{-1} no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* não houve ajuste que explique o comportamento do número de vagens por planta em resposta ao N aplicado em cobertura. Quanto a dose de 0,6 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente, nota-se que o número de vagens por planta aumenta a partir da dose de 157,5 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio (Figura 33b).

A variável número de sementes por planta se comportou de maneira semelhante as variáveis apresentadas acima, visto que em doses elevadas de N e regulador vegetal na forrageira, verificou-se com crescimento normal, elevado número de vagens que resultou no aumento do número de grãos por planta.

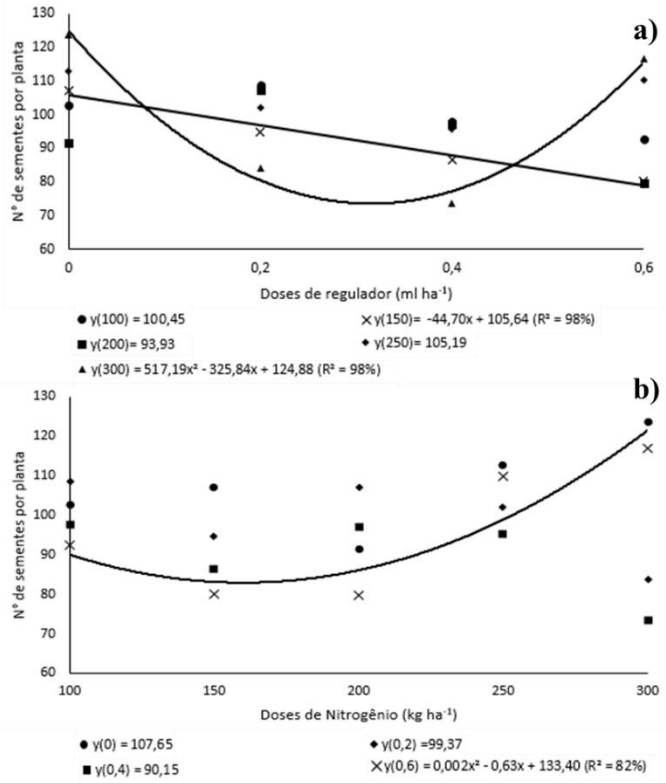


Figura 33: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Londrina-PR, para a variável número de sementes por plantas de soja. Londrina-PR, 2020.

Verificou-se que nas doses de 250 e 300 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio houve aumento da produtividade de grãos da soja a partir das doses de 0,37 e 0,21 ml ha^{-1} do regulador vegetal adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, respectivamente. Quanto as doses de 100, 150 e 200 kg de N ha^{-1} aplicadas

no consórcio verificou-se que a produtividade diminui com o aumento da dose do regulador em uma taxa de 508,8, 460,6, 351,8 kg ha^{-1} a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* (Figura 34a).

Quanto ao desdobramento das doses de regulador dentro das doses de nitrogênio, verificou-se que quando usado o regulador vegetal na dose de 0,4 ml ha^{-1} no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* não houve ajuste que explique o comportamento da produtividade em resposta ao N aplicado em cobertura no cultivo antecedente. Quanto a dose de 0 ml ha^{-1} no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, nota-se que há uma diminuição na produtividade conforme o aumento da dose do regulador aplicado, sendo que a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente, há uma redução de produtividade de 362,5 kg ha^{-1}. Já para a dose de 0,6 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente nota-se que a produtividade aumenta a partir da dose de 186,5 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio. O inverso ocorre para a dose de 0,2 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente com incrementos até a dose de 149,5 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio (Figura 34b).

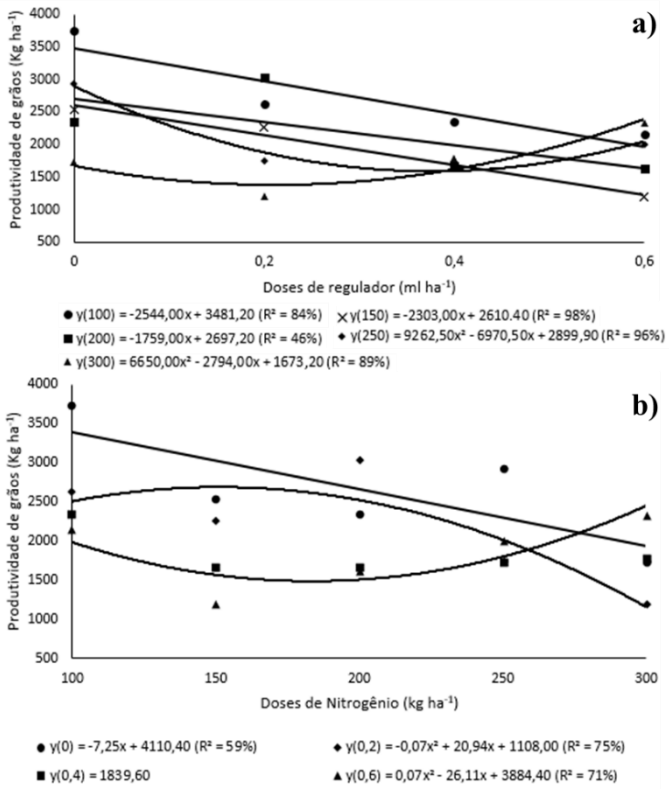


Figura 34: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Londrina-PR, para a variável produtividade de soja. Londrina-PR, 2020.

5.3.2 Toledo

Conforme a análise de variância foi constatado efeito isolado para o uso de regulador vegetal (R) para as variáveis altura de plantas (ALT) e produtividade de grãos (PROD). Para a interação entre o uso de regulador vegetal e doses de nitrogênio (R*DN) verificou-se significância para as variáveis massa seca de *Urochloa ruziziensis* coletada no momento de dessecação para a semeadura da soja (MSU), altura de inserção de primeira vagem (IPV), número de sementes por planta (NSP) e massa de mil grãos (MMG) (Tabela 5).

Tabela 5: Resumo da análise de variância para as características de massa seca de *Urochloa ruziziensis* coletada na dessecação para a semeadura da soja, bem como o crescimento e desempenho produtivo da soja cultivada em sucessão ao milho de segunda safra consorciado com *Urochloa ruziziensis* em resposta a doses de Trinexapac-Ethyl aplicado via tratamento de sementes na forrageira e doses de nitrogênio (DN) aplicadas em cobertura no consórcio com milho, em Toledo. Londrina-PR, 2020.

F.V.	G.L.	*Urochloa ruziziensis*	Soja						
		Q.M.							
		MSU	ALT	IPV	NVP	NSV	NSP	MMG	PROD
Bloco	3	1,89	24,04	379,08	1858,29	0,01	8415,63	23,71	245362,00
R	3	14,34**	183.18*	48.11ns	136.64ns	0.26ns	2917.09ns	42.87**	111090.97**
Resíduo 1	9	2,25	33,37	25,19	169,63	0,11	922,59	3,09	940,54
DN	4	0,40ns	72.11ns	193.94**	104.69ns	0.05ns	970.13ns	17.34**	209015.38ns
R* DN	12	4,58*	50.43ns	99.34**	161.13ns	0.19ns	1609.18*	14.12**	106415.37ns
Resíduo 2	48	2,33	31,52	35,95	83,53	0,13	774,76	3,09	150603,41
Média		8,97	106,29	18,28	61,16	2,18	132,81	11,42	2430,57
C.V.1(%)		16,73	5,43	27,46	21,29	15,2	22,87	15,38	1,26
C.V.2(%)		17,02	5,28	32,81	14,94	16,47	20,96	15,39	15,97

Notas: FV: Fonte de variação. R: Regulador Vegetal. DN: Doses de Nitrogênio. R*DN: Interação entre o uso de regulador vegetal e doses de nitrogênio. CV: Coeficiente de variação. MSU: Massa seca de *Urochloa ruziziensis* coletada no ponto de dessecação para a semeadura da soja. ALT: Altura de plantas. IPV: Altura de inserção de primeira vagem. NVP: Número de vagem por planta. NSV: Número de sementes por vagem. NSP: Número de sementes por planta. MMG: Massa de mil grãos. PROD: Produtividade. *: Significativo a 5%. **: Significativo a 1%.

Ao desdobrar as doses de nitrogênio nas diferentes doses do regulador vegetal Trinexapac-ethyl verificou-se que para variável massa seca coletada no momento de dessecação para a semeadura da cultura subsequente, as doses de 150 e 200 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio não apresentaram ajuste que explique o comportamento do efeito do uso do regulador vegetal. Já a dose de 100 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio, respondeu positivamente com aumento da massa seca até a dose de 0,26 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*. Quanto as doses de 250 e 300 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio, houve diminuição na massa seca de *Urochloa ruziziensis* conforme o aumento das doses do regulador vegetal, sendo que a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados do regulador vegetal, a massa seca diminuiu em aproximadamente 800 e 790 kg ha^{-1} de massa, respectivamente (Figura 35a).

Quanto ao desdobramento das doses de regulador dentro das doses de nitrogênio, verificou-se que quando usado o regulador vegetal nas doses de 0,4 ml ha^{-1} no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, houve diminuição da massa seca de *Urochloa ruziziensis* conforme o aumento da dose de nitrogênio aplicado em cobertura no consórcio. A cada 50 kg de N ha^{-1} adicionados no sistema há uma diminuição da massa de 1000 kg ha^{-1} de massa seca (Figura 35b).

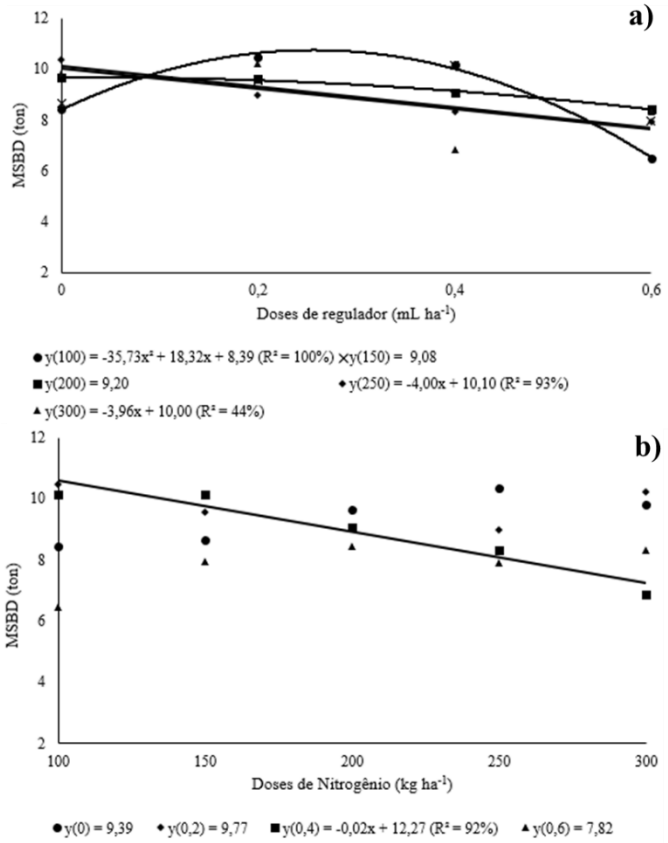


Figura 35: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Toledo-PR, para a variável massa seca de *Urochloa ruziziensis* coletada na dessecação. Londrina-PR, 2020.

A altura de plantas de soja diminui em uma taxa de 2 cm a cada 0,2 ml ha^{-1} ado regulador vegetal trinexapac-Ethyl aplicado no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* (Figura 36a).

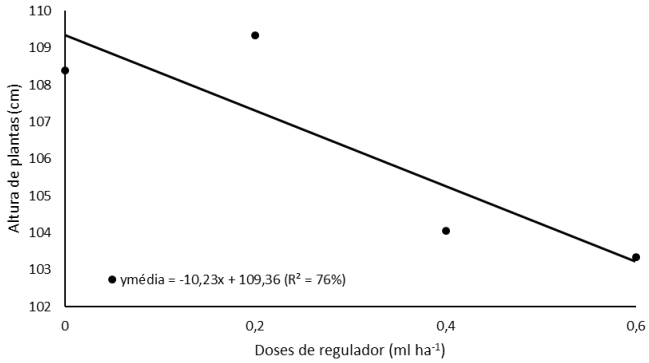


Figura 36: Efeito das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) usado no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* consorciada com milho em Toledo-PR, para a variável altura de plantas de soja. Londrina-PR, 2020.

Para a variável altura de inserção de primeira vagem, as doses de 100, 150, 200 e 300 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio não apresentaram ajuste para o efeito do uso do regulador vegetal. Quanto a dose de 250 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio verificou-se que a altura de inserção de primeira vagem diminui conforme aumenta a dose do regulador em uma taxa de 2,8 cm a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* (Figura 37a).

Quanto ao desdobramento das doses de regulador dentro das doses de nitrogênio, verificou-se que quando usado o regulador vegetal na dose de 0,2 e 0,6 ml ha^{-1} no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* não houve ajuste que explique o comportamento da altura de inserção da primeira vagem em resposta ao N aplicado em cobertura. Quanto a dose de 0,4 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente, nota-se que a altura de inserção de primeira vagem aumenta a partir da dose de 245 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio. Já na ausência da aplicação do regulador vegetal no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, nota-se o aumento da altura de inserção de vagens conforme o aumento da dose de nitrogênio aplicada em cobertura no consórcio em uma taxa de 3 cm a cada 50 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio (Figura 37b).

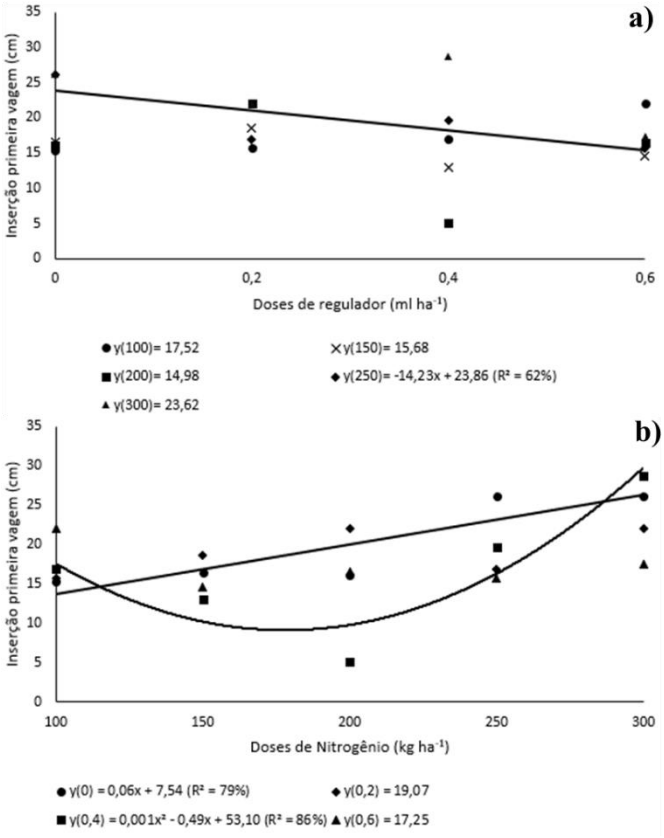


Figura 37: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Toledo-PR, para a variável altura de inserção de primeira vagem. Londrina-PR, 2020.

Para a variável número de sementes por planta de soja as doses de 100, 150, 200 e 300 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio não apresentaram ajuste para o efeito do uso do regulador vegetal. Quanto a dose de 250 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio verificou-se que a número de sementes por planta aumenta quando se acresce a dose do regulador em uma taxa de 17 sementes a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* (Figura 38a).

Quanto ao desdobramento das doses de regulador dentro das doses de nitrogênio, verificou-se que quando usado o regulador vegetal nas doses de 0,2 e 0,6 ml ha^{-1} no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* não houve ajuste que explique o comportamento das mesmas. Quanto a dose de 0,4 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente, o número de semente por planta aumenta até a dose de 157,5 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio. Já na ausência da aplicação do regulador vegetal no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*, ocorre diminuição no número de sementes por planta conforme o aumento da dose de nitrogênio aplicada em cobertura no consórcio, em uma taxa de 14 sementes a cada 50 kg de N ha^{-1} aplicadas (Figura 38b).

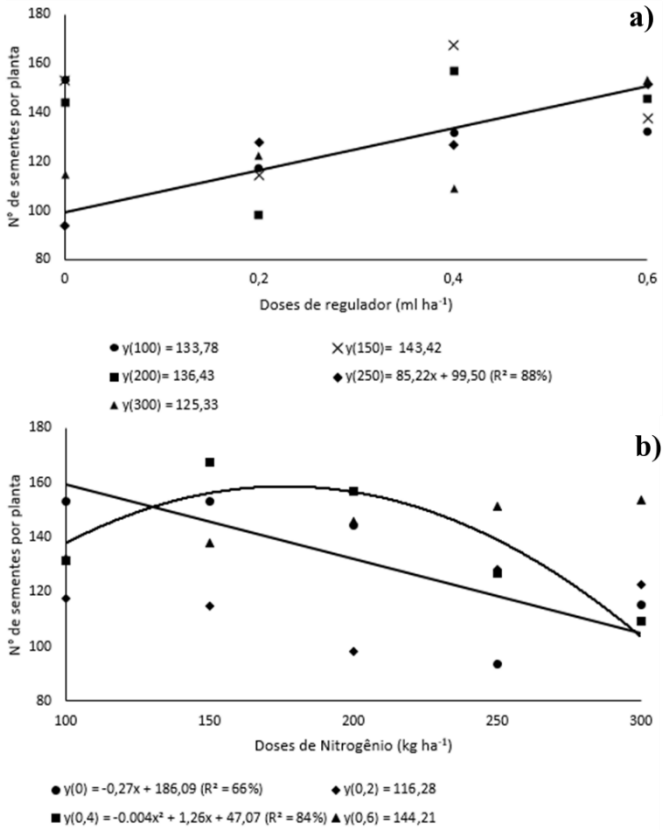


Figura 38: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Toledo-PR, para a variável número de sementes por plantas de soja. Londrina-PR, 2020.

Para a variável massa de 100 grãos na dose de 100 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio ocorre aumento da massa de cem grãos com o incremento na dose do regulador em uma taxa de 0,95 g a cada 0,2 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis*. Quanto as doses de 150, 200, 250 e 300 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio verificou-se ajuste quadrático com redução da massa até as doses de 0,3, 0,5, 0,4 e 0,4 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente, respectivamente (Figura 39a).

Quanto ao desdobramento das doses de regulador dentro das doses de nitrogênio, quando usado o regulador vegetal na dose de 0,4 ml ha^{-1} no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* verificou-se que não houve ajuste que explique o comportamento da massa de cem grãos em resposta as doses de n aplicadas em cobertura. Quanto a dose de 0,6 ml ha^{-1} adicionados no tratamento de semente, nota-se que a massa de cem grãos decresce até a dose de 233 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio, com aumento a partir dessa dose. Já na dose de 0,2 ml ha^{-1} no tratamento de semente de

Urochloa ruziziensis há diminuição na massa de cem grãos conforme o aumento da dose de nitrogênio aplicada em cobertura no consórcio em uma taxa de 0,5 g a cada 50 kg de N ha^{-1}. O oposto é verificado na ausência da aplicação do regulador vegetal no tratamento de semente, na taxa de 1 g a cada 50 kg de N ha^{-1} aplicadas no consórcio (Figura 39b).

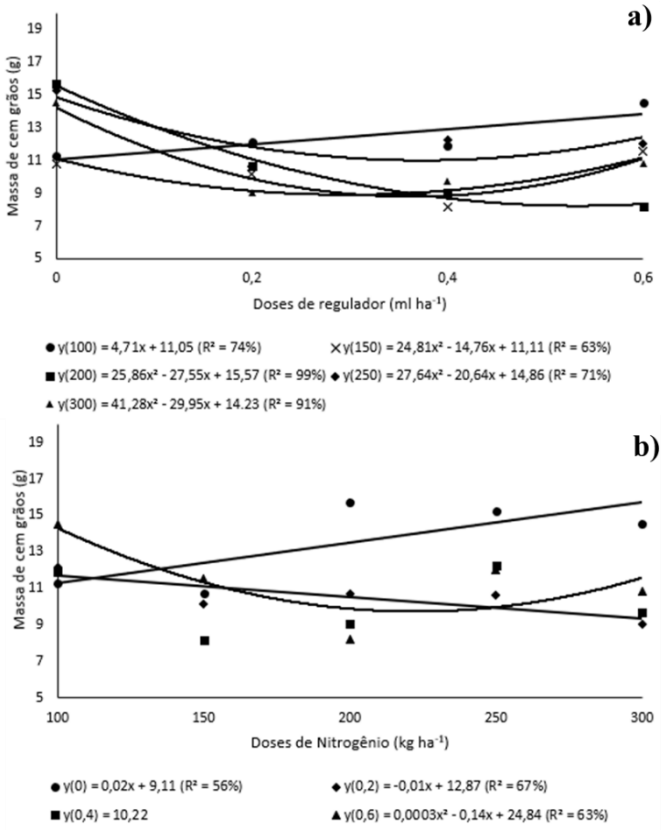


Figura 39: Desdobramento das doses de nitrogênio em função das doses de regulador Trinexapac-Ethyl (a) e desdobramento das doses do regulador Trinexapac-Ethyl em função das doses de nitrogênio (b) em Toledo-PR, para a variável massa de cem grãos de soja. Londrina-PR, 2020.

A produtividade de grãos de soja diminui em uma taxa de 43,5 kg ha^{-1} a cada 0,2 ml ha^{-1} de Trinexapac-Ethyl adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* (Figura 40a).

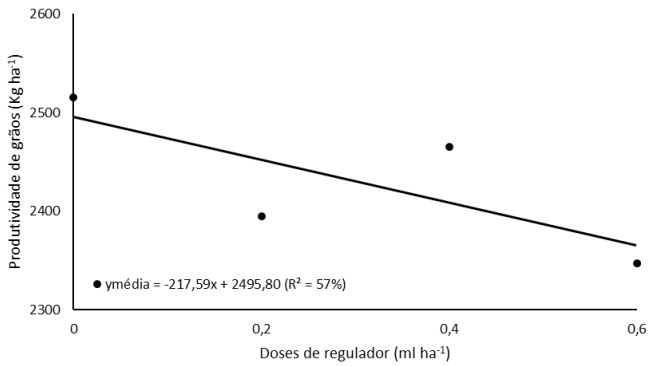


Figura 40: Efeito residual na soja das doses de regulador Trinexapac-Ethyl usado no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis* consorciada com milho em Toledo, para a variável para a variável produtividade de grãos. Londrina-PR, 2020.

5.4 DISCUSSÕES

O regulador vegetaltrinexapac-ethyl interfere no crescimento pela inibição da enzima 3β-hidroxilase, reduzindo o ácido giberélico ativo (GA1) e aumentando o seu precursor biossintético imediato GA20. O que garante a sua diminuição através da diminuição dos entrenós da planta (FIALHO, 2009; SILVA et al., 2013). Sendo assim, o uso de regulador de crescimento se mostrou uma ferramenta eficiente em diminuir o porte de plantas e consequentemente a produção de massa seca de cobertura durante o pousio (período entre a safra de inverno e verão), para ambos os múnicípios avaliados.

Cabe novos estudos afim de avaliar se essa diminuição na massa seca faz referencia a diminuição do porte de plantas ou está relacionado a possivel diminuição do estande de plantas estabelecidas da forrageira, pois o efeito do regulador vegetal não é permanente (HOPKINS, 2000). Visto que o esperado é que após a colheita do milho e concomitante a roçagem da forrageira, ela se reestabeleça sem os efeitos do regulador.

De acordo com Swain; Singh (2005), os reguladores de crescimento que interferem na inibição da síntese de giberelinas nas sementes e pode afetar negativamente sua germinação. Fato explicado por Taiz; Zeiger (2009) os quais relatam que o processo de germinação de várias espécies exige giberelinas para ativar o crescimento do embrião, o enfraquecimento da camada do endosperma que o envolve, restringindo o crescimento, e para mobilizar reservas energéticas dos endospermas. O emprego de giberelinas está relacionado a síntese de enzimas hidrolíticas que degradam reservas, como o amido e as proteínas, as quais são usadas no desenvolvimento do embrião e no alongamento da radícula.

Mesmo assim, a massa seca da forrageira obtida nos dois ambientesavaliados no momento da dessecação da soja ainda é superior a de outras culturas semeadas no inverno que antecedem a semeadura da soja, sendo ela de 4,5 ton ha^{-1} deixado pelo milho solteiro e de 6 ton ha^{-1} deixado pelo trigo (SEIDEL, et al., 2015).

Quanto os efeitos dessa diminuição de massa seca deixada pela forrageira no desempenho fitométrico da soja nota-se, tanto para Londrina quanto para Toledo, que há a diminuição do porte de plantas de soja conforme o aumento da dose do

regulador embebido na semente da forrageira, explicado pela diminuição da espessura da camada de cobertura vegetal deixado pela forrageira, caracterizando o estiolamento da planta de soja em busca da luz, corroborando com Franchini et al. (2014).

Em relação às doses de nitrogênio testadas, Franchini et al. (2015) avaliando dessecação de *Urochloa ruziziensis* associado a doses de nitrogênio no desempenho da soja, também verificaram que conforme há o aumento da dose de nitrogênio na gramínea, proporcionalmente há o alto do porte de plantas de soja. Os autores explicam que esse aumento do porte de plantas se dá pelo aumento da palhada deixado pela forrageira adubada com N, o que gera a competição da planta de soja em busca de luz causando o estiolamento da mesma.

O comportamento para a característica altura de inserção de primeira vagem foi o mesmo comparado ao porte plantas, para ambos os municíos avaliados, sendo que há um aumento da altura de inserção da primeira vagem conforme o aumento da dose de adubação de N e diminuição da dose de regulador na forrageira. Após a emergência das plantas, se houver sombreamento imposto pela palhada, as plantas tendem a alongar o hipocótilo e epicótilo, a fim de aumentar a capacidade de interceptação de luz (DEBIASI; FRANCHINI, 2012).

Quanto ao desempenho fitométrico, verificou-se em Londrina-PR que o incremento das doses de nitrogênio aplicadas em cobertura no milho segunda safra em consórcio com *Urochloa ruziziensis* aumentou o número de vagens da soja, corroborando com os dados levantados por Genovesi et al. (2019).

Já para a produtividade de grãos, verificou-se que nos dois ambientes de cultivo a mesma diminui conforme o aumento das doses de regulador e consequentemente a diminuição da massa seca da forrageira.

Genovesi et al. (2019) relatam que um dos motivos da palhada produzida pelas culturas na segunda safra aumentar a produtividade da soja cultivada em sucessão é o incremento no teor de matéria orgânica no solo com posterior liberação de nitrogênio e outros nutrientes, porém esse resultado está diretamente relacionado ao volume de palhada deixado no pousio.

O efeito a curto prazo por não ter resultado no ganho produtivo da cultura da soja, porém espera-se que o resultado seja outro em experimentos a longo prazo, pois como a fixação biológica de nitrogênio (FBN) supre até 94% do N total requerido pela cultura da soja, correspondendo à 300 kg ha^{-1} de N (HUNGRIA et al.,

2006), pelo menos 6% devem ser supridos pelo solo, principalmente, pela matéria orgânica, já que a adubação nitrogenada na soja não aumenta o desempenho produtivo e ainda pode prejudicar a eficiência da FBN (HUNGRIA et al., 2006; YOKOYAMA et al., 2018; ZUFFO et al., 2019).

Em experimento de maior prazo de condução, Krenchinski et al. (2018) estudaram o efeito de espécies de cobertura de inverno no desempenho agronômico de soja cultivada em sucessão, sob plantio direto durante três safras. Observaram que a produtividade da soja aumenta quando cultivada em sucessão às culturas de cobertura de inverno, principalmente após o segundo ano de adoção do sistema. Resultado também encontrado por Pacheco et al. (2017), que observaram efeito na produtividade da soja apenas no segundo ano devido ao efeito cumulativo do aporte de biomassa do cultivo de segunda safra no sistema de produção. Esses resultados indicam que cultivos consorciados em ciclos sucessivos podem ocasionar maior acúmulo de matéria orgânica e de nutrientes no solo, o que é obtido com o decorrer do tempo, resultando em melhores condições para as culturas em sucessão (COSTA et al., 2015).

5.4 Conclusões

O aumento da dose do regulador vegetal no tratamento de sementes de *Urochloa ruziziensis*, associado a elevedas doses de N, resultou em plantas de soja de menor porte, aumento na altura de inserção de primeira vagem, com diminuição da produtividade de grãos conforme o aumento da dose usada no tratamento de semente via embebição.

A dose de regulador que resulta no melhor desempenho fitométrico das plantas de soja é a de 0,3 ml ha^{-1} de Trinexapac-Ethyl adicionados no tratamento de semente de *Urochloa ruziziensis.*

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J. B, R.; MONTEIRO, F. A. Produção e nutrição do capim-marandu em função da adubação nitrogenada e estádios de desenvolvimento. **Bol. Ind. Anim**., Nova Odessa, v.56, n.2, p.137-146, 1999.

ACCIARES, H. A.; ZULUAGA, M. S. Effect of plant row spacing and herbicide use on weed aboveground biomass and corn grain yield. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, p. 287-293, 2006.

ADEBISI, M. A.; SALAU, A. W.; SOSANYA, O. S. Effects of growth regulations on growth and seed yield of maize (Zea mays) under tropical rain-fed condition. **Moor Journal of Agriculture Research**, v. 3, n. 1, p. 30-36, 2002.

ALBUQUERQUE, J. D. A.; SEDIYAMA, T.; ALVES, J. M. A.; SILVA, A. A. D.; UCHÔA, S. C. P. Cultivo de mandioca e feijão em sistemas consorciados realizado em Coimbra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 532-538, 2012.

ALBUQUERQUE, A. W. D.; SANTOS, J. R.; MOURA FILHO, G.; REIS, L. S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 7, p. 721-726, 2013.

ALLEN, V.G. Integrate dirrigated crop-livestock systems in dry climates. **Agronomy Journal,** Madison, v.99, n.2, p.346-360, 2007.

ALCÄNTARA, P.B.; PEDRO JUNIOR.; M.J.; DONZELLI, P.L. Zoneamento edafoclimático de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 2., Jaboticabal, 1993. **Anais**. Jaboticabal: FUNEP, 1993. P.1-16.

ALDRICH, S.R.; SCOTT, W.O.; LENG, E.R. **Modern corn production**. 2.ed. Champaign: A& L Publication, 1982. 371 p.

ALEXANDRINO, E. **Crescimento e características químicas e morfogênicas da Brachiaria brizantha cv. Marandu submetidas a cortes e doses de nitrogênio**. 2000. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

ALMEIDA, M.L. et al. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.23-29, 2000.

ALMEIDA, R. E. M.; FAVARIN, J. L.; OTTO, R.; PIEROZAN, C.; OLIVEIRA, S. M.; TEZOTTO, T.; COCCO LAGO, B. Effects of nitrogen fertilization on yield components in a corn-palisadegrass intercropping system. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 3, p. 352, 2017.

ALMEIDA, R. E. M. D.; FAVARIN, J. L.; OTTO, R.; FRANCO, H.; REIS, A. F. B.; MOREIRA, L. A.; TRIVELIN, P. Nitrogen recovery efficiency for corn intercropped with palisade grass. **Bragantia**, v. 77, n. 4, p. 557-566, 2018.

ALVARENGA, R.C. Cultura do milho na integração lavoura-pecuária. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n.233, p.106-126, 2006.

ALVAREZ, C. G. D.; PINHO, R. G.; BORGES, I. D.Evaluation of agronomic characteristics and production offorage and grains of corn in different densities of sowingand row spacing. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30,n. 3, p. 402-408, 2006.

ALVIM, M.J.; BOTREI, M. de A.; VERNEQUE, R da S.; SALVATI, J.A. Aplicação de Nitrogênio em acessos de Brachiaria. 1. Efeito sobre a produção de Matéria Seca. Pasturas **Tropicales**, v.12, n.2, p.2-6, 1990.

AMABILLE, R.F.MINELLA, E.; VALENTE, C. M. W.; SERRA, D. D. **Efeito do regulador de crescimento Trinexapac-etil em cevada cervejeira irrigada em áreas de cerrado do Distrito Federal**. Platina: Embrapa Cerrados, 14p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 120). 2004.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema de plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 241-248, 2002.

AMARAL FILHO, J. P. R. D.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **R. Bras. Ci. Solo,** v. 29, s/n, p. 467-473, 2005.

ANDRADE, F. H. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. **Field Crops Research**, v.41, p.1-12, 1995.

ANDRADE Jr.; A. S.; CARDOSO, M. J. Otimização da adubação nitrogenada em milho sob irrigação. In: XVIII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 2000 Uberlândia, **Anais**... Uberlândia, 2000

ARAUJO, A. V.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; FERREIRA, I. C. P. V.; COSTA, C. A.; PORTO, B. B. A. Desempenho agronômico de variedades crioulas e híbridos de milho cultivados em diferentes sistemas de manejo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 885-892, 2013.

ARF, O.; MEIRELLES, F. C.; PORTUGAL, J. R.; BUZETTI, S.; DE SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A. F. Benefícios do milho consorciado com gramínea e leguminosas e seus efeitos na produtividade em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 3, p. 431-444, 2018.

ARGENTA, G. SILVA, P. D., BORTOLINI, C. G., FORSTHOFER, E. L., MANJABOSCO, E. A., e BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.1, p.71-78, 2001a.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.6, p. 1075-1084, 2001b.

ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. da; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L. C.; STRIEDER, M.; FORSTHOFER, E. L.; SUHRE, E. Potencial de rendimento de grãos de milho em dois ambientes e cinco sistemas de produção. **Scientia Agrária**, Piracicaba, v. 4, n. 1-2, p. 27- 34, 2003.

ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; MACHADO, J. A. D.; DE OLIVEIRA, L.; SOUZA, Â. R. L. O potencial produtivo brasileiro: uma análise histórica da produção de milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 12, n. 2, p. 515-540, 2019.

BALBINOT JÚNIOR, A.A.; FLECK, N.G. Benefícios e limitações da redução do espaçamento entre linhas. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v.5, n.1, p.37-41, 2005a.

BALBINOT JÚNIOR, A. A.; FLECK, N. G. Manejo de plantas daninhas na cultura de milho em função do arranjo espacial de plantas e características dos genótipos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 245-252, 2005b.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; YOKOYAMA, A. H. Contribution of roots and shoots of Brachiaria species to soybean performance in succession. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 8, p. 592-598, 2017.

BARNI, N. A.; BERLATO, M. A.; BERGAMASCHI, H.; RIBOLDI, J. Rendimento máximo do girassol com base na radiação solar e temperatura: II. Produção de fitomassa e rendimento de grãos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 201-216, 1995.

BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 909 p. 2008.

BARBOSA NETO, J. F.; TERRA, T. F.; WIETHÖLTER, P.; BISPO, N. B.; MELO SERENO, M. J. C. Milho. *In*: BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 575-598. 2008.

BARRET, J.E. Mecanisms of action, in: Tips on the use of chemical growth regulators on floriculture crops. Ohio, **Ohio FloristsAssociation**, p. 12-18. 1992.

BARROS, J.C.; CALADO, J. G. **A cultura do milho**. 2014

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F.; BERGONCI, J. I.; MÜLLER, A. G.; FRANÇA, S.; SANTOS, A. O.; RADIN, B.; BIANCHI, C. A. M.; PEREIRA, P. G. Déficit hídrico e produtividade na cultura do milho. Brasília, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 243-249, 2006.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS, 81p. 2014.

BERNARDON, T. **Componentes da produtividade de grãos de milho (*Zea mays* L.) visando obter parâmetros para agricultura de precisão.** 2005. 95f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Geoinformação) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, 2005.

BODDEY, R.M.; RAO, I.M.; THOMAS, R.J. Nutrientcyclingandenvironmentalimpactof Brachiaria pastures. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. do (Ed). **Brachiaria: biology, agronomyandimprovement**. Cali: CIAT; Brasília: EMBRAPA – CNPGC, p. 72-86. 1996.

BONETTI, L. P. Distribuição da soja no mundo. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, I. C. **A soja no Brasil.** [S.l.]: Embrapa. p. 1-6. 1981.

BORÉM, A. e GALVÃO, J. C. C. E. P. (Ed.). **Milho do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, 158 p.50-76, 2015.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; MATEUS, G. P.; NASCENTE, A. S.; MARTINS, P. O. Intercropping time of corn and palisadegrass or guineagrass affecting grain yield and forage production. **Crop Science**, v. 53, n. 2, p. 629-636, 2013.

BOTREL, M.A.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. Avaliação de gramíneas forrageiras na região sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.4. p.683-689, 1999.

BRACHTVOGEL, E. L.; PEREIRA, F. D. S.; CRUZ, S. C. S.; BICUDO, S. J. Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.8, p.2334-2339, nov. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes.** Secretaria Nacional de Defesa Agropeculária. Brasília: Mapa/ACS, 399 p. 2009.

BULL, L. T. Nutrição mineral do milho. In: BULL, L. T.; CANTARELLA, H. (Ed.). Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade. Informações Agronômicas. Piracicaba: **Potafos.** p.63-145. 1993,

BULLOCK, D. G.; NIELSEN, R. L.; NYQUIST, W. E. A growth analysis comparison of corn grown in convention alandequidistant plant spacing. **Crop Science**, Madison, v. 28, n. 2, p. 254-258, 1988.

BUNNELL, B.T.; MCCARTY, L.B. Sunlight requirements for ultrad warf Bermuda grass greens. **Golf Course Management**, v. 72, n. 8, p. 92-96, 2004.

BUSATO, C.; BUSATO, C. C. M.; SANTO, I. F. E. S. Crescimento inicial da cultura do milho em cultivo consorciado. **Enciclopédia Biosfera: Centro Cientifico Conhecer**, v. 7, p. 307-316, 2011.

CABEZAS, W. Sulfato de Amônio. SN-**Centro de pesquisa e promoção do sulfato de amônio**. Piracicaba, SP, 2010.

CALONEGO, J. C.; POLETO, L. C.; DOMINGUES, F. N. e TIRITAN, C. S. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Agrarian**, Dourados,v. 4, n. 12, p. 84-90, 2011.

CÂMARA, G. M. S. Preparo do solo e plantio. *In*: SILVA, A. F.; SEDIYAMA, T.; BOREM, A. **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, p. 66-109. 2015.

CAMPOS, M. F. **Efeitos de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas de soja (*Glycinemax* (L.) Merril)**. 2005. 126p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu. 2005.

CAMPOS, A.X. **Fertilização com sulfato de amônio em pré-semeadura e cobertura na cultura de milho em um solo do cerrado de Brasília sob pastagem de *B. decumbens***. 2004. 119f. Tese (Doutorado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura-CENA/USP, Piracicaba, 2004.

CANTARELLA, H. & DUARTE, A.P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. Cantarella, H.; Marcelino, R. Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho. In: Fancelli, A. L. (ed). **Milho - Nutrição e adubação**. Piracicaba: FEALQ, p. 36-55. 2008.

CAPOBIANCO, R.; MELLO, K.V.V.S.; MATEUS, G.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; BORGHI, E. Produção do milho em consórcio com a B. brizantha em função da adubação nitrogenada: II. Produtividade de grãos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26., 2004, Lages, SC. Resumos... Lages: FERTBIO-SBCS, 2004.

CASA, R. T.; MOREIRA, E. N.; BOGO, A.; SANGOI, L. Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. **SummaPhytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 4, p. 353-357, 2007.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. **Ecofisiologia de cultivos anuais: trigo, milho, soja, arroz e mandioca**. São Paulo: Nobel, 126p. 1999.

CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical.** Guaíba: Libraria e Editora Agropecuária, 588p. 2001.

CECATO, U. et al. Influência da adubação nitrogenada e fosfatada na produção, na rebrota e no perfilhamento do capim-marandú (Brachiaria brizantha [Hochst] stapf. Cv. Marandu). **Acta Scientiarum**, Maringá, v.22, n.3, p.817-822, 2000.

CECCON, G. Milho safrinha com solo protegido e retorno econômico em Mato Grosso do Sul. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, ano 17, n. 97, p. 17-20; jan./fev. 2007.

CECCON, G. Milho Safrinha com *Urochloa ruziziensis* em Consórcio. **Comunicativo técnico**. 140. ISSN 1679-0472. Dourados, MS, 2008.

CECCON, G. Desafios no consórcio milho safrinha e *Urochloa ruziziensis*. 2010. **Artigoem Hypertexto**. Disponívelem:

<http://www.infobibos.com/Artigos/2010_1/consorcio/index.htm>. Acesso em: 17/2/2018 DUARTE, A., P; MARIA, I., C. Milho + Brachiaria: investimento mínimo, máximo retorno. **A lavoura**. № 697/2013. Campinas, SP, 2013.

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema plantio direto. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Manejo integrado fitossanidade:** cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Viçosa: UFV, p. 583-624. 2001.

COELHO, A. M. O potássio na cultura do milho. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. (Ed.). **Simpósio sobre potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 2005. p. 610-658.

COELHO, A. M. Manejo da adubaçãonitrogenada na cultura do milho. **JornalEletrônico da EmbrapaMilho e Sorgo**. SeteLagoas, MG, 2010.

CONAB. COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, 12º levantamento, set/2013** – Brasília: Conab, 2013. Acesso em 10/jun/2018. Disponível em: https://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_09_10_10_50_55_boletim_

CONAB. COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos 2017/2018: nono levantamento, julho de 2018.** Brasília, 85p. 2018.

CONAB. Perspectiva para a agropecuária. **Perspec. agropec**., Brasília, v.6, p. 1-112, ago. 2018.

CORRÊA, L. de A.; SANTOS, P. M. **Criação de bovinos de corte na região sudeste: produção de carne em pastagens**. Disponível em http://www.clubedofazendeiro.com.br/cietec:. Acesso 11 Jul.2018.

COSTA, M. N. X et al. Influência de épocas e doses de adubação nitrogenada na produção estacional do capim Brachiaria humidicola. **Bol. Ind. Anim**., Nova Odessa, v.58, n.2, p. 153-167, 2001.

COSTA, N. P. da et al. Efeito da época de semeadura sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja no Estado do Moto Grosso. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 107-112, 1995.

COSTA, K. A. P; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I. P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.,** v.62, n.1, p.192-199. Rio Verde, GO. 2010.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; AQUINO GAMEIRO, R.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, 2012.

CRUZ, J. C.; PEREIRA, F. T. F.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C. D.; MAGALHÃES, P. C. Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 60-73, 2010.

CRUZ, J. C.; GARCIA, J. C.; PEREIRA FILHO, J. A.; PINTO, L. B. B.; QUEIROZ, L. R. **Caracterização dos sistemas de produção de milho para altas produtividades**. SeteLagoas, MG. 15p. 2009.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; QUEIROZ, L. R. **Milho - Cultivares para 2013/2014**. SeteLagoas, 2016. Disponívelem: < http://www.cnpms.embrapa.br/milho/cultivares/ >. Acesso em: 03 de fevereiro de 2019.

DALL'AGNOL, A.; E HIRAKURI, M. H. **Realidade e perspectivas do Brasil na produção de alimentos e agroenergia, com ênfase na soja**. Disponível em: < http://www.redeagroenergia.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 12 ago. 2019.

DAVIES, P.J. The plant hormones: their nature, occourrence, and functions. In: ------. **Plant hormones and their role in plant growth and development**. Nethrlands: Kluwer Academic, p. 1-23. 1987.

DAVIES, P.J. Introduction: The plant hormones: Their nature, accurrence, and Functions. In: ------. **Plant Hormones: Biosynthesis, Signal Transduction, Action!** 3.ed. Dordrecht: Springer, p. 1-6. 2007.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; CONTE, O. Diversificação de espécies vegetais como fundamento para a sustentabilidade da cultura da soja. **Documentos, 366.** Londrina: Embrapa Soja, 60 p. 2015.

DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O. e CAZETTA, D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008.

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

DOURADO NETO, D.; DARIO, G. J. A.; JÚNIOR, P. A. V.; MANFRON, P. A., MARTIN, T. N., BONNECARRÉRE, R. A. G.; CRESPO, P. E. N. Aplicação e influência do fitorregulador no crescimento das plantas de milho. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2004.

DOURADO NETO, D. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **RevistaBrasileira de Milho e Sorgo,** SeteLagoas,v. 2, n. 03, 2010.

DURIEX, R.P.; KAMPRATH, E.J. & MOOL, R.H. Yield contribution of apical and subapical ears in prolific and nonprolific corn. **Agron. J.,** 85:606-610, 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMPRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja: Região central do Brasil** 2007. Londrina: EMBRAPA. 225p. Sistema de Producao, 11. 2006a.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Leite. **Algumas considerações sobre gramíneas e leguminosas forrageiras**. Coronel Pacheco: EMBRAPA, 2008. 59p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil 2012 e 2013. Londrina: Embrapa Soja, 2011b. 261p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed.Brasilia, DF, 2013. 353p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisas de Milho e Sorgo. Sistemas de produção No . 1: cultivo do milho. Sete Lagoas: EMBRAPA. 9ª ed. 2015 Acesso em 26/jun/2018. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicoId=8658

EMYGDIO, B. M.; TEIXEIRA, M. C. C. **Densidade de plantas e espaçamento entre linhas para o híbrido de milho BRS 1015**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 8p. (Circular Técnica, 72).

EUCLIDES, V.P.B. et al. Brazilianscientificprogress in pastureresearchduringthefirstdecadeof XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, supl. Especial, p.151- 168, 2010.

ERNANI, P. R. **Disponibilidade de nitrogênio e adubação nitrogenada para a macieira**. Lages: Graphel, 76p. 2003.

ESPINDULA, M.; ROCHA, V. S.; GROSSI, J. A. S.; SOUZA, M. A.; SOUZA, L. T.; FAVARATO, L. F. Use of growth retardants in wheat. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 379-387, 2009.

FAGHERAZZI, M. M. **Respostas morfo-agronômicas do milho à aplicação de Trinexapacethyl em diferentes estádios fenológicos e doses de nitrogênio**. Lages, SC 2015. Disponível em: <http://www.tede.udesc.br/bitstream/tede/1402/1/PGPV15MA175.pdf >, Acesso em: 22 Abril de 2018.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 360 p. 2000.

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

FANCELLI, A. L. **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes**. Piracicaba: IPNI Brasil, 16p. 2010.

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Maize in human nutrition**. 1992, 3p. Disponível em: http://www.fao.org/docrep/t0395e/T0395E01.htm. Acesso em: 07 de julho de 2014.

FEITOSA, F. M.; JÚNIOR, I. O. A.; DAVID, A. M. S. S.; RODRIGUES, B. R. A.; DAMASCENA, N. S.; ARAÚJO, E. D. AMARO, H. T. R. Efeito dos reguladores giberelina e citocinina na quebra de dormência de sementes de capim-andropogon. **Rev. de Ciências Agrárias** vol.38 no.1 Lisboa mar. 2015

FERNANDES, A. C. **População de plantas e regulador de crescimento afetando a produtividade de cultivares de trigo**. 2009. 100p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa - PR, 2009.

FERNANDES, M. S.; FINCO, M. V. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária e políticas de mudanças climáticas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, n. 2, p. 182-190, 2014.

FERRAGINE, M. D. C; MONTEIRO, F. A. Combinação de doses de nitrogênio e potássio na nutrição mineral de capim *Urochloa ruziziensis*. **Bol. Ind. Anim**., Nova Odessa, v.56, n.1, p.25-33, 1999.

FERREIRA, A. C. B. **Efeitos da adubação com N, Mo e Zn sobre a produção, qualidade dos grãos e concentração de nutrientes no milho**. 1997. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

FERREIRA, L. A.; OLIVEIRA, J. A.; VON PINHO, E. V. R.; QUEIROZ, D. D. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 80-89, 2007.

FERREIRA, C.; ZAGONEL, J.; SENGER, M.; DE SOUZA, A. C. Dessecação em pré-semeadura e modos de aplicação de herbicidas em pós-emergência combinados ou não a regulador de crescimento em híbridos de milho. **Revista Eixo,** Brasília, v. 3, n. 1, 2014.

FERRARI, S.; JÚNIOR, E. F.; FERRARI, J. V.; SANTOS, M. L.; DOS SANTOS, D. M. A. Desenvolvimento e produtividade do algodoeiro em função de espaçamentos e aplicação de regulador de crescimento. **Acta ScientiarumAgronomy**, Maringá, v. 30, n. 3, p. 365-371, 2008.

FERRARI, J. V.; FURLANI JÚNIOR, E.; FERRARI, S.; LUQUES, A. P.; DOS SANTOS, D. M.; BENKE, F. Growth and cotton yield over row spacing and growth regulator. **RevistaBrasileira de CiênciasAgrárias**. Recife, v. 9, n. 3, p. 359-364, 2014.

FIALHO, C. M. T.; FERREIRA, E. A.; MEIRA, R. A. S.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A.; FREITAS, F. C. L.; GALON, L.; CONCENÇO, G.; SILVA, A. F.; TIRONI, S. P.; ROCHA, P. R. R. Caracteres morfoanatômicos de Brachiaria brizantha submetida à aplicação de trinexapac-ethyl. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 27, n. 3, p. 533-539, 2009.

FLÉNET, F.; KINIRY, J. R.; BOARD, J. E.; WESTGATE, M. E.; REICOSKY, D. C. Rowspacingeffectson light extinctioncoefficientsofcorn, sorghum, soybean, andsunflower. **AgronomyJournal**, Madison, v. 88, n. 2, p. 185-190, 1996.

FLESCH, R. D.; VIEIRA, L. C. Espaçamentos e densidades de milho com diferentes ciclos no oeste de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 25-31, 2004.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo do que está por trás do que se vê**. 1.ed. Autor. Passo Fundo, 2004. 528p.

FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C.; CATUCHI, T. A.; BELLEGGIA, N. A.; TIRITAN, C. S.; BARBOSA, A. D. M..Cultivares de milho em diferentes populações de plantas com espaçamento reduzido na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo,** Sete Lagoas,v. 13, n. 3, p. 312-325, 2015.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 1992. 273 p.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007, 574 p.

FORSTHOFER, E. L.; SILVA, P. R. F.; STRIEDER, M. L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E. e SILVA, A. A. Desempenho agronômico e econômico do milho em diferentes sistemas de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 399-407, 2006.

FRANÇA, G. E.; COELHO, A. M.; RESENDE, M.; BAHIA FILHO, A. F. C. Parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho irrigado. In: **CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO**. Relatório anual: 1992-1993. Sete Lagoas: EMBRAPA, p. 28-30. 1994.

FRANCIS, C.A.; RUTGER, J.N. & PALMER, A.F.E. A rapidmethod for plantleafareaestimation in maize (Zea mays L.). **Crop Science**, 9:537-539,1969.

FRANCHINI, J.C.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Soybean performance as affected by desiccation time of *Urochloa ruziziensis* and grazing pressures. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, p.999‑1005, 2014.

FRANZLUEBBERS, A.J.; SAWCHIK, J.; TABOADA, M.A. Agronomicandenvironmentalimpactsofpasture–croprotationsintemperate North and South AmericaAgriculture,**EcosystemsandEnvironment**, v. 190, p.18-26, June 2014b.

FREITAS, F.C.L.; FERREIRA, L.R.; SILVA, A.A.; BARBOSA, J.G.; MIRANDA, G.V. Efeitos do trinexapac-ethyl sobre o crescimento e florescimento da Grama-batatais. **Planta Daninha**, Viçosa, v.20, n.3, p.477-486, 2002.

FREITAS, F. C. L. et al. Formação de pastagem via consórcio de Brachiaria brizantha com o milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 49-58, 2005.

FREITAS, R. J.; NASCENTE, A. S.; SANTOS, F. L. S. População de plantas de milho consorciado com *Urochloa ruziziensis*. **Pesq. Agropec. Trop**., Goiânia, v. 43, n. 1, p. 79-87. 2013

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; TROGELLO, E. e FRITSCHE-NETO, R. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa,v. 61, p. 819-828, 2014.

GARCIA, R. R. Efeito de reguladores vegetais no desenvolvimento de plantas de alfafa (*Medicago sativa* L.) cv. CRIOULA. Marília - SP: UNIMAR, 2006. 41p. (Monografia).

GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; LOPES, K. S. M.; BUZETTI, S. Decomposição da palhada de forrageiras em função da adubação nitrogenada após o consórcio com milho e produtividade da soja em sucessão. **Bragantia**, v. 73, n. 2, p. 143-152, 2014.

GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; SILVA, R. R. e FONSECA, I. C. D. B. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 7, p. 700-707, 2014.

GENOVESI, G.; RASERA, G. P.; MORESKI, H. M.; FELIPE, D. F.; DA COSTA, A. R.; ANDREOLA, R.; MANNIGEL, A. R; GONÇALVES-ZULIANI, A. M. O.; BIDO, G. S.; MANNIGEL, A. R. Parameters of Soybean Cultivated in Succession with Intercropping System of Out-of-Season Corn with Green Manure. **Journal of Agricultural Studies,** Las Vegas, v. 7, n. 4, p. 272-281, 2019.

GONÇALVES, M. L. **Desempenho agronômico de híbridos de milho em função de espaçamentos e densidades populacionais em três locais.** 2008. 68p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Candido Rondon-PR, 2008.

GRUPO FACHOLI. **Catálogo de sementes de *Urochloa ruziziensis***. 2016.Disponível em: <http://www.grupofacholi.com.br/produto/ruzizienses/> Acesso em: 21 junho de 2018.

GUIMARÃES, F.S. **Doses e época de aplicação de regulador de crescimento na cultura do milho.** XXI Congresso de Iniciação Científica da UNESP. São José do Rio Preto-SP. 2009. Disponível em: < http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_02000476120.pdf> Acesso em: 13 junho de 2018.

GUTIERREZ, M. A. **Microclima e características agronômicas em diferentes espaçamentos e populações na cultura do milho.** 2010. 76p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal-SP, 2010.

HAWERROTH, M. C.; SILVA, J. A. G. DA; SOUZA, C. A.; OLIVEIRA, A. C. DE; LUCHE. H. DE S.; ZIMMER, C. M.; HAWERROTH, F. J.; SCHIAVO, J.; SPONCHIADO, J. C. Redução do acamamento em aveia-branca com uso do regulador

de crescimento etil-trinexapac. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** v.50, n.2, p.115-125, 2015.

HECKMAN, N. L.; ELTHON, T. E.; HORST, G. L. e GAUSSOIN, R. E. Influence of trinexapac-ethyl on respiration of isolated wheat mitochondria. **Crop Science**, Madison, v. 42, n. 2, p. 423-427, 2002.

HERTWIG, K.V. **Manual de herbicidas desfolhantes, dessecantes e fitorreguladores**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 480p. 1992.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro.** Londrina: Embrapa Soja, 70 p. (Documentos, 349). 2014.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja:** componente essencial para a competividade do produto brasileiro. Londrina: Embrapa Soja, 80p. (Documentos, 283). 2007.

JAKELAITIS, A. et al. Manejo de plantasdaninhas noconsórcio de milho com capim-*Urochloa ruziziensis* (Brachiariadecumbens). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 553-560, 2004.

JAKELAITIS, A.; DA SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com Brachiaria brizantha. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 39-46, 2005.

JAKELAITIS, A.; DANIEL, T. A. D.; ALXANDRINO E.; SIMÕES, L. P.; SOUZA, K. V.; LUDTKE, J. Cultivares de milho e de gramíneasforrageiras sob monocultivo e consorciação**. Pesq. Agropec. Trop**., Goiânia, v. 40, n. 4, p. 380-387, out./dez. 2010.

JOHNSON, G.A.; HOVERSTAD, T.R.; GREENWALD, R.E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides, and cultivation. **AgronomyJournal**, Madison, v. 90, n. 1, p. 40-46, 1998.

JUSTINA, L. A. D.; MEGLHIORATTI, F. A.; CALDEIRA, A. M. A. A. (Re)construção de conceitos biológicos na formação inicial de professores e proposição de um modelo explicativo para a relação genótipo e fenótipo. **Revista Ensaio**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 65-84, 2012.

KANEKO, F. H.; ARF, O.; GITTI, D. C.; ARF, M. V.; CHIODEROLI, C. A.; KAPPES, C. Manejo do solo e do nitrogênio em milho cultivado em espaçamento reduzido e tradicional. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 677-686, 2010.

KAPPES, C. **Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas.** 2010. 125 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2010.

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. D. C.; ARF, O., OLIVEIRA, Â. C. D., ARF, M. V. e FERREIRA, J. P. Arranjo de plantas par diferentes híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p.348-359, 2011.

KAPPES, C.; ARF, O.; ANDRADE, J. A. C. Produtividade do milho em condições de diferentes manejos do solo e de doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Goiânia, v.37, n.5, p.1310-1321, out. 2013.

KAPPES, C.; ARF, O.; DAL BEM, E. A.; PORTUGAL, J. R. e GONZAGA, A. R. Manejo do nitrogênio em cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo,** Sete Lagoas,v. 13, n. 2, p. 201-217, 2014.

KAPPES, C.; ZANCANARO, L. Sistemas de consórcios de braquiária e de crotalárias com a cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, n. 2, p. 219-234, 2015.

KARLEN, D. L.; CAMP, C. R. Rowspacing, plantpopulation, andwater management effectsoncorn in theAtlanticcoastalplain. **Agronomy Journal**, Madison, v. 77, n. 3, p. 393-398, 1985.

KASELE, I. N.; NYIRENDA, F.; SHANAHAN, J. F.; NIELSEN, D. C. e D'ANDRIA, R. Ethephon alters corn growth, water use, and grain yield under drought stress. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, n. 2, p. 283-288, 1994.

KASPARY, T.E., LAMEGO, F.P., BELLÉ, C., KULCZYNSKI, S.M. e PITTOL, D. Regulador de crescimento na produtividade e qualidade de sementes de aveia-branca. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 33, n. 4, p. 739-750, 2015.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**, Guanabara Koogan. Rio de Janeiro: 2004, 453p.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B.; MACEDO, F. C. L. Uso da cultura do milho para recuperação de pastagens degradadas de Brachiaria decumbens. In: **REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 35., 1998, Botucatu. Anais… Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p. 40-42.

KLUTHCOUSKI, J. et al. Sistema Santa Fé – Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28p. **(Circular Técnica, 38).**

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa-CNPAF, 2003. p. 129-141.

LANA, M. D. C.; JÚNIOR, P. P. W.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; AVILA, M. R. e ALBRECHT, L. P. Arranjo espacial e adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá,v. 31, p. 433-438, 2009.

LANA, M. D. C.; RAMPIM, L.; OHLAND, T.; FÁVERO, F. Spacing, population density and nitrogen fertilization in corn grown in an Oxisoil. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 3, p. 424-433, 2014.

LANGE, A.; CAIONE, G.; SCHONINGER, E. L.; SILVA, R. G. Produtividade de milho safrinha em consórcio com capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 1, p. 35-47, 2014.

LARA CABEZAS, W.A.R.; ALVES. B.J.R.; URQUIAGA, S.; SANTANA, D.G. de. Influência da cultura antecessora e da adubação nitrogenada na produtividade de milho em sistema plantio direto e solo preparado. **Ciência Rural**, v.34, p.1005-1013, 2004.

LEMOS, L. B.; NAKAGAWA, J.; CRUSCIOL, C. A. C.; JÚNIOR, C.; SILVA, T. R. B. D. Influência da época de semeadura e do manejo da parte aérea de milheto sobre a soja em sucessão em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 405-415, 2003.

LIU, K. **Soybeans: chemistry, technology and utilization.** New York: Chapman & Hall, 1999. 532p.

LOESCH, L. Sementes e mudas. **Jornal dia de campo**. p.01. 2018.

MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrado: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: pesquisas para o desenvolvimento sustentável, Brasília. 1995. **Anais.** Brasília: SBZ, p. 28-62. 1995.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n. 1, p.133-146, 2009.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia,** Viçosa, v.38, supl. Especial, p.133-146, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38nspe/v38nspea15.pdf>. Acesso em: 29 de junho de 2018.

MADDONNI, G. A.; MARTINEZ-BERCOVICH, J. Row spacing, landscape position, and maize grain yield. **InternationalJournalofAgronomy**, v. 14, p.12, 2014.

MAGALHÃES, P.C.; PAIVA, E. Fisiologia da produção de milho. In: CRUZ, J.C. et al. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. 2.ed. Brasília, DF: Embrapa Milho e Sorgo, Embrapa-SPI. 1997. p. 85-92.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da produção do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10p. (Circular Técnica, 76).

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Balança Comercial do Agronegócio – Maio/2019**. Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/saldo-da-balanca-do-agronegocio-em-maio-soma-us-8-6-bilhoes>. Acesso em: set. 2019.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; DUARTE, J. B.; GUIMARÃES, C. M. e GOMES, J. A. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 93-101, 2005.

MARCHÃO, R. L., BRASIL, E., XIMENES, P. A. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado: **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 170-181, 2006.

MARCHI, S.R., MARTINS, D., COSTA N. V., Effectofplantregulatorsongrowthandfloweringof ´Meyer´ zoysiagrass. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 695-703, 2013.

MARCHNER, H. Mineral nutritionofhigherplants. 2. ed. London: **Academic Press**, 1995.

MARIN, F. R.; PANDORFI, H.; SENTELHAS, P. C.; CAMARGO, M. B. P. e HERNANDEZ, F. B. T. Perda de produtividade potencial da cultura do sorgo no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, p. 157-162, 2006.

MARTINHÃO, D. ***Urochloa ruziziensis* muitoalém da alimentação animal.** Santo Antonio de Goiás: Embrapa-CNPAF, 2018. p. 01.

MATEUS, G.P. et al. Fontes e períodos de contato de fertilizantes e germinação de sementes de Brachiaria brizantha. **R. Bras. Ci. Solo,**Viçosa, v.31, n.1, p.177-183, 2007.

MDIC - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. **Estatísticas de comercio exterior - Séries Históricas – Grupos de produtos: exportação.** Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/estatisticas-de-comercio-exterior/series-historicas>. Acesso em: set. 2019.

MAO, L.; ZHANG, L.; LI, W.; VAN DER WERF, W.; SUN, J.; SPIERTZ, H.; LI, L. Yield advantage and water saving in maize/pea intercrop. **Field Crops Research**, v. 138, p. 11-20, 2012.

MECHI, I. A.; SANTOS, A. L. F.; RIBEIRO, L. M.; CECCON, G. Infestação de plantas daninhas de difícil controle em função de anos de consórcio milho-braquiária. **Journal Of Neotropical Agriculture**, v. 5, n. 3, p. 49-54, 2018.

MELO, F. D. B.; CORA, J. E.; CARDOSO, M. J. Nitrogen fertilization, plant density and maize yield cropped under no-tillage system. **Revista Ciência agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 27-31, 2011.

MENDES, I. ***Urochloa ruziziensis* muito além da alimentação animal.** Santo Antonio de Goiás: Embrapa-CNPAF, p. 01. 2018.

MISSÃO, R. M. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado**. Maringá management**, Maringá, v. 3, n. 1, p. 7-15, jun. 2006.

MIYASAKA, S. Generalidades. In:_____. **A soja no Brasil central.** [S. l.]: Fundação Cargill. p. 3-19. 1986

MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; TROGELLO, E. e SGARBOSSA, M. Desempenho de híbridos de milho na Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Revista Ciência Agronômica**,Fortaleza,v. 41, n. 3, p. 435-441, 2010.

MODOLO, A. J.; MIOTTO JUNIOR, E.; STORCK, L.; VARGAS, T. d. O.; DALLACORT, R.; BAESSO, M. M.; BRANDELERO, E. M. Development and yield of maize (Zea mays) under plant densities using single and twin-row spacing. **African Journal of Agricultural Research**, Kenya, v. 10, n. 11, p. 1344-1350, 2015.

MONTEIRO, J. E. B. A. **Agrometeorologia dos cultivos: O fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília - DF: 2009.

MORO, J. R.; CASTRO, P. R. C. Ação de reguladores vegetais na morfologia e produtividade do milho (*Zea mays L.*). **Revista de Agricultura**, v. 59, n. 3, p. 301-311, 1984.

MÜLLER, L. Taxonomia e morfologia. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J. C. **A soja no Brasil.** [S.l.]: Embrapa. p. 65-72. 1981.

MUNDSTOCK, C. M. **Densidade de semeadura no milho para o Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS/ASCAR, 1977. 35p.

MUNDSTOCK, C.M.; SILVA, P.R.F. **Manejo da cultura do milho para altos rendimentos de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2005. 51p.

MURPHY, S. D.; YAKUBU, Y.; WEISE, S. F.; SWANTON, C. J. Effectofplantingpatternsonintrarowcultivationandcompetitionbetweencornand late emergingweeds. **Weed Science**, Champaign, v. 44, n. 6, p. 856-870, 1996.

MUTHUKUMAR, B.; AROCKIASAMY, D. I.; JOHN BRITTO, S. In vitro propagationof*Daturametel*L. fromhypocotylexplants. **JournalPlantTissueCulture,** v.10, n.1, p. 39-44, 2000.

NASCIMENTO, V.; ARF, O.; SILVA, M. G.; BINOTTI, F. F. D. S.; RODRIGUES, R. A. F. e ALVAREZ, R. D. C. F. Uso do regulador de crescimento etil-trinexapac em arroz de terras altas. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 921-929, 2009.

NASCIMENTO, F. M.; BICUDO, S. J.; RODRIGUES, J. G. L.; FURTADO, M. B.; CAMPOS, S. Produtividade de genótipos de milho em resposta à época de semeadura. **Revista Ceres**,Viçosa, v. 58, s/n, p. 193-201, 2011.

OHLAND, R. A. A., SOUZA, L. C. F., HERNANI, L. C., MARCHETTI, M. E., GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**. 29(3): 538-544, 2005.

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

OTTMAN, M. J.; WELCH, L. F. Planting patterns and radiation interception, plant nutrient concentration, and yield in corn. **AgronomyJournal**. Madison, v. 81, n. 2, p. 167-174, 1989.

PAGLIOSA, E.E.; BENIN, G.; BIEZUS, E.; BECHE, E.; SILVA, C.L.; MARCHESE, J.A.; MARTIN, T.N. Trinexapac-ethyl e adubação nitrogenada na cultura do trigo. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 623-630, 2013.

PALHARES, M. **Distribuição e população de plantas e produtividade de grãos de milho.** 2003. 107p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 2003.

PARVEZ, A. Q.; GARDNER, F. P.; BOOTE, K. J. Determinateandindeterminatetypesoybean cultivar responses topattern, density, andplanting date. **Crop Science**, Madison, v. 29, n. 1, p. 150-157, 1989.

PATERNIANI, E. **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. São Paulo: Fundação Cargill, 1978.

PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; COICEV, L.; BORDIN, L. e FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 2, p. 56-60, 2003.

PENCKOWSKI, L.H. **Utilizando regulador de crescimento na cultura do trigo: Aspectos importantes para garantir bons rendimentos**. 2ed. Passo Fundo: Fundação ABC. 2009, 60p.

PEREIRA, F. R. D. S.; CRUZ, S. C.; ALBUQUERQUE, A. W.; SANTOS, J. R. e SILVA, E. T. Arranjo espacial de plantas de milho em sistema plantio direto. **RevistaBrasileira de EngenhariaAgrícola e Ambiental,** Campina Grande,v. 12, n. 1, p. 69-74, 2008.

PEYRAUD, J.L. et al. Integrated crop and livestock systems in WesternEurope and SouthAmerica: A review. **European Journal of Agronomy**,Montpellier, v.57, p. 31-42, July 2014.

PIANA, A. T.; SILVA, P. D.; BREDEMEIER, C.; SANGOI, L.; VIEIRA, V. M.; SERPA, M. D. S. e JANDREY, D. B. Densidade de plantas de milho híbrido em semeadura precoce no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural,** Santa Maria, v. 38, n. 9, p. 2608-2612, 2008.

PIRES, J.L.F.; COSTA, J.A.; THOMAS, A.L.; MAEHLER, A.R.Efeito de populações e espaçamentossobre o potencial de rendimentoda sojadurante a ontogenia. **PesquisaAgropecuáriaBrasileira**,v.35, p.1541-1547, 2005.

PIONNER. **Híbridos de milho.** 2017. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/milho/central-de produtos/produtos/30f53>.Acesso em: 29 de junho de 2018.

PRADO, R. M. Saturação por bases e híbridos de milho sob sistema plantio direto. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 391-394, 2001.

PRICINOTTO, L. F. **Densidades populacionais e regulador de crescimento em**

híbridos de milho com diferentes arquiteturas. 2014. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

PRICINOTTO, L. F.; ZUCARELI, C.; FONSECA, I. C. B.; OLIVEIRA, M. A.; FERREIRA, A. S.; SPOLAOR, L. T. Trinexapac-ethyl in thevegetativeandreproductive performance ofcorn. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 14, p. 1735-1742, 2015.

PRIOLLI, R.H.G.; MENDES-JUNIOR, C.T.; ARANTES, N.E.; CONTEL, E.P.B. Characterization of Brazilian soybean cultivars using microsatellite markers. **Genetics and Molecular Biology**, v.25, p.185-193, 2004.

QIU, L. J.; CHANG, R. Z. The Origin and History of Soybean. In: SINH, G. **The soybean: botany, production and uses**. Wallingford: CABI Publising, 2010. 480p.

RADEMASCHER, W. Plant growth regulators: Backgrounds and uses in plant production. **Journal of Plant Growth Regulators,** v. 34, p. 845-872, 2015.

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: **International Plant Nutrition Institute,** 420p. 2011.

RAJALA, A.; PELTONEN-SAINIO, P. Plant growth regulator effects on spring cereal root and shoot growth. **Agronomy Journal**, Madison, v. 5, n. 93, p. 936-943, 2001.

RAMOS JUNIOR, E. U.; DE RAMOS, E. M.; KONZEN, L. M.; FALEIRO, V. D. O.; DA SILVA, A. F.; TARDIN, F. D. Desempenho da soja em sucessão ao consórcio de milho segunda safra com diferentes densidades de *Crotalaria spectabilis*. **Revista Nativa**, Sinop, v. 7, n. 6, p. 649-655, 2019.

RAS. **Regras para análise de sementes**. 1ª Edição. 2009.

REDDY, V. R.; REDDY, K. R.; HODGES, H. F. Temperature and mepiquat chloride effects on cotton canopy architecture. **Agronomy Journal**, Madison, v. 82, n. 2, p. 190-195, 1990.

RESENDE, P. A. P.; SOARES, J. E.; HUDETZ, M. Moddus, a plant growth regulator and management tool for sugarcane production in Brasil. **InternationalSugarcaneJournal**. Londres, v. 103, n. 1225, p. 2-6, 2001.

REZAEIAN, M.; PETROUDI, E. R.; MOHSENI, M. e HADDADI, M. H. Effects of row spacing, nitrogen and potassium fertilizer on yield of silage corn after wheat harvesting. **InternationalJournalofPlant, Animal and Environmental Sciences**. Madhapur, v. 4, n. 3, p. 358-361, 2014.

REZENDE, R.; FREITAS, P. S. L.; MANTOVANI, E. C. e FRIZZONE, J. A. Função de produção da cultura do milho e do feijão para diferentes lâminas e uniformidade de aplicação de água. **Acta ScientiarumAgronomy**, Maringá, v. 26, n. 4, p. 503-511, 2004.

REZENDE, A. V. de; VILELA, H. H.; ALMEIDA, G. B. de S.; LANDGRAF, P. R. C.; ANDRADE, G. A.; VIEIRA, P. de F. Germinação de sementes de forrageiras em

diferentes profundidades de semeadura. In: CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2., Lavras. **Anais,** 2007.

RESENDE, A. V.; SHIRATSUCHI, L. S.; FONTES, J. R. A.; ARNS, L. L. K.; RIBEIRO, L. F. Adubação e arranjo de plantas no consórcio milho e braquiária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, p. 269-275, 2008.

RIBEIRO, L. M.; CECCON, G.; MECHI, I. A.; DOS SANTOS, A. L. F.; MAKINO, P. A.; FACHINELLI, R. Produtividade da soja em sucessão a cultivos de outono-inverno. **Agrarian**, v. 11, n. 40, p. 120-131, 2018.

RIBEIRO, L. M.; FLAUZINO, D. S.; CECCON, G. Atributos físicos do solo e crescimento de raiz da soja após cultivos de outono-inverno. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, v. 13, n. 1, p. 36-43, 2019.

RITCHIE, S. W. HANWAY, J. J.; BENSON, G. O.; HERMAN, J. C. **How a corn plant develops**: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service 1993.

RITCHIE, S. W. HANWAY, J. J.; BENSON, G. O.; HERMAN, J. C. **How a corn plant develops**: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service 2003.

RIZZARDI, M.A.; BOLLER, W.; DALLOGLIO, R. Distribuição de plantas de milho, na linha de semeadura, e seus efeitos nos componentes de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 8, 1994.

ROBBINS, G.B.; BUSHELL, J.J.; MICKEON, G.M. Nitrogenimmobilization in decomposinglittlercontributestoproductivity decline in ageingpastureofgreenpanic (Panicummaximum var. Trichoglume). **JournalofAgricultural Science**, v. 113, n.3, p. 401-406, 1989.

ROCHA, D. R. D.; FORNASIER FILHO, D.; BARBOSA, J. C. Effects of plant density on yield of green ears of corn cultivars. **HorticulturaBrasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 392-397, 2011.

ROCHA, O. ***Urochloa ruziziensis*** **muitoalém da alimentação animal.** Santo Antonio de Goiás: Embrapa-CNPAF, 2018. p. 01.

ROSA, A. N.; MARTINS, E. N.; MENEZES, G. R. O; SILVA, L. O. C. **Melhoramento genético aplicado em gado de corte:** Programa Geneplus-Embrapa. Brasília, DF : Embrapa, 2013. 256 p.

ROSCOE; R.; MIRANDA, R. A. S. Manejo da adubação do milho safrinha. *In*: ROSCOE; R. LOURENÇÃO, A. L. F.; GRIGOLI, J. F. J.; MELOTTO, A. M.; PITOL, C.; MIRANDA, R. A. S. **Tecnologia e Produção: milho safrinha e culturas de inverno 2013**. Curitiba: Midiograf. p. 15-37. 2013.

ROSSATO JÚNIOR, J. A. D. S.; CAZETTA, D. A.; BARBOSA, J. C. e FORNASIERI FILHO, D. Popping expansion and yield responses of popcorn cultivars under different

row spacings and plant populations. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v. 48, n. 12, p. 1538-1545, 2013.

RUGGIERI, A. C. et al. Efeitos de níveis de nitrogênio e regimes de corte na distribuição da composição bromatológica e na digestibilidade "in vitro" da matéria seca da Brachiaria brizantha (Hochst) StapfcvMarandu. **Rev. Bras. Zootec.** Viçosa, v.24, n.2, p.222-232, 1995.

SAGARAL, E. G.; PARRISH, D. J. **Effects of ethephon and triggrr on the growth and yield of corn**. Annual meeting of the plant growth regulation society of America, v. 17, 1990. 123p.

SLISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant Physiology.** Belmont: Wadsworth. 682 p. 1991.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 159-168, 2001a.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; ALMEIDA, M. L. D. e HEBERLE, P. C. Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short summer. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 861-869, 2001b.

SANGOI, L.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L. C., Acúmulo de matéria seca em híbridos de milho sob diferentes relações entre fonte e dreno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37, n. 3, p. 259-267. 2002.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. d.; GRACIETTI, M. A.; HORN, D.; SCHWEITZER, C.; SCHMITT, A.; BIANCHET, P. Rendimento de graos, producao e distribuicao de massa seca de hibridos de milho em funcao do aumento da densidade de plantas. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 11, n. 1, p. 25-31, 2005.

SANGOI, L. et al. **Desenvolvimento e exigências climáticas da planta de milho para altos rendimentos.** Lages: Editora Graphel, 2007. 95p.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; RAMBO, L. **Ecofisiologia da cultura do milho para altos rendimentos.** Lages: Editora Graphel, 2010. 87p.

SANGOI, L.; SCHWEITZER, C.; SILVA, P. R. F.; SCHMITT, A.; VARGAS, V. P.; CASA, R. T. e SOUZA, C. A Perfilhamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 6, p. 609-616, 2011.

SANGOI, L. Estratégias de manejo do arranjo de plantas de milho, in: PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; DUARTE, A. P.; TSUNECHIRO, A. (Eds.). **Diversidade e inovação na cadeia produtiva de milho e sorgo na era dos transgênicos**. Campinas: Instituto Agronômico/Associação Brasileira de Milho e Sorgo, p.197-214. 2012a.

SANGOI, L. Fisiologia do crescimento e desenvolvimento de milho, in: PATERNIANI, M. E. A. G. Z.; DUARTE, A. P.; TSUNECHIRO, A. (Eds.). **Diversidade e inovação**

na cadeia produtiva de milho e sorgo na era dos transgênicos. Campinas: Instituto Agronômico/Associação Brasileira de Milho e Sorgo, p.174-196. 2012b.

SAVI, G. D., PIACENTINI, K. C., MARCHI, D.; SCUSSEL, V. M. **Fumonisins B1 and B2 in the corn-milling process and corn based products, and evaluation of estimated daily intake**. Food Additives and Contaminants: Part A, p. 339-345. 2016.

SCHUSTER, I.; VIEIRA, E. S. N.; SANTANA, H.; SINHORATI, D.; SILVA, R. B.; OLIVEIRA, M. A. R. Fluxo gênico em soja na Região Oeste do Paraná. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 515-520, abr. 2007.

SECCO, D. **Estados de compactação de dois Latossolos sob plantio direto e suas implicações no comportamento mecânico e na produtividade de culturas.** Santa Maria: UFSM, 108p. Tese Doutorado. 2003.

SEIDEL, E. P.; MATTIA, V.; MATTEI, E.; CORBARI, F. Produção de matéria seca e propriedades físicas do solo na consorciação milho e braquiária. **Scientia Agraria Paranaensis.** V14, n. 1. P 18-24. 2015.

SERPA, M. S.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L.; VIEIRA, V. M. e MARCHESI, D. R. Densidade de plantas em híbridos de milho semeados no final do inverno em ambientes irrigados e de sequeiro: **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 47, n. 4, p. 541-549, 2012.

SHIOGA, P. S.; GERAGE, A. C.; ARAÚJO, P. M.; BIANCO, R.; BARROS, A. S. R.; CUSTÓDIO, A. A. P. Avaliação estadual de cultivares de milho segunda safra 2016. Boletim Técnico, 88. Londrina: IAPAR, 52 p. 2016.

SILVA, P.R.F. SANGOI, L.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M.L. **Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho.** Porto Alegre: Evangraf, 2006. 64p.

SILVA, E. C., MURAOKA, T., BUZETTI, S., TRIVELIN, P. C. O. Manejo de nitrogênio no milho sob plantio direto com diferentes plantas de cobertura, em LatossoloVermellho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 477-486, 2006.

Silva, A.B.; Landgraf, P.R.C. e Machado, G.W.O. (2013) - Germinação de sementes de braquiária sob diferentes concentrações de giberelina. **Semina:** Ciências Agrárias, vol. 34, n. 2, p. 657-662.

SILVA, J. A. Avaliação do programa nacional de produção e uso do biodiesel no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 18-31, set. 2013.

SKERMAN, P.J.; RIVEROS, F. **Tropical grasses**. Rome: FAO, 1990. 832 p.

SOARES FILHO, C.V. Recomendações de espécies e variedades de Brachiaria para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., Piracicaba, 1994. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1994. P.25-48.

SOUZA, E. G. F. AND SOUSA, T. P. D. Avaliação de genótipos de milho em diferentes densidades populacionais. **Agropecuária científica no semiarido**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 27-36, 2015.

SOUZA, R. T.; VALADÃO, F. C. A.; JÚNIOR, D. D. V.; GUIMARÃES, P. R.; PAULA, V. R. R. Maize-crotalaria intercropping systems. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 1455-1468, 2019.

SULC, R.M.; TRACY, B.F. Integrated crop–livestock systems in the U.S. Corn Belt. **Agronomy Journal**, Madison, v.99, n.2, p.335-345, 2007.

SULC, R.M.; FRANZLUEBBERS, A.J. Exploring integrated crop–livestock systems in differente coregionsof the United States. **European Journal of Agronomy**, Montpellier, v.57, p. 21-30, July 2014.

SWAIN, S.M.; SINGH, D. P. Tall tales from sly dwarves: movel functions of gibberellins in plant development. **Trend Plants Science**. London. V. 10. N. 3. P. 123-129. 2005

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal.**4a ed. EditoraArtmed. 820p. 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. Sunderland: Sinauer, 705 p. 2004.

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

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 421-428, 2008.

TORRES, J. L. R.; SOUZA SILVA, M. G.; ANDRADE CUNHA, M.; VALLE, D. X. P.; PEREIRA, M. G. Produção de fitomassa e decomposição de resíduos culturais de plantas de coberturas no cultivo da soja em sucessão. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 247-253, 2014.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; RODRIGUES JUNIOR, D. J. e LOSS, A. Production, decomposition of residues and yield of maize and soybeans grown on cover crops. **Revista Ciência Agronômica,** Fortaleza, v. 46, p. 451-459, 2015.

THORTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographic Review**. 38. 55-93. 1948.

TREHARNE, K. J.; CHILD, R. D.; ANDERSON, H. e HOAD, G. V. Growth regulation of arable crops. **Plant growth substances**, Berlin: Springer-Verlag, p.343-374, 1995.

ULGER, A.C.; BECKER, A.C. & KANT, G. Response of varionsmaizimbred line and hybrids to increasing rates of nitrogen fertilizer. **J. Agron. Crop Sci**., 159:157-163, 1987.

USDA: United States Department of Agriculture. **World agricultural production**. 25p. Disponível em: http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf (17 de junho de 2018).

VILELA, L.; JUNIOR, G. B. M.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; JÚNIOR, R. G.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2012.

VILELA, L. ***Urochloa ruziziensis* muito além da alimentação animal**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa-CNPAF, p. 01. 2018.

VILHEGAS, A. C. G.; VIDIGAL FILHO, P. S.; SCAPIM, C. A.; GONÇALVES VIDIGAL, M. C.; BRACCINI, A. L.; SAGRILO, E. Efeito de épocas de semeadura e estabilidade de híbridos de milho em plantios de Safrinha no Noroeste do Paraná. **Bragantia**, v. 60, n. 1, p. 45-51, 2001.

VILLAR, L.; BRIGHENTI, A. F.; CIPRIANI, R.; SILVA, A. L. da. Prohexadiona de cálcio e a redução do vigor, produtividade e qualidade da uva Grano D'oro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, p. 536-540, 2011.

YANO, G. T., TAKAHASHI, H. W., WATANABE, T. S. Avaliação de fontes de nitrogênio e épocas de aplicação em cobertura para o cultivo do trigo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, n. 2, p.141-148, 2005.

ZAGONEL, J.; VENANCIO, W. S.; KUNZ, R. P. e TANAMATI, H. 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. 23, n. 1, p. 25-29, 2002.

ZAGONEL, J.; FERREIRA, C. Rates and times of growth regulator application on corn hybrids. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 395-402, 2013.

ZHANG, Q.; ZHANG, L.; EVERS, J.; VAN DER WERF, W.; ZHANG, W.; DUAN, L. Maize yield and quality in response to plant density and application of a novel plant growth regulator, **Field Crops Research**. v. 164, p.82-89,2014.

WAGNER, M. V.; JADOSKI, S. O.; MAGGI, M. F.; SAITO, L. R. e LIMA, A. S. Avaliação do ciclo fenológico da cultura do milho em função da soma térmica em Guarapuava, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v. 4, n. 1, p. 135–149, 2013.

WEISMANN, M. **Tecnologia e produção: Milho safrinha e culturas de inverno**. Disponível em: www.atividaderural.com.br: 38 p. 2008. Acesso em: 15 de junho de 2018.