

Cultivo do girassol submetido a aplicação de reguladores de crescimento

Raquel Nunes⁽¹⁾,
Martios Ecco⁽²⁾ e
Luiz Henrique da Costa Figueiredo⁽³⁾

Data de submissão: 24/7/2021. Data de aprovação: 25/1/2022.

Resumo – Perdas de produção e na qualidade do girassol pode se dar durante a colheita devido ao acamamento. Isto pode se dar devido à elevada altura das plantas, por consequências genéticas, manejos de densidade e de fertilidade. Com o intuito de se evitar estas perdas, o trabalho teve o objetivo de avaliar a influência de reguladores vegetais nas características morfológicas, produtivas e qualitativas na cultura do girassol. O experimento foi conduzido na área experimental da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, *Campus* Toledo, com delineamento experimental de blocos ao acaso, contendo seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por: Testemunha (sem aplicação) e aplicação no final do estágio vegetativo, na dose recomendada, dos reguladores: Paclobutrazol, Trinexapaque-etílico, Cloreto de mepiquate, Etefom e Ácido 2,3,5-triidobenzóico. Avaliou-se, no final do ciclo, altura da planta, diâmetro do colmo, diâmetro e espessura do capítulo, massa de mil aquênios, produtividade, números de aquênios e teor de óleo. As médias foram submetidas ao teste de Tukey. Os parâmetros avaliados não se diferenciaram estatisticamente, porém, o Trinexapaque-etílico apresentou potencial de alterar a altura de planta, o diâmetro de colmo e o capítulo, mas interferiu negativamente na produtividade, com menores valores de massa de mil aquênios e número de aquênios. O Ácido 2,3,5-triidobenzóico pode apresentar potencial de incrementar a massa de mil aquênios, número de aquênios e teor de óleo, porém, não foi capaz de reduzir a altura de planta.

Palavras-chave: Desenvolvimento. *Helianthus annuus* L. Hormônios. Produtividade.

Sunflower cultivation subjected to application of growth regulators

Abstract – Losses in sunflower production and quality can occur during harvesting, due to lodging. This can be due to the high height of the plants, genetic consequences, density and fertility management. In order to avoid these losses, the work aimed to evaluate the influence of plant regulators on morphological, productive and qualitative characteristics in sunflower crop. The experiment was conducted in the experimental area of PUCPR, Toledo *campus*, with randomized experimental block design, with 6 treatments and 4 repetitions. The treatments consisted of: Control (without application), and application at the end of the vegetative stage, at the recommended dose, of the regulators: Paclobutrazol, Trinexapaque-ethyl, mepiquat chloride, Ethephon and 2,3,5-triidobenzoic acid. At the end of the cycle, plant height, stem diameter, density and diameter of head, mass of a thousand achenes, yield, number of achenes and oil content were evaluated. The means were submitted to Tukey test. The parameters evaluated did not differ statistically, but Trinexapaque-ethyl showed the potential to change plant height, stem and head diameter, but interfered negatively on productivity, with lower mass values of a thousand achenes and number of achenes. The 2,3,5-triidobenzoic acid could

¹ Estudante de Agronomia do *Campus* Toledo, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR. raquel.nunes96@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5289-6046>.

² Professor doutor do Curso de Agronomia do *Campus* Toledo, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR. [*ecco.martios@pucpr.br](mailto:ecco.martios@pucpr.br). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8885-4347>.

³ Engenheiro agrônomo pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR. luizhenriquefigueiredo@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7604-0541>.

present potential to increase the mass of a thousand achenes, number of achenes and oil content, however, it was not able to reduce the plant height.

Keywords: Development. *Helianthus annuus L.* Hormones. Productivity.

Introdução

O girassol (*Helianthus annuus L.*) possui várias formas de destinação, como: produção de óleo para consumo humano, fonte de proteínas para nutrição animal, grãos (aquênios) para alimentação de aves, atração de polinizadores, ornamentação de parques e jardins e ainda participação na produção de biodiesel (BRIEGA *et al.*, 2018).

É uma cultura que apresenta amplo desenvolvimento radicular, contribuindo para maior tolerância ao déficit hídrico e promovendo a ciclagem de nutrientes de camadas profundas do solo, entretanto, seu crescimento pode ser afetado fortemente caso haja restrição ao desenvolvimento radicular, pois deixará a planta suscetível a estresse hídrico e ao acamamento, levando à redução de produção (GAZZOLA *et al.*, 2012).

De acordo com Leite *et al.* (2005), o acamamento das plantas de girassol pode estar relacionado com a altura elevada e o diâmetro do caule reduzido. Para evitar o acamamento, a planta precisa possuir caules grossos, com entrenós curtos, para sustentar o peso dos capítulos. Ainda conforme estes autores, em virtude de a inflorescência se localizar na extremidade do caule, sua inclinação pode ser direcionada a diversas posições, deslocando o peso dos capítulos do centro gravitacional da planta, podendo levar à quebra do pedúnculo ou ao acamamento da planta.

A elevada altura pode ser considerada uma desvantagem pois, na ocorrência de ventos fortes, pode levar ao acamamento de plantas (WANDERLEY *et al.*, 2014), principalmente se elas apresentarem características genéticas de porte elevado ou se cultivadas em condições que estimulam maior crescimento, como altas densidades e fertilidade do solo (LEITE *et al.*, 2005).

De acordo com Silveira *et al.* (2017), o acamamento pode proporcionar perdas produtivas significativas durante a colheita, quando a plataforma de corte não atinge as plantas acamadas, e o molinete não consegue recolhê-las. Plantas acamadas, próximas ao solo, encontram microclima a sobrevivência e reprodução de doenças (BALBINOT JUNIOR, 2012).

Conforme Wanderley *et al.* (2014), para controlar a altura de planta, há a alternativa de utilizar os fitos reguladores de crescimento, também denominados de reguladores, que são produtos sintéticos, atuando em sua maioria inibindo a síntese de giberelina e já são usados para controlar a altura de culturas como algodão (OLIVEIRA *et al.*, 2012), soja (BIN, 2014) e trigo (ESPINDULA *et al.*, 2010).

Conforme Taiz e Zieger (2017), os reguladores de crescimento são compostos sintéticos que, ao penetrar nas células dos vegetais, estimulam alterações que interferem na diferenciação de órgãos e tecidos das plantas. Os reguladores provocam alterações morfológicas e fisiológicas no desenvolvimento da planta, portanto, são necessários estudos sobre os efeitos dos reguladores de crescimento nas plantas (RADEMACHER; BRAHM, 2012).

Em estudo publicado por Vernieri *et al.* (2003), em que plantas de girassol cultivadas em recipientes foram submetidas a doses de Paclobutrazol e Flurprimidol, as plantas que receberam doses de Paclobutrazol obtiveram reduções significativas na altura. Conforme Salisbury e Ross (2012), este regulador pode ser aplicado em diversas espécies para redução da altura, pois atua inibindo a biossíntese de giberelinas.

Cato e Castro (2006) obtiveram redução de altura de plantas de soja que receberam doses de Ácido 2,3,5-triidobenzóico (TIBA) aplicado em V5, assim como Rossi (2010), aplicado no mesmo estágio citado por aqueles autores.

Em trabalho de Lopes *et al.* (2005), com aplicação do Cloreto de mepiquate aos 21 dias após emergência do algodão, obtiveram redução de crescimento do comprimento e altura dos internódios. Este regulador é um inibidor da síntese de giberelina, absorvido pelas folhas, com

atuação em toda a planta, promovendo redução do crescimento vegetativo, além de desenvolvimento e maturação uniforme (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

O Trinexapaque-etílico, conforme Espindula *et al.* (2010), promove a redução do comprimento de colmo de trigo, reduzindo a altura da planta e, por consequência, reduzindo perdas por acamamento. Carvalho *et al.* (2016) avaliaram diferentes produtos reguladores de crescimento e identificaram que o Trinexapaque-etílico possui capacidade de minimizar a suscetibilidade ao acamamento de plantas de girassol.

Já o Etefom é um regulador de crescimento que estimula a produção endógena do hormônio etileno, favorecendo o crescimento de raízes, inibindo a ação da auxina no vegetal e promovendo redução de crescimento (TAIZ; ZIEGER, 2017).

Diante do exposto, há a necessidade de mais estudos sobre reguladores vegetais para utilização na cultura do girassol; dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes produtos reguladores de crescimento nas variáveis de desenvolvimento, produtividade e qualidade da cultura.

Materiais e métodos

O presente trabalho foi realizado na área experimental da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, *Campus* Toledo, localizada entre as coordenadas de Latitude: 24°43'42" S, Longitude: 53°46'05" W e a uma altitude de 566 m.

A área experimental apresenta um solo classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico (EMBRAPA, 2018). Previamente à instalação do experimento, foi realizada a coleta de solo na profundidade de 0–20 cm com auxílio de um trado holandês, sendo feitas 15 amostras simples e misturadas posteriormente em um balde de polietileno de 10 L para homogeneizar as amostras em uma composta, sendo acondicionada em embalagem de plástico para envio ao laboratório de análise de solos.

O experimento foi instalado no dia 11 de outubro de 2019, com uso de uma semeadora em sistema de semeadura direta, distribuindo as sementes em linha a uma profundidade média de 5 cm, espaçamento de 0,9 m entre linhas e 0,12 m entre plantas, obtendo, portanto, uma densidade populacional de 88.888 plantas ha⁻¹. Juntamente com a semeadura foi realizada adubação de base de 350 kg ha⁻¹ do formulado 10 - 15 - 15 (NPK). De acordo com a análise de solo, a necessidade de adubação era de 200 kg ha⁻¹, ou seja, foram aplicados 150 kg ha⁻¹ a mais do que o necessário para a cultura, não sendo realizada, portanto, adubação de cobertura.

A cultivar utilizada foi a Catissol 01, que possui ciclo precoce de 115 a 130 dias, excelente rusticidade, boa uniformidade de maturação, tolerância média a acidez de solos, exigência de solos bem drenados e de fertilidade média a baixa. Possui necessidade hídrica de 500 a 700 mm ao ano, peso médio de mil aquênios de 70 g e potencial de rendimento de 1.500 a 2.000 kg ha⁻¹ (CATI, 2007; BR SEEDS, 2011).

A temperatura média na data da semeadura foi de 26,3 °C, com ausência de chuvas e umidade relativa de 46% (Estação Meteorológica PUCPR, 2019). Para elaborar a Figura 1 com o gráfico de dados meteorológicos, foram coletados os dados da Estação Meteorológica da Universidade, agrupando os dados climáticos no gráfico semanalmente.

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com os tratamentos constituídos pela aplicação de diferentes reguladores vegetais, sendo: T1 = Testemunha, sem aplicação; T2 = Aplicação de Paclobutrazol na dose de 0,7 L ha⁻¹; T3 = Aplicação de Trinexapaque-etílico na dosagem de 0,5 L ha⁻¹; T4 = Aplicação de Cloreto de mepiquate na dosagem de 0,2 L ha⁻¹; T5 = Aplicação de Etefom na dose de 2 L ha⁻¹; T6 = Aplicação de Ácido 2,3,5-triidobenzoico (TIBA) na dose de 0,5 L ha⁻¹. Cada tratamento teve 4 repetições, totalizando 24 parcelas experimentais de tamanho 8,75 × 6,3 m, totalizando uma área experimental total de 1.323 m².

A aplicação dos reguladores foi realizada com um equipamento de pulverização costal pressurizado com CO₂, no estádio V15, totalizando 53 dias após a semeadura (DAS) sobre a parte aérea das plantas. As aplicações foram realizadas no período da manhã, com temperatura na faixa dos 21 °C e ausência de chuvas, conforme a Figura 1. As plantas estavam em estádio vegetativo V15, algumas já entrando em R1 conforme escala de Connor e Hall (1997), e altura média de 50 cm.

Os tratos culturais foram realizados conforme necessidade, como: controle de plantas invasoras no estádio V4 com o herbicida Cletodim na dose de 0,35 L ha⁻¹ e, posteriormente, ao longo do desenvolvimento da cultura através de capinas manuais. Desbastes foram realizados utilizando tesoura de poda nos estádios V4 e V6, a fim de deixar oito plantas por metro linear.

Foram necessárias duas aplicações do inseticida Tiametoxam + Lambda-Cialotrina para controle de *Diabrotica speciosa* em estádio V7 e em R4 para controle de *Euschistus heros*, na dosagem de 0,3 L ha⁻¹. Para conter a lagarta do girassol (*Chlosyine lacinia saundersii*), que teve ocorrência a partir do estádio R5, causadora de desfolhamento, principalmente a partir dos estádios reprodutivos, foi realizado controle mecânico com amassamento individual das lagartas.

No estádio R6, floração completa, foi realizada uma proteção com sacos de tecido TNT em cada um dos dez capítulos a serem avaliados por parcela, para evitar perdas ocasionadas por pássaros.

Foram selecionadas aleatoriamente dez plantas centrais de cada parcela para avaliação dos parâmetros: altura da planta (AP), diâmetro do colmo (DCO), diâmetro e espessura do capítulo (DC e EC) no estádio de maturação completa R9, sendo que número de aquênios por capítulo (NA), produtividade (PROD), massa de mil aquênios (MMA) e teor de óleo (TO) foram avaliados após a colheita.

Para AP, em metro (m), com o auxílio de uma trena, foi mensurado da base do caule até o ápice da planta. O DCO, em centímetros (cm), foi mensurado com o auxílio de um paquímetro manual de plástico a uma altura de 5 cm da superfície do solo no mesmo estádio de avaliação de AP. Já o DC foi mensurado, em cm, com o auxílio de uma trena, mensurando de uma extremidade a outra do capítulo ao mesmo tempo da mensuração de EC, em cm, com o auxílio de um paquímetro manual.

A colheita do girassol foi realizada de forma manual na área útil de cada parcela na data de 8 de fevereiro de 2020, no estádio R9 de maturação completa. Para a colheita, foi utilizada uma tesoura de poda de jardinagem para cortar os capítulos. Eles foram retirados e acondicionados em sacos de papel e, em seguida, realizada a debulha manual para coleta de dados e cálculos de produtividade.

Após a colheita, foi determinado o MMA de acordo com a Regra de análise de sementes (BRASIL, 2009), utilizando 8 repetições de 100 aquênios e corrigida a umidade a 13% depois de ser mensurada. A umidade dos aquênios foi determinada pelo método de estufa a 105 °C submetidos à secagem por 24 horas (BRASIL, 2009).

A PROD foi avaliada após serem colhidas dez plantas dentro da área útil de cada parcela e, posteriormente, o valor obtido foi convertido por meio de regra de três, verificando a quantidade em kg produzida por parcela, levando em consideração o número total de plantas dentro da parcela; por fim, extrapolou-se o resultado encontrado para kg ha⁻¹. O NA em números foi determinado realizando a contagem manual de todas as sementes de cada capítulo, por parcela.

Para mensuração de TO, foi utilizado o método contínuo de Goldfish, que consiste na extração de gordura com solvente éter de petróleo. Inicialmente, foram acondicionados os copos extratores de vidro na estufa de secagem a 105 °C por 24 horas; após, foram retirados e acondicionados no dessecador por 30 minutos. Em seguida, foi realizada a pesagem em balança analítica de precisão de 0,0001 g e inseridos 60 mL de éter de petróleo. Os aquênios de girassol

foram triturados em moinho tipo Willye e pesados; logo depois, foram colocados, aproximadamente, 2 g em cada envelope com papel filtro e introduzidos no coletor, sendo levados ao aparelho determinador de gordura TE 044 a temperatura 60 °C por 4 horas.

Em seguida foram retirados e levados para a estufa a 105 °C por 30 minutos. Posteriormente, as amostras foram retiradas e colocadas em um dessecador por 20 minutos. Logo após, os copos extratores foram pesados e foi realizado o cálculo para obter a porcentagem de óleo por meio da fórmula: $TO = ((\text{Peso final do balão} - \text{Peso inicial}) / (\text{peso da amostra})) \times 100$.

Os dados foram tabulados e submetidos a análise de variância ao nível de 5% de significância pelo Teste F, e as médias qualitativas comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR 5.6 – Sistema para análise de variância (FERREIRA, 2011).

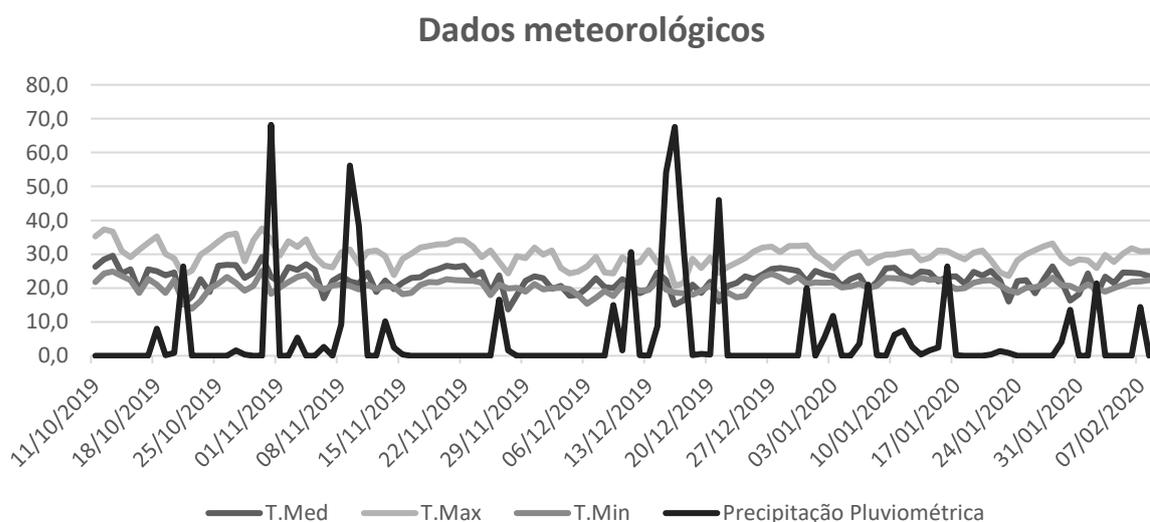
Resultados e discussões

A análise de solo apresentou os seguintes resultados: pH (CaCl₂) 4,90; H⁺ + Al³⁺ 6,21 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ 6,21 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ 1,60 cmol_c dm⁻³; K⁺ 0,35 cmol_c dm⁻³; capacidade de troca de cátions (T) 14,37 cmol_c dm⁻³; P (mehlich 1) 22,88 mg dm⁻³; saturação por bases 56,78%; e matéria orgânica (MOS) 32,90 g dm⁻³.

O solo apresentava-se com boa fertilidade para desenvolvimento da cultura, considerando que o teor de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e P⁻ estão com índices elevados, facilitando assim sua disponibilidade no solo. Estes teores juntamente com o pH e a relação Ca/Mg 3,88 cmol_c dm⁻³ são os parâmetros que indicam um solo adequado para qualquer cultivo, não sendo realizada correção, apenas adubação complementar no sulco de semeadura, buscando manter as plantas bem nutridas.

Com relação à disponibilidade de água para a cultura (Figura 1), o índice pluviométrico ficou abaixo do desejável no desenvolvimento inicial do girassol, sendo necessário o uso de irrigação complementar por aspersão; porém, a chuva se regularizou no decorrer do ciclo, havendo um acumulado de 670,2 mm, atendendo à demanda hídrica da cultura.

Figura 1 – Dados meteorológicos de precipitação pluviométrica (mm), temperatura média (°C), temperatura máxima e mínima ocorridos durante o período de execução do experimento



Fonte: Estação meteorológica da PUCPR (2020)

Com base nos resultados obtidos na análise de variância e no teste de tukey, verifica-se que não houve diferença estatística para os parâmetros analisados (Tabela 1). Ao observar a

variável AP, nota-se que o único regulador capaz de reduzir a altura em comparação à testemunha foi o Trinexapaque-etílico, proporcionando uma redução de 2,97%. A cultivar Catissol 01 tem característica de possuir de 1,80 m a 2,50 m de altura, e neste trabalho foi obtida altura mínima de 1,96 m, resultado conforme a característica da cultivar.

Tabela 1 – Médias, média geral, valores de F e coeficiente de variação (CV) para as variáveis; altura de planta (AP), diâmetro de colmo (DCO), espessura de capítulo (EC) e diâmetro de capítulo (DC) referentes a manejos de reguladores de crescimento aplicados na cultura do girassol, cultivado em Toledo – PR, safra 2019

Fonte de variação	AP	DCO	EC	DC
Reguladores de crescimento	m	-----cm-----		
Testemunha	2,02	2,45	2,46	17,38
Paclobutrazol	2,02	2,43	2,45	17,55
Trinexapaque-etílico	1,96	2,24	2,65	16,67
Cloreto de mepiquate	2,06	2,42	2,77	17,82
Etefom	2,09	2,56	2,63	18,55
Ácido 2,3,5-triidobenzóico	2,04	2,48	2,83	18,25
F	1,38 ^{ns}	1,31 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,77 ^{ns}
Média Geral	2,03	2,43	2,63	17,70
CV	3,71	7,55	17,10	8,60
DMS	0,17	0,42	1,03	3,50

Fonte: Autores (2020)

Nota: ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Legenda: Paclobutrazol-Cultar; Trinexapaque-etílico-Moddus; Cloreto de mepiquate-Pix; Etefom-Ethrel; Ácido 2,3,5-triidobenzóico-TIBA.

As condições de fertilidade do solo e densidade populacional podem ter influenciado, estimulando o crescimento das plantas, conforme Leite *et al.* (2005), explicando assim a menor eficiência na ação dos reguladores quanto à redução da altura, visto que a densidade populacional adotada neste trabalho é próxima da densidade média de acordo com Mangieri *et al.* (2016).

Caso na colheita do girassol a planta ultrapassar 2 m de altura, os capítulos podem ser danificados, ocorrendo perdas produtivas (SPITZER *et al.*, 2011). Levando em conta essa constatação, nas condições deste experimento, apenas o tratamento com Trinexapaque-etílico, com altura média de 1,96 m, promoveria colheita mecanizada sem perdas produtivas devido à altura da planta, seja por danos ocasionados pela colhedora seja por acamamento durante o ciclo da cultura.

Carvalho *et al.* (2016), ao observarem a ação do Trinexapaque-etílico aplicado 30 DAS em plantas de girassol, verificaram uma redução de altura significativa de 16,9% quando comparada à testemunha, resultado maior que o encontrado no presente trabalho. A redução de altura proporcionada com uso deste regulador se deve à diminuição da quantidade de giberelina na planta (FLETCHER *et al.*, 2000) já que esse hormônio é responsável pela expansão e divisão celular (TAIZ; ZIEGER, 2017). O Trinexapaque-etílico, após ser absorvido pela planta, reduz o nível de giberelina ativa, fazendo a planta inibir ou reduzir o crescimento temporariamente, não afetando a fotossíntese (PETRI *et al.*, 2016).

Segundo Carvalho *et al.* (2016), a ação do Trinexapaque-etílico perde eficácia com o tempo, sendo necessária repetição de aplicações para potencializar os efeitos do regulador. Desta forma, pode-se entender que, apesar deste regulador ter apresentado no presente trabalho menor altura, não houve diferença estatística, podendo também estar relacionado à aplicação única, pois de acordo com Spitzer *et al.* (2011), é possível reduzir a altura do girassol em cerca

de até 60 cm com o uso de reguladores de crescimento, desde que realizadas duas aplicações durante a safra, podendo variar conforme o regulador e o momento de aplicação.

A baixa eficiência na redução de altura com o uso de Trinexapaque-etílico no presente trabalho pode ter sido causada pelo momento de aplicação, aplicação única e momento de avaliação de altura realizada no final do ciclo, além de que este regulador possui registro apenas para cana-de-açúcar, trigo e cevada. A aplicação única dos reguladores não foi eficiente para redução de altura significativa do girassol, podendo estar associado à utilização da cultivar Catissol 01, que apresenta alta rusticidade associada ao cultivo em solo fértil.

Para a variável DCO, não houve diferença estatística entre os tratamentos, mas em relação à testemunha, o regulador Etefom proporcionou aumento de 4,49% no diâmetro do colmo. Diferente deste trabalho, Mangieri *et al.* (2016) verificaram aumento significativo no diâmetro do colmo de plantas de girassol de até de 13,92% utilizando o regulador Etefom aplicado próximo ao estádio R1 na dose de 0,75 L ha⁻¹. Os mesmos autores verificaram também, ao avaliar a ação do regulador em baixa (5,6 plantas m²), média (10 plantas m²) e alta (16 plantas m²) densidade populacional, redução nos valores de diâmetro de colmo conforme o aumento da densidade.

O que pode ter ocorrido no presente trabalho é que a densidade média de 8,89 plantas m² interferiu para que este regulador não obtivesse valores que diferenciasssem estatisticamente dos demais tratamentos.

O regulador Trinexapaque-etílico obteve menor valor de AP, porém, afetou o DCO, obtendo diâmetro 8,57% inferior ao valor obtido na parcela sem aplicação de reguladores de crescimento (testemunha). Em trabalho de Estevo (2013), ao aplicar este regulador na cultura do arroz, observou-se redução de altura e, independente da dose utilizada, não ocorreu aumento de diâmetro de colmo, constatando que o diâmetro do colmo do arroz não sofreu variações com a aplicação de Trinexapaque etílico, não ocorrendo engrossamento de parede, afetando apenas alongação celular, comprimento de entrenós e altura de plantas.

Essa situação pode ter ocorrido no presente trabalho, em que o Trinexapaque-etílico não provocou engrossamento de parede nas plantas de girassol, afetando apenas a alongação celular numericamente, já que tanto a altura quanto o diâmetro de colmo não apresentaram diferença estatística, o que pode estar relacionado ao estádio de aplicação, dosagem e aplicação única.

O diâmetro do colmo é uma característica importante nas plantas de girassol, que se bem desenvolvido e espesso, é tolerante ao acamamento, facilitando os tratos culturais e a colheita (ALVES *et al.*, 2010), podendo proporcionar maior número e tamanho de aquênios devido a maior resistência a rompimento de caule e pedúnculo.

A variável EC não apresentou diferença estatística; não há muitos registros relatando a avaliação deste parâmetro com a aplicações de reguladores vegetais. A espessura de capítulo vem sendo citada como importante na condição de retenção de água e nutrientes, ou seja, capítulos com espessura menor têm a tendência de maior perda de água (CASTIGLIONI *et al.*, 1994), o que pode prejudicar a formação e o enchimento de aquênios.

Para a variável DC, não houve diferença estatística para os tratamentos, no entanto, o Trinexapaque-etílico, que promoveu menor altura de planta neste trabalho, apresentou tendências negativas no DCO e DC, ou seja, pode prejudicar o rendimento final do tratamento. Para Rossi (1998), o diâmetro do capítulo pode variar de 17 cm a 22 cm, e neste trabalho este regulador obteve 16,67 cm, abaixo do esperado pela cultura.

Carvalho *et al.* (2016) verificaram, ao aplicar este regulador no girassol em 30 DAS com avaliação 30 dias após a aplicação, que ele promoveu aumento no diâmetro do capítulo que foi relacionado à massa seca, porém, em nova avaliação aos 80 DAS, o diâmetro do capítulo das plantas tratadas não diferenciou da testemunha. Neste trabalho, a avaliação do diâmetro do capítulo foi realizada no final do ciclo, podendo sugerir que o Trinexapaque-etílico perdeu sua

eficácia com o tempo, sendo necessária nova aplicação para que não interfira negativamente no rendimento da cultura e obtenha resultados satisfatórios.

Em trabalho de Julio *et al.* (2019), ao aplicarem o Trinexapaque-etílico na cultura do sorgo em diferentes estágios vegetativos, na dosagem de 1,0 L há⁻¹, observaram que acompanhada da redução de altura ocorreu também redução da panícula. Esse resultado está similar ao do presente trabalho, em que, apesar de não encontrada diferença estatística, observa-se que o tratamento com este regulador obteve menor altura da planta, acompanhada da redução do diâmetro do capítulo, estrutura reprodutiva do girassol, assim como da panícula no caso do sorgo.

Etefom e Ácido 2,3,5-triidobenzoico (TIBA) promoveram os maiores valores de DC, numericamente 6,73% e 5,01%, respectivamente, maiores que a testemunha, que foram ocasionados pelas modificações morfológicas na planta decorrentes do seu uso. O TIBA é um inibidor do transporte polar da auxina, que possui a função de inibir o desenvolvimento de gemas axilares, promovendo a dominância apical. O transporte da auxina do caule até a raiz interfere em diversos processos de desenvolvimento, dentre eles o desenvolvimento do embrião e o alongamento do caule (TAIZ; ZIEGER, 2017), o que explica o fato de quando este transporte não ocorrer interferir na estrutura celular da planta, alterando sua espessura.

O diâmetro de capítulo é uma característica importante para o girassol, devido estar relacionado à maior possibilidade de produzir maior número de aquênios, aumentando a produtividade (BISCARO *et al.*, 2008).

Para as variáveis produtivas avaliadas e apresentadas na Tabela 2, não houve diferença estatística, no entanto, nas variáveis MMA, PROD e TO, o regulador TIBA obteve maior destaque numérico em comparação à testemunha e, para a variável NA, os reguladores TIBA e Etefom obtiveram as médias acima dos demais tratamentos.

Tabela 2 – Médias, média geral, valores de F e coeficiente de variação (CV) para as variáveis; Massa de Mil Aquênios (MMA), Produtividade (PROD), Número de aquênios (NA) e teor de óleo (TO) referentes a manejos de reguladores de crescimento aplicados na cultura do girassol, cultivado em Toledo – PR, safra 2019

Fonte de variação	MMA	PROD	NA	TO
Reguladores de crescimento	g	Kg ha ⁻¹	n°	%
Testemunha	68,82	5029,09	887,68	36,24
Paclobutrazol	73,60	6736,13	959,25	38,83
Trinexapaque-etílico	68,28	5231,34	949,40	40,01
Cloreto de mepiquate	68,19	5554,13	942,35	35,66
Etefom	73,03	6474,99	1068,60	38,61
Ácido 2,3,5-triidobenzóico	76,57	7016,92	1015,70	41,00
F	0,52 ^{ns}	2,39 ^{ns}	1,03 ^{ns}	1,78 ^{ns}
Média Geral	71,41	6007,10	970,50	38,39
CV	13,52	18,10	12,81	8,16
DMS	22,18	2498,45	285,75	7,20

Fonte: Autores (2020)

Nota: ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Legenda: Paclobutrazol-Cultar; Trinexapaque-etílico-Moddus; Cloreto de mepiquate-Pix; Etefom-Ethrel; Ácido 2,3,5-triidobenzóico-TIBA.

Para as variáveis PROD e MMA, nota-se que os tratamentos com os reguladores se mantiveram na média da cultivar, com MMA de aproximadamente 70 g (CATI, 2007), exceto o regulador TIBA, que obteve média 11,26 % maior em relação à testemunha.

O Trinexapaque-etílico obteve o menor valor de produtividade dentre todos os reguladores. Essa interferência já foi observada na cultura do sorgo por Julio *et al.* (2019), em

que houve menor produtividade com o uso deste regulador devido à redução de tamanho de panícula e, conseqüentemente, à redução de número de grãos.

O TIBA apresentou possibilidade de proporcionar acréscimos de produtividade, resultados já observados em soja por Bin (2014), em que foi verificado que a aplicação do TIBA promoveu modificações na fisiologia da planta e maior número de ramificações e número de vagens, o que levou a um aumento produtivo de cerca de 15,61% a mais que a testemunha. O aumento das brotações induzidas pela utilização do regulador é ocasionado pela inibição da dominância apical promovida pela auxina (TAIZ; ZIEGER, 2017).

Em trabalho realizado por Buzzello *et al.* (2013), verificou-se aumento de peso de grão de soja à medida que aumentava a dose de TIBA, porém, esse aumento não foi suficiente para provocar acréscimo significativo na produtividade; resultado semelhante a este trabalho, pois mesmo não trabalhando com doses diferentes e apesar de não apresentar diferenças significativas, o TIBA pode ter potencial de incrementar os parâmetros MMA, TO e PROD.

A produtividade do tratamento com TIBA nas condições deste trabalho pode ter sido influenciada pelas médias de DC e EC, visto que o DC está totalmente ligado à produção de maior número de aquênios, conforme observado, e EC está ligado à maior disponibilidade de água e nutrientes para enchimento de aquênios, podendo proporcionar acréscimos no MMA, o que foi observado neste trabalho.

A diferença mínima significativa (DMS) e o coeficiente de variação (CV) alto, conforme a Tabela 2, exerceram influência nos resultados produtivos, podendo ter sido ocasionados por danos causados por pássaros que conseguiram, mesmo com os capítulos protegidos, ter acesso aos aquênios para se alimentar. De acordo com Linz *et al.* (2011), o girassol possui alto potencial de perdas produtivas ocasionadas por ataque de pássaros, devendo ser colhidos o quanto antes para minimizar este problema.

Segundo Alvarez *et al.* (2007), os efeitos dos reguladores vegetais não são consistentes, podendo ser observado aumento ou redução da produtividade, dependendo da cultura utilizada, pois algumas culturas respondem e outras não à aplicação de determinado regulador. Isso se deve a diferenças entre momento de aplicação e doses utilizadas, bem como indicação de uso do produto para cultura. Importante lembrar que ainda não há reguladores de crescimento registrados para uso no girassol.

Para a variável NA, os tratamentos com Etefom e TIBA obtiveram os valores mais satisfatórios em relação aos demais tratamentos. Há relatos na literatura de que o uso do regulador TIBA proporcionou aumentos significativos do número de vagens e sementes na cultura da soja (BIN, 2014). Buzzello (2010) relata maior número de grãos por vagem na dosagem de 6 g ha⁻¹, e a dosagem de 10 g ha⁻¹ resulta em maior peso de grãos, ambos aplicados em R1. Etefom e TIBA obtiveram acréscimos de diâmetros de capítulos, o que pode ter contribuído para a maior capacidade de produção de aquênios em maior número.

Para a variável TO, não houve diferença estatística entre os tratamentos, porém, o TIBA se destacou com capacidade promissora de influenciar esta variável. Não foram encontrados muitos relatos na literatura sobre avaliação dessa variável com aplicação de reguladores vegetais, porém, é possível que esteja associado ao tamanho da semente (variável não avaliada), NA, MMA e DC, já que este regulador apresentou maior tendência de acréscimos no MMA e, depois, no DC e no NA.

De acordo com De La Veja e Hall (2002), o rendimento de óleo está associado ao peso e à quantidade de aquênios, sendo que o teor de óleo pode representar cerca de 30% a 56% do peso da semente, podendo variar de acordo com o material genético e as condições de cultivo (UNGARO *et al.*, 2009).

Considerações finais

Nas condições desse experimento, nenhum regulador de crescimento foi capaz de interferir em qualquer parâmetro avaliado neste trabalho, havendo necessidade de se estudar o melhor estágio de aplicação e a dose.

A aplicação de TIBA na época realizada neste trabalho pode ser promissora em obter maiores rendimentos e qualidade do girassol, entretanto, há a necessidade de se encontrar uma dose adequada para essa finalidade.

Referências

- ALVAREZ, R. C. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; TRIVELIN, P. C. O.; RODRIGUES, J. D.; ALVAREZ, A. C. C. Influência do etil-trinexapac no acúmulo, na distribuição de nitrogênio (15N) e na massa de grãos de arroz de terras altas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1487-1496, 2007.
- ALVES, G. M. R.; MAGALHÃES, I. D.; COSTA, F. E., SILVA, S. D.; ALMEIDA, A.; SOARES, C. S. Avaliação do crescimento de girassol no semiárido sob diferentes densidades de plantas. *In*: 4º Congresso Brasileiro de Mamona, 2010, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa, 2010. p. 1181-1185.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. Acamamento de plantas na cultura da soja. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.25, n.1, 3p. 2012.
- BIN, O. L. **Avaliação de características vegetativas e reprodutivas da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) submetida à diferentes fitorreguladores**. 2014. 35p. Monografia (Bacharelado em Agronomia) – Faculdade Centro Mato-Grossense, Sorriso, 2014.
- BISCARO, G. A.; MACHADO, J. R.; TOSTA, M. S.; MENDONÇA, V.; SORATTO, R. P.; CARVALHO, L. A. Adubação nitrogenada em cobertura no sunflower irrigado nas condições de Cassilândia-MS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 05, p. 1366-1373, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV, 2009. 395 p.
- BRIEGA, D.; DE SOUSA, R. F.; SOUSA, R. T.; GOBETTI, S. T.; PENA, A. Métodos de utilização do girassol. **Revista Ciência Veterinária UniFil**, Londrina, v. 1, p. 103-110, 2018.
- BR Seeds. **Produtos – Óleo Vegetal**. 2011. Disponível em: <http://www.brseeds.com.br/brseeds/produtos/detalhes.php?id=27>. Acesso em: 1 mar. 2020.
- BUZZELLO, G. L. **Uso de reguladores no controle do crescimento e no desempenho agrônomo da cultura da soja cultivar CD 214 RR**. 2010.156p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2010.
- BUZZELLO, G. L.; TREZZI, M. M.; MARCHESE, J. A.; XAVIER, E.; JUNIOR, E. M.; PATEL, F.; DEBASTIANI, F. Ação de inibidores de auxina sobre o desenvolvimento e rendimento de plantas de soja. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 05, p. 621-628, 2013.

CARVALHO, M. E. A.; CASTRO, P. R. D. C.; JUNIOR, M. V. D. C. F.; MENDES, A. C. C. M. Are plant growth retardants a strategy to decrease lodging and increase yield of sunflower. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 7, n. 01, p. 154-159, 2016.

CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A.; CASTRO, C. D.; SILVEIRA, J. D. **Fases de desenvolvimento da planta do girassol**. 1. ed., n. 58. Londrina: Embrapa, 1994. 24 p.

CATI. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. 2007. Disponível em: https://www.cdrs.sp.gov.br/Cati/_tecnologias/oleaginosas/catissol01.php. Acesso em: 12 dez. 2020.

CATO, S. C.; CASTRO, P. R. C. Redução da altura de plantas de soja causada pelo ácido 2, 3, 5-triidobenzóico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 03, p. 981-984, 2006.

CONNOR, D. J.; HALL, A. J. Sunflower physiology. **Sunflower technology and production**, Madison – EUA, v. 35, p. 113-182, 1997.

DE LA VEGA, A. J.; HALL, A. J. Effects of Planting Date, Genotype, and Their Interactions on Sunflower Yield: I. Determinants of Oil-Corrected Grain Yield. **Crop Science**, Madison – EUA, v. 42, p. 1191-1201, 2002.

EMBRAPA, **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília: EMBRAPA – NPS, 2018.

ESPINDULA, M. C.; ROCHA, V. S.; SOUZA, L. T. D.; SOUZA, M. A. D.; GROSSI, J. A. S. Efeitos de reguladores de crescimento na elongação do colmo de trigo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, p. 109-116, 2010.

ESTEVO, A. P. **Efeito do regulador de crescimento Trinexapac-ethyl em cultivares de arroz irrigado**. 2013. 62 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A Computer Statistical Analysis System. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, n. 35, p. 1039-1042, 2011.

FLETCHER, R. A.; GILLEY, A.; SANKHLA, N.; DAVIS, T. D. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. **Horticultural Reviews**, Nova York – EUA, v. 24, p. 55-138, 2000.

GAZZOLA, A.; FERREIRA JUNIOR, C. T. G.; CUNHA, D. A.; BORTOLINI, E.; PAIAO, G. D.; PRIMIANO, I. V.; OLIVEIRA, M. S. A cultura do girassol. **Piracicaba: ESALQ**, v. 69, p. 63, 2012.

JÚLIO, M. P. M.; DE MENEZES, C. B.; JÚLIO, B.; RODRIGUES, J.; MAGALHAES, P. Redução de altura de plantas de sorgo forrageiro com uso de regulador de crescimento. *In*: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/CNPq, 2019, Sete Lagoas. **Anais**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019. 6p.

LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa, 2005. 613 p.

- LINZ, G. M.; HOMAN, H. J.; WERNER, S. J.; HAGY, H. M.; BLEIER, W. J.; Assessment of bird-management strategies to protect sunflowers. **BioScience**, Uberlândia, v. 61, p. 960-970, 2011.
- LOPES, F. F. M.; LIMA, R. L. S.; JERONIMO, J. F.; BELTRÃO, N. E. M. Efeito do cloreto de Mepiquat no crescimento e na produção do algodoeiro Cv. Rubi. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2005, Salvador. **Anais**. Salvador: Embrapa Algodão, 2005. CD-ROM.
- MANGIERI, M. A.; MANTESE, A. I.; SCHÜRMAN, A. A.; CHIMENTI, C. A. Effects of ethephon on anatomical changes in sunflower (*Helianthus annuus* L.) stems associated with lodging. **Crop and Pasture Science**, Clayton South – Austrália, v. 67, p. 988-999, 2016.
- OLIVEIRA, F. D. A. D.; MEDEIROS, J. F. D.; OLIVEIRA, F. R. A. D.; OLIVEIRA, M. K. T. D.; FREIRE, A. G. Sensibilidade do algodoeiro ao cloreto de mepiquate em condições salinas. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 43, p. 484-492, 2012.
- PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B.; SEZERINO, A. A.; COUTO, M. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado**. Florianópolis: Epagri, 2016. 141 p.
- RADEMACHER, W.; L. BRAHM. **Plant growth regulators**. *In*: ULLMANN'S Encyclopedia of Industrial Chemistry. Weinheim, Germany: Ed. Wiley-VCH, 2012. p. 573-586.
- ROSSI, G. **Influência de diferentes doses de fósforo e potássio nos aspectos morfológicos, fisiológicos e na produtividade de plantas de soja tratadas com ácido 2,3,5 – triiodobenzoico**. 2010. 99 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- ROSSI, R.O. **Girassol**. Curitiba: Tecnagro, 1998. 333 p.
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Fisiologia das plantas**. 4. ed. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2012. 774 p.
- SILVEIRA, J. M.; CONTE, O.; MESQUITA, C. D. M. Determinação de perdas na colheita de soja: copo medidor da Embrapa. **Embrapa Soja**, Londrina, v. 2, 28p. 2017.
- SPITZER, T.; MATUŠINSKÝ, P.; KLEMOVÁ, Z.; KAZDA, J. Management of sunflower stand height using growth regulators. **Plant, Soil and Environment**, Ostrava - República Tcheca, v. 57, p. 357-363, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.
- UNGARO, M. R. G.; CASTRO, C. D.; FARIAS, J. R. B.; BARNI, N. A., RAMOS, N. P.; SENTELHAS, P. C. Girassol. *In*: **Girassol. Embrapa Meio Ambiente**-Capítulo em livro científico (ALICE). 17p. 2009.

VERNIERI, P.; INCROCCI, G.; TOGNONI, F.; SERRA, G.; Effect of cultivar, timing, growth retardants, potting type on potted sunflowers production. **Acta Horticulturae**, Leuven, Bélgica, v. 614, n. 1, p. 313-318, 2003.

WANDERLEY, C. S.; FARIA, R. T.; REZENDE, R. Crescimento de girassol como flor em vaso em função de doses de Paclobutrazol. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, p. 35-41, 2014.