

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
AMANDA MORENO CARLOS

EFICIÊNCIA NO CONTROLE DE PRAGAS NA CULTURA DO MILHO IRRIGADO  
COM DIFERENTES TECNOLOGIAS DE APLICAÇÃO

Monte Carmelo  
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
AMANDA MORENO CARLOS

CONTROLE DE PRAGAS NA CULTURA DO MILHO IRRIGADO COM DIFERENTES  
TECNOLOGIAS DE APLICAÇÃO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientador:  
Prof. Dr. Eusímio Felisbino Fraga Júnior

Monte Carmelo  
2022

AMANDA MORENO CARLOS

EFICIÊNCIA NO CONTROLE DE PRAGAS NA CULTURA DO MILHO IRRIGADO  
COM DIFERENTES TECNOLOGIAS DE APLICAÇÃO

Trabalho de Conclusão apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo, como requisito necessário para a obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Monte Carmelo, 25 de março de 2022

Banca Examinadora

Eusímio Felisbino Fraga Júnior  
Orientador (a)

Vanessa Andaló  
Membro da Banca

Odair José Marques  
Membro da Banca

Monte Carmelo  
202

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>RESUMO</b> .....  | 3  |
| <b>ABSTRACT</b> .....  | 4  |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....   | 5  |
| <b>2. OBJETIVO</b> .....   | 6  |
| <b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....  | 7  |
| <b>3.1. A cultura do milho no Agronegócio brasileiro</b> .....   | 7  |
| <b>3.2. Milho irrigado</b> .....   | 7  |
| <b>3.3. Principais pragas</b> .....  | 8  |
| <b>3.4. Tecnologias de aplicação</b> .....   | 11 |
| <b>3.5. Sistemas de irrigação</b> .....  | 12 |
| <b>3.6. Sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial (subsurface drip irrigation - SDI)</b> ..... | 13 |
| <b>3.7. Manejo químico para o controle de pragas na cultura do milho</b> .....                           | 14 |
| <b>3.8. Tecnologia de aplicação para manejo fitossanitário – pulverização e quimigação</b>               | 16 |
| <b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....   | 18 |
| <b>4.1. Características da área experimental</b> .....   | 18 |
| <b>4.2. Delineamento da área experimental</b> .....  | 20 |
| <b>4.3. Instalação da irrigação na área experimental</b> .....   | 21 |
| <b>4.4. Semeadura e tratamentos culturais</b> .....  | 22 |
| <b>4.5. Tratamentos</b> .....  | 25 |
| <b>4.4. Monitoramento de clima e solo</b> .....  | 27 |
| <b>4.6. Monitoramento biométrico de planta e população de pragas</b> .....                               | 28 |
| <b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | 29 |
| <b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....   | 44 |

## RESUMO

O milho (*Zea mays*), cultura presente na rotina do brasileiro, utilizada na alimentação humana e animal e em diversos fins na indústria. A produção pode ser afetada pelo ataque de pragas, doenças e fatores climáticos, por isso, técnicas de controle de pragas como a alternância de princípios ativos de inseticidas e a tecnologia responsável pela aplicação, são aperfeiçoadas com o objetivo de reduzir o risco de resistência genética dos insetos. O trabalho tem por objetivo avaliar o uso de duas tecnologias de aplicação de inseticidas no controle das principais pragas na cultura do milho, com foco na lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e na cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*). As tecnologias utilizadas foram a pulverização convencional, e a quimigação, ambas utilizando inseticidas para o controle de pragas, como resultado, as tecnologias testadas apresentaram o mesmo comportamento no controle das pragas.

PALAVRAS-CHAVE: manejo, quimigação, pulverização, inseticidas, *Zea mays*

## ABSTRACT

Corn (*Zea mays*), a crop present in the Brazilian routine, used in human and animal food and for various purposes in the industry. Production can be affected by the attack of pests, diseases and climatic factors, so pest control techniques, such as alternating active insecticide principles and the technology responsible for their application, are perfected with the aim of reducing the risk of genetic resistance. of insects. The objective of this work is to evaluate the use of two insecticide application technologies in the control of the main pests in corn, focusing on the fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) and the corn leafhopper (*Dalbulus maidis*). The technologies used were conventional spraying and chemigation, both using insecticides for pest control, as a result, the technologies tested showed the same behavior in pest control.

Keywords: management, chemigation, spraying, insecticides, *Zea mays*.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é uma cultura que enfrenta transformações ano a ano, com modernização e inovações tecnológicas que contribuem para o aumento de produtividade e redução dos custos de produção, quando executadas corretamente. Para isso, é necessário entender quais são as causas que acarretam a queda de produtividade, conceito denominado “*yield gap*”, que dependem do genótipo, clima e manejo empregado que visam mitigar deficiências hídricas, nutricionais e realizar o manejo adequado de doenças e pragas (SENTELHAS et al., 2016).

Pragas e doenças infestam a cultura do milho, independente da fase de desenvolvimento, desde a semeadura até a colheita, diminuindo de forma significativa o rendimento de grãos da cultura (GRANDE et al., 2018).

Segundo Oliveira et al. (2008), um inseto-praga que possui alto potencial de infestar lavouras de milho logo nas primeiras etapas de desenvolvimento da cultura é a cigarrinha-do-milho, *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), que poderá transmitir fitopatógenos para diversas plantas em um período menor que uma hora, necessitando de medidas de controle imediatas.

Outra praga de grande destaque na cultura do milho é a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), responsável por causar danos severos que se agravam durante a estação da seca (NERY, 2019). Ainda assim, existem preocupações relacionadas à resistência genética de pragas e doenças aos defensivos, que devido ao uso indiscriminado é desenvolvida safra a safra, podendo diminuir a eficiência de controle dos produtos aplicados.

Vários trabalhos indicam a necessidade de realização de tratamento de sementes para controle da cigarrinha-do-milho e da lagarta-do-cartucho, porém nas últimas safras há relatos do aumento das populações das pragas ao longo do ciclo da cultura, dessa forma, necessitando de uma associação de práticas de manejo para controle eficaz na redução de pragas (OLIVEIRA, 2008; RIBEIRO et al., 2021).

Além do tratamento de sementes, a aplicação de inseticidas durante o ciclo da cultura para o controle de pragas é realizado com frequência, no entanto, a adoção de equipamentos de pulverização adequado, assim como, o emprego correto da tecnologia de aplicação que possibilite que o produto aplicado atinja o alvo é fundamental, como no caso da lagarta-do-

cartucho, que possui o hábito de migrar para o interior do cartucho da planta, dificultando a chegada do inseticida ao alvo (VIANA et al., 1998).

Outra possibilidade de controle, para áreas que possuem sistema de irrigação, seria a adição de inseticidas por meio da água de irrigação devido a maior cobertura e umedecimento da planta, prática denominada de quimigação ou insetigação. Esta é uma técnica pouco conhecida e aplicada, porém com grande potencial de eficiência, já que está associada a uma tecnologia que tem a função de mitigar o déficit hídrico enfrentado pelas culturas, fato considerado ser a causa de mais de 70% das perdas de produtividade no desenvolvimento da cultura (SENTELHAS et al., 2016).

Dentre os sistemas de irrigação que possibilitam a aplicação de produtos para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas via água de irrigação, isto é, que fazem quimigação ou “*Drip Protection*”, destaca-se o sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial (VIANA et al., 1998). Este sistema fornece água de maneira frequente, com baixo volume e economia de energia, além da possibilitar a redução de custos com maquinários, mão-de-obra e poluição ambiental.

Os estudos relacionados à tecnologia de aplicação através do sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial são escassos, e existem questionamentos sobre a movimentação da solução aplicada, pois a água aplicada tende a subir por capilaridade e descer por gravidade, o que pode diminuir a eficiência de controle quando comparada a outras tecnologias, como a pulverização terrestre ou aérea.

Este trabalho tem por hipótese que a aplicação de inseticidas via água de irrigação pode melhorar a eficiência no controle de pragas na cultura do milho irrigado por gotejamento subsuperficial, quando comparado ao método tradicional de aplicação por pulverização terrestre.

## **2. OBJETIVO**

Objetivou-se analisar a eficiência no controle da lagarta-do-cartucho e da cigarrinha-do-milho na cultura do milho, por meio da utilização de duas tecnologias de aplicação de inseticidas: a) aplicação realizada na parte aérea das plantas (pulverização) e b) via água de irrigação por gotejamento subsuperficial (quimigação), comparando a eficiência no controle das pragas.



### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1. A cultura do milho no Agronegócio brasileiro**

O milho é a segunda maior cultura produzida no Brasil, pertencente à família Poaceae, esse cereal é o responsável por colocar o país como terceiro maior produtor mundial do grão, atrás dos Estados Unidos da América e China. No Brasil, o milho é cultivado em três épocas distintas, a safra verão, a safrinha e a safra nordestina, também denominadas de primeira, segunda e terceira safras, respectivamente. A grande importância econômica da cultura está nas formas de utilização do produto, desde a alimentação humana e animal até usos industriais. Porém, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o milho cultivado na safra 2020/2021, quando comparado à safra de 2019/2020, sofreu mais de 10% de queda de produtividade devido à crítica situação climática enfrentada na ocasião.

#### **3.2. Milho irrigado**

No Brasil, o cultivo de milho é realizado predominantemente em lavouras de sequeiro, e devido a estiagens prolongadas que na maioria das vezes impõe déficits hídricos e diminuição da produtividade, a procura por irrigação vem se destacando entre os produtores. É importante ressaltar a viabilidade de adotar sistemas de irrigação para essa cultura quando o cultivo é realizado na segunda safra, que pode incrementar melhores produtividades, considerando a alta possibilidade de ocorrer riscos climáticos durante essa época. De acordo com, uma boa produção o milho de ciclo médio requer cerca de 500 a 800 mm de água, dependendo do clima e da região onde a cultura é instalada (PEGORARE et al., 2009). Sendo assim, o estresse provocado pela seca, causa perdas de até 82%, e o milho é uma cultura de grande importância mundial que está sujeito a essa ameaça (FAO, 2021). Além disso, Segundo Silva et al. (2006), quando a temperatura média diária apresenta valores inferiores a 19°C e noites abaixo de 12,8°C, não é recomendado o cultivo de milho, devido ao

desaceleramento do crescimento que antecede à floração, influenciando diretamente o desenvolvimento da cultura.

Assim, devido à instabilidade de climas e biomas existentes no Brasil, o interesse pela irrigação vem crescendo a cada nova estação de cultivo, favorecido pela ocorrência de estiagens e consequente queda na produção agrícola.

Em um estudo desenvolvido por PERGORARE et al. (2009) com cultivo do milho safrinha em ambiente de produção de sequeiro e irrigado, foi observado atraso no estabelecimento do estande inicial da lavoura, redução do período vegetativo e reprodutivo, afetando a produtividade final da lavoura de sequeiro, quando comparado a lavoura irrigada.

Pesquisadores afirmam que o rápido estabelecimento da lavoura a torna mais tolerante a pragas, doenças e a eventos climáticos, logo, mesmo que não utilizem um sistema de irrigação, é necessário que sejam adotados meios que possibilitem um bom estabelecimento do estande inicial da lavoura, reduzindo os custos de produção (VILELA, 2016).

### 3.3. Principais pragas

A cultura do milho, assim como outras culturas, possui pragas-chave que sempre estarão presentes na lavoura, frequentemente acarretando danos, de forma que o monitoramento e o controle são essenciais para evitar perdas significativas de produtividade. Para evitar situação de grande infestação e resistência genética aos defensivos, algumas práticas são adotadas para auxiliar a redução de pragas, como a rotação de culturas (com culturas que a praga chave não hospeda), realizar o plantio no momento ideal (na janela correta), além de fatores abióticos como o fotoperíodo, temperatura etc.

As principais pragas que acometem esse cereal são a lagarta-elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*), lagarta-do-cartucho, lagarta-da-espiga (*Helicoverpa zea*), coró ou pão-de-galinha (*Liogenys suturalis*, *Diloboderus abderus*, *Phyllophaga cuyabana*), broca-da-cana (*Diatraea sacchalis*), percevejo-barriga-verde (*Dichelops furcatus* e *Dichelops melancanthus*), pulgão-do-milho (*Rhopalosiphum maidis*), tripes-do-milho (*Frankliniella williamsi*) e cigarrinha-do-milho (NERY, 2019).

Nas regiões tropicais, a lagarta-do-cartucho gera grande destaque entre as pragas que incidem a cultura do milho, causando grande preocupação entre os agricultores (SOUZA et

al., 2019). Essa praga pode causar uma diminuição de até 60% no rendimento de grão (BIALOZOR et al., 2020).

A mariposa representa a fase adulta da lagarta-do-cartucho, ao qual possui o hábito noturno e ovipositam nas plantas, as lagartas eclodem dos ovos e depois se abrigam no interior do cartucho do milho. Tão logo ocorra a eclosão, as lagartas começam a se alimentar por meio da raspagem das folhas, diminuindo a área fotossintética da planta (TEODORO et al., 2015). O ataque pode ocorrer em qualquer fase de desenvolvimento da cultura, desde os primeiros estádios, com o corte da planta a nível do solo, ataques ao meristema, levando a morte de toda planta, sintoma conhecido como “coração morto” (NAIS et al., 2013). Em estádios mais avançados da cultura, a lagarta pode se alimentar das espigas, aumentando os danos aos grãos, inclusive facilitando a entrada de fungos oportunistas que causam grãos ardidos.

As populações dessa praga podem sobreviver em diferentes culturas agrícolas devido ao seu hábito polífago, reproduzindo rapidamente em virtude do curto ciclo biológico, em torno de 30 dias as mariposas ovipositam, permanecendo no solo na fase pupal e na planta na fase larval (MENDES et al., 2019). Essa praga ocorre em todo território nacional devido à grande oferta de alimento e as condições climáticas favoráveis (ROSA et al., 2014).

A lagarta-do-cartucho, é uma praga que causa danos significativos em diversas fases de desenvolvimento da planta. Ayala et al. (2013) ao avaliarem o nível de dano pela lagarta-do-cartucho na cultura de milho no nordeste da Argentina, obtiveram maiores danos da praga quando o plantio foi realizado tardiamente, com um total de 987 larvas coletadas e 43 plantas com lesões graves, o contrário aconteceu com plantios precoces, com um total de 931 larvas coletadas e 26,5 plantas com lesões graves, evidenciando a importância do plantio na janela ideal e a influência de fatores abióticos na condução da lavoura.

Outra praga que tem causado grandes preocupações nas últimas safras de milho é a cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*), com perdas severas de até 100% na produção, principalmente para o milho de segunda safra (OLIVEIRA et al., 2002). Esse inseto possui exclusivamente o milho como hospedeiro, e é considerado de difícil controle por causar danos diretos, com a sucção da seiva, e indiretos, através da transmissão de mollicutes e vírus para plantas saudáveis, adquirido ao se alimentarem de uma planta infectada. (ROSSINI et al., 2020).

*Daubulus maidis* é vetor de dois mollicutes, o espiroplasma (*Spiroplasma kunkelii*) causador do enfezamento pálido, e o fitoplasma (*Maize bushy stunt*), causador do enfezamento vermelho (WORDELL FILHO et al., 2016). Os maiores impactos em produtividade são observados nos danos causados pelos enfezamentos, que ocorrem na forma

indireta, por serem visualizados tardiamente e a contaminação nas plantas serem irreversíveis (ROSSINI et al., 2020).

Além disso, o inseto pode ser transmissor do vírus da risca do milho, também conhecido como raiado fino (*Maize rayado marafivirus*) (OLIVEIRA, 2000). Os sintomas são visualizados através de pontos cloróticos na folha, que apresentam um aspecto de traço ou risco paralelo às nervuras (GONÇALVES et al., 2007). Caso haja transmissão para as plantas, pode haver redução no porte da planta, baixo ou nenhum rendimento e qualidade de grão e até mesmo a morte da planta, já que um indivíduo pode infectar diversas plantas saudáveis, de forma propagativa e persistente, ou seja, uma vez infectado irá infectar o restante da lavoura até a sua morte.

Ainda, esse inseto pode sobreviver por mais de uma safra por causa da presença do milho tiguera em campo, oriundo de híbridos com resistência genética a herbicidas, que permanecem na lavoura após a colheita, formando uma ponte verde entre as safras subsequentes (CONTINI et al., 2019). Dessa forma, uma planta pode abrigar por um determinado período inúmeras cigarrinhas, aumentando as possibilidades de multiplicação e transmissão de doenças para a nova lavoura.

Em uma amostragem realizada em 24 lavouras de milho safrinha no estado do Paraná, foi constatada a presença de plantas com sintomas de enfezamentos em todas as lavouras e em apenas cinco regiões apresentaram sintomas do rayado fino (OLIVEIRA et al., 2003). Cota et al. (2021) em uma cartilha desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), ao analisarem o efeito dos enfezamentos diante da data de plantio do milho safrinha no ano de 2017, houve maior tendência de enfezamentos e maior redução de produtividades pela migração da cigarrinha-do-milho para área de plantio tardio, evidenciando a importância do plantio em época indicada.

A associação de manejos de controle é indicada, devido a praga não possuir um nível de controle e mesmo se houvesse, esse número seria muito pequeno. O controle cultural, com a retirada de plantas tiguera através do monitoramento da lavoura é o início de um manejo que se mostra eficiente, afinal, sem alimento não há sobrevivência.

O controle cultural, com a retirada de plantas tiguera através do monitoramento da lavoura é o início de um manejo, afinal, sem alimento não há sobrevivência. Outro controle recomendado é o tratamento de sementes, porém, em um estudo desenvolvido por Martins *et al.* (2008) que objetiva avaliar o efeito dos inseticidas aplicados na dessecação, obteve um resultado satisfatório quando associou a aplicação de inseticidas no tratamento de semente e na pulverização foliar da cultura, demonstrando resultados positivos no controle da

cigarrinha-do-milho em até 14 dias após emergência das plantas de milho. O ingrediente ativo utilizado foi imidaclopride e cipermetrina + thiametoxan, ainda, a associação evidenciou efeitos residuais que mostraram eficiência maior que 60% aos 40 dias após a emergência da planta. Assim, apenas um tratamento não proporcionou efeitos positivo, a ponto de reduzir a disseminação da praga, sendo necessária a integração de métodos de controle.

Ainda, a ausência de um manejo que controle com eficiência o vetor e a transmissão dos mollicutes e vírus às plantas de milho, induzem aplicações em campo com inseticidas de forma exagerada, sem eficiência adequada, podendo favorecer resistências aos inseticidas (CONTINI et al., 2019).

O método de aplicação fitossanitária tradicionalmente usado no Brasil é realizado por meio de pulverização tratorizada ou costal, em que o controle de pragas se dá pela utilização de inseticidas químicos, e a escolha do princípio ativo do produto é importante para a obtenção de máxima eficiência. Ainda que ocorram riscos com compactação do solo e danos as plantas. Ressalta-se que existem outras formas de aplicação de inseticidas que também vem sendo estudadas, com objetivo de atingir as pragas alvo, com maior eficiência considerável e perdas mínimas (CUNHA et al., 2013).

### **3.4. Tecnologias de aplicação**

Constantin et al. (2012), conceitua que a aplicação de defensivos aplicados na agricultura consiste na tradicional pulverização foliar, na qual o produto fitossanitário é distribuído através de um sistema hidráulico pressurizado. A seleção de pontas de pulverização vai variar de acordo com o alvo almejado, para ocorrer eficiência na aplicação.

Porém, a pulverização das plantas está sujeita a desperdícios em condições adversas do clima, como a velocidade do vento, a temperatura e a umidade relativa do ar (CHAIM, 1999). Outro ponto importante está associado ao volume de calda utilizado para aplicação, destacado por Cunha et al. (2005), que observou que volumes maiores de calda proporcionavam melhor controle da lagarta, devido ao provável aumento do contato das gotas com o alvo que se escondem no cartucho do milho (GUEDES e MAZIERO, 2011). Em outro estudo, Cunha et al. (2005), concluiu que volumes de pulverização maiores favorecem a eficiência de inseticidas sobre a lagarta-do-cartucho em milho, e que volumes de calda entre 150 e 300 L ha<sup>-1</sup> proporcionam maior controle.

A busca por melhorar a eficiência de aplicação através da pulverização, o desenvolvimento de novas tecnologias tanto em equipamentos, como em produtos estão sendo desenvolvidas por pesquisadores. Dessa forma, uma alternativa para o controle de pragas é a aplicação de inseticidas via sistema de irrigação por gotejamento, prática conhecida por quimigação ou “Drip Protection”. Esta tecnologia é disponível em propriedades que já possuem o sistema para irrigar as lavouras, podendo eventualmente injetar defensivos de maneira segura, econômica e associando com pulverizações na parte aérea.

### **3.5. Sistemas de irrigação**

Um dos fatores abióticos que mais contribui para perdas na agricultura é o déficit hídrico (VALADARES et al., 2022). Sendo assim, segundo a ABIMAQ a expansão da área irrigada no Brasil é justificada devido à grande variedade regional existente no país, além das instabilidades do clima, ainda existem incentivos governamentais disponíveis aos agricultores, como o plano safra 2021/2022. Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através dos dados do Atlas de Irrigação 2021, o Brasil possui mais de 8 milhões de hectares irrigado, com projeções de aumento no ano de 2040 de mais 4,2 milhões de hectares irrigados, levando em consideração o uso mais eficiente da água através dos métodos de irrigação (FONTENELLE et al., 2021).

Existe diversos sistemas de irrigação que diferem na maneira de fornecimento e distribuição de água para as culturas agrícolas. Na cultura do milho, a irrigação por superfície é um método que pode ser utilizado, e entre seus sistemas, a irrigação por sulcos é a mais indicada. Outro método indicado é a irrigação por aspersão, que consiste no fornecimento de água através de jatos que são distribuídos pelo ar e caem sobre a parte aérea da planta, seus sistemas derivados são a aspersão convencional, autopropelido, pivô central e deslocamento linear, podendo haver perdas por evaporação em todos os sistemas descritos. No método de irrigação localizada, existem dois sistemas utilizados na cultura do milho, o gotejamento superficial e subsuperficial, ambos fornecem água diretamente no sistema radicular da planta, formando inicialmente um bulbo molhado, com mínimas perdas para o ambiente atmosférico. Por fim, existe o método de subirrigação, que é pouco usual no Brasil (FONTENELLE et al., 2021).

No Brasil, dois sistemas são mais utilizados, com maior relevância para o sistema de aspersão tipo pivô central, que simula precipitações pluviais, podendo haver perdas por evaporação, maiores gastos com energia, água e mão-de-obra, quando comparado com outros sistemas. Esse equipamento é o mais utilizado na cultura do milho na região do Cerrado (LIMA et al., 2018) e possui grande importância no mercado brasileiro, representando 70% do incremento da área irrigada nos anos de 2006 e 2019 (ABID, 2020; ATLAS IRRIGAÇÃO, 2021). Ainda, o pivô central possui eficiência de irrigação média superior a 85%, porém não irriga área total, pois seu deslocamento é radial podendo ocasionar redução de áreas potencialmente irrigadas de até 20%, essas áreas são denominadas popularmente de “calcinhas”.

A crescente demanda pela irrigação sustentável traz consigo maneiras de aplicação de água de forma eficiente. O sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial vem se destacando, pois, além de apresentar maior eficiência na aplicação de água e fertilizante, segundo estudos, também possui taxa de evaporação de água para o solo reduzida, podendo manter a superfície do solo mais seca. A adoção desse sistema confere benefícios às culturas e aos agricultores, por proporcionar economia de fertilizantes, tempo, mão de obra, energia elétrica, maquinários e consumo de água (NASCIMENTO et al., 2013). Sendo assim, a irrigação em cereais por gotejamento subsuperficial (SDI) é uma alternativa viável (LAMM et al., 2016).

### **3.6. Sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial (subsurface drip irrigation - SDI)**

A procura pelo uso racional da água se intensificou devido à escassez hídrica que afeta diversas regiões, esse caso se aplica em regiões áridas e semiáridas, que sofrem pela falta de água no decorrer do ano. Essa procura leva agricultores a adquirirem sistemas de irrigação mais eficientes, que distribui a água às plantas de forma eficiente e sem desperdícios.

O sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial vem se destacando ao ser comparado a diversos sistemas de irrigação, incluindo o gotejamento superficial, apesar de ambas pertencerem ao mesmo método, o SDI além de apresentar eficiências na aplicação de água e fertilizante, também possui vantagens na redução da taxa de evaporação de água para o

solo, por manter a superfície com menor umidade. A aplicação de água nas raízes promove poucas perdas por evaporação, além da eficiência de irrigação média ser superior a 90%.

O SDI apresenta benefícios, como o uso mais eficiente da água, que apresenta distribuição uniforme e possibilidades de aplicações de fertilizantes e pesticidas de maneira econômica, assim como tempo, mão-de-obra, energia elétrica, maquinários e consumo de água são reduzidos (NASCIMENTO et al., 2013). Além de melhorar o rendimento produtivo, o aparecimento de plantas daninhas em campo é reduzido, por causa da ausência de água na camada superficial (JÚNIOR et al., 2021). Isso ocorre devido à aplicação da água ser diretamente na zona radicular da cultura e não na superfície do solo, onde a maioria das sementes de plantas daninhas germina após o cultivo. A ausência do molhamento superficial do solo e foliar pode ocasionar a redução do uso de fungicidas e a germinação de plantas daninhas.

Em relação às atividades operacionais em campo, estas podem ser realizadas mesmo com o SDI instalado, a irrigação ocorre em área total, em qualquer formato ou tamanho de área, diferentemente do pivô central (LAMM et al., 2003). Apesar do SDI apresentar um alto custo de implantação, R\$ 15.000,00 a R\$ 25.000,000 por hectare incluindo o custo de instalação, quando bem manejado, sua vida útil pode chegar a 15 anos, com relatos de longevidade de até 20 anos (FRAGA e CARLOS. 2021, p.44). Em cereais, a SDI é uma alternativa viável, porém, o alto valor para implementação ocasiona dúvidas no investimento em relação à vida útil do sistema (LAMM et al., 2003).

Alguns estudos relatam que o uso da água através da irrigação por gotejamento subsuperficial no plantio da cebola, apresentou uma economia de 44% no cultivo, quando comparado a irrigação por sulco, também evidenciam que a água aplicada por gotejamento subsuperficial e superficial no plantio do tomate, analisou maiores ganhos na produção com o SDI. As pequenas evaporações que ocorrem no SDI são explicadas através do efeito da gravidade, que leva a água para a camada inferior e posteriormente para a camada superior através da capilaridade, favorecendo sua redistribuição junto à raiz (MENDONÇA et al., 2020).

### **3.7. Manejo químico para o controle de pragas na cultura do milho**



O uso registrado de inseticidas é uma prática comum entre os agricultores e com a inexistência de indústrias, grande parte dos defensivos era de origem animal, plantas ou mineral obtido de forma natural. A função dos defensivos é fundamental para a proteção de plantas, essa ferramenta de manejo acompanha as inovações tecnológicas que a tornam mais específica no combate do alvo e menos nociva ao ambiente (CROPLIFEBRASIL, 2020).

Dentre os inseticidas registrados para a lagarta-do-cartucho e cigarrinha-do-milho estão Ethiprole, Metomil, Profenofós + Cipermetrina, Imidacloprido + Bifentrina, cada um com suas especificações. O inseticida composto por Ethiprole é um inseticida de contato e ingestão do grupo químico fenilpirazol, comercializado como um inseticida foliar e de solo e para o uso do tratamento de sementes (GUEDES, 2019). Para o controle da cigarrinha-do-milho no milho, o início das aplicações deve ser realizado no início da infestação, na presença das primeiras ninfas e adultos nas plantas e deve ser reaplicada 7 dias depois caso tenha a presença da praga. Pouco se sabe sobre seus impactos sobre o meio ambiente, menos ainda quando se apresenta na forma de composto comercial (GUEDES, 2019).

O inseticida composto por Metomil é um inseticida sistêmico e de contato, do grupo químico metilcarbamato de oxima. Apresenta solubilidade em água ( $579 \text{ mg. L}^{-1}$ ) (SANTOS et al., 2016); muito perigoso ao meio ambiente, altamente móvel no solo, que pode contaminar principalmente as águas subterrâneas (RIOS, 2013). O inseticida a base de Profenofós + Cipermetrina pertence ao grupo químico organofosforado e piretroide, é um inseticida acaricida, com modo de contato e ingestão. A cipermetrina é bastante utilizada na agricultura devido à eficiência no combate de pragas, e pela persistência moderada no ambiente. É classificada como altamente tóxica para o meio ambiente e para os indivíduos expostos (SOUZA, 2021).

O inseticida a base de Imidacloprido + Bifentrina, pertence ao grupo químico Neonicotinoide + Piretroide, possui ação de contato e ingestão, altamente móvel e muito perigoso ao meio ambiente (classe II), além disso, é altamente persistente no meio ambiente. Neonicotinoides e Piretroides possuem rápida degradação pela temperatura e luminosidade, resultado em menor eficiência do produto quando pulverizado, alta solubilidade em água e longa persistência no solo (OLIVEIRA, 2020).

Para avaliar e compreender os resultados obtidos quando realizado a aplicação dos inseticidas via SDI é necessário analisar algumas características que classificam a movimentação no solo de produtos químicos, tais como a persistência, mobilidade e intervalo de segurança do produto químico, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Classificação de inseticidas com base nos dados fornecidos pela bula dos produtos sistêmicos.

| <b>Inseticida</b>         | <b>Int. Segurança (dias)</b> | <b>Persistência</b> | <b>Mobilidade</b> |
|---------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------|
| Metomil                   | 14 dias                      | Não-persistente     | Altamente móvel   |
| Imidacloprido+ Bifentrina | 30 dias                      | Não-persistente     | Altamente móvel   |
| Profenofós+Cipermetrina   | 30 dias                      | Não-persistente     | Altamente móvel   |
| Etiprole                  | 30 dias                      | Não-persistente     | S/informação      |

Os inseticidas METOMIL, IMIDACLOPRIDO+ BIFENTRINA e PROFENOFÓS+CIPERMETRINA, segundo a bula dos produtos químicos fornecidas pelo fabricante, são altamente móveis, podendo se deslocar no solo e atingir águas subterrâneas; o intervalo de segurança é de 14 dias, 21 dias e 30 dias, respectivamente, classificados como não persistentes, levando em consideração a meia vida do produto.

Por fim, o inseticida ETIPROLE, segundo a bula, é altamente persistente no meio ambiente, de acordo com o tempo de meia vida variar entre 100 e 365 dias; já em relação à mobilidade do produto no solo, a bula não fornece informações.

### **3.8. Tecnologia de aplicação para manejo fitossanitário – pulverização e quimigação**

Na agricultura, a aplicação de defensivos é sempre realizada objetivando o aperfeiçoamento. Tradicionalmente as aplicações têm sido realizadas através de pontas/bicos de pulverização (CHAIM et al., 1999). Os bicos para a pulverização são os principais componentes que garantem qualidade e a segurança da aplicação, sua função é pulverizar a calda sobre o estande inicial de planta; porém, dependendo do tamanho da gota, os jatos aplicados podem gerar deriva, um dos maiores problemas enfrentados durante a aplicação na agricultura (CUNHA et al., 2003). Além, disso, uma dificuldade é fazer com que as gotas pulverizadas atinjam de maneira eficaz além da camada superior das plantas, como as camadas inferiores do dossel da cultura, conhecido como “baixeiros” (MARQUES, 2018).

Outro fator limitante é a entrada de pulverizadores na lavoura, impedida dependendo da cultura implantada e da estatura da planta (CUNHA et al., 2013); ainda, a compactação do solo, viabilidade de locomoção em condições adversas, e possíveis danos ou morte das plantas, são consequências da utilização de pulverizados. Com tudo, a eficácia de controle de doenças ou pragas, também está diretamente relacionada ao tamanho de gota utilizado; gota fina, com maior cobertura do dossel e riscos de deriva; e gota grossa, menor evaporação e

maior risco de escoamento para o solo (MARQUES, 2018); sendo assim, a agricultura demanda por melhorias de aplicabilidade de defensivos em campo.

Em áreas irrigadas por métodos pressurizados, de aspersão e irrigação localizada, a aplicação de produtos químicos através da água de irrigação podem ter maior viabilidade, esta técnica é denominada quimigação. Dentre suas características, tem-se a redução de gastos operacionais e aplicação mais eficiente da solução (LIMA et al., 2018).

A quimigação é uma técnica que consiste na aplicação de produtos químicos por meio da água de irrigação, essa ferramenta possibilita aplicar inseticidas (insetigação), herbicidas (herbigação), fungicidas (fungigação), fertilizantes (fertirrigação), nematicidas (nematigação), ácidos, gás carbônico, cloro, reguladores de crescimento e produtos biológicos.

A técnica exige atenção com a quantidade e dose de produto utilizado, solubilidade e volume ideal para homogeneização da calda, além do respeito do tempo de avanço e injeção, determinados no dimensionamento do projeto (LIMA et al., 2018). Alguns autores relatam que a irrigação localizada, a aplicação de produtos sistêmicos é viável por serem aplicados no solo e possibilitarem a chegada do produto na parte aérea da planta; já na irrigação por aspersão, tanto o solo como a parte aérea das plantas podem ser contempladas, com aplicação em área total.

A primeira insetigação por gotejamento realizada com sucesso foi obtida no ano de 1985, com redução significativa do pulgão de espargos (*Brachy Corynella asparagi*) (KOLANTHASAMY et al., 2017). Azevedo et al. (2010) também avaliou o controle do pulgão (*Aphis craccivora*) no feijão (*Vigna unguiculata (L.)*), diante de duas tecnologias de aplicação, insetigação por meio do gotejamento e pulverização convencional, utilizando o inseticida em doses diferentes, obteve resultados equivalentes de controle em ambas as tecnologias, viabilizando a utilização.

Ainda, Cunha et al. (2013) avaliaram três tecnologias de aplicação, a pulverização terrestre, aérea e a insetigação realizada através da irrigação por aspersão com o objetivo de controlar a lagarta-do-cartucho na cultura do milho. Como resultado, o controle da praga foi semelhante nas três formas de aplicação, porém, houve maior deposição do produto nas folhas na aplicação terrestre e aérea do que na insetigação, esta obteve maior perda do inseticida no solo causado pela menor deposição nas plantas.

Pesquisas mostram a importância de se atentar sobre a solubilidade do inseticida em água, por meio da insetigação, adsorção do inseticida as partículas do solo, o tipo de solo (VIANA et al., 1998). Young (1980) e Silveira et al. (1987) relatam que no controle de pragas por insetigação, devido a possível lavagem das folhas quando aplicado por métodos de

aspersão, a adição de óleo em inseticidas insolúveis em água e solúveis em óleo, pode manter as gotas e aumenta as chances de se aderirem as folhagens e a cutícula do inseto (VIANA et al., 1998).

Porém, para o sucesso da técnica de quimigação, é importante conhecer o comportamento do produto químico aplicado no meio ambiente, já que a sua degradação pode ser rápida ou lenta.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Características da área experimental

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Uberlândia - Campus Monte Carmelo, localizado a oeste nos limites urbanos do município de Monte Carmelo – MG. Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de solos (2018) o solo da área experimental é classificado como LATOSSOLO VERMELHO, de textura argilosa. As coordenadas geográficas da área experimental são 18°43'39'91" S latitude e 47°31'20'48" W de longitude e altitude de 908 m. A precipitação média anual, segundo climate-data é de 1.444 mm e temperatura média anual de 21,2°C.

A Tabela 2 apresenta características granulométricas na camada 0 a 20 cm do solo da área experimental estudada. Com base no resultado das características granulométricas o solo pode ser classificado como ARGILOSO, ou seja, o teor de argila está entre 35% e 60%.

Tabela 2. Análise granulométrica da área experimental.

| Camada (cm) | Granulometria (g.kg <sup>-1</sup> ) |       |        |
|-------------|-------------------------------------|-------|--------|
|             | Areia total                         | Silte | Argila |
| 0-20        | 300                                 | 130   | 570    |

Em relação às características físico hídricas do solo, na Tabela 3 são apresentados os dados de capacidade de campo (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>), do ponto de murcha permanente (cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>), a capacidade total de água no sistema radicular (mm) e a capacidade real de água no sistema radicular (mm). Através da equação de Van Genuchten (1980), expressa na equação 1; os

parâmetros utilizados para o cálculo da curva de retenção de água no solo (CRAS), estão expostos na Tabela 4; assim como a curva elaborada, conforme a Figura 1.

Tabela 3. Característica física hídrica do solo da área experimental.

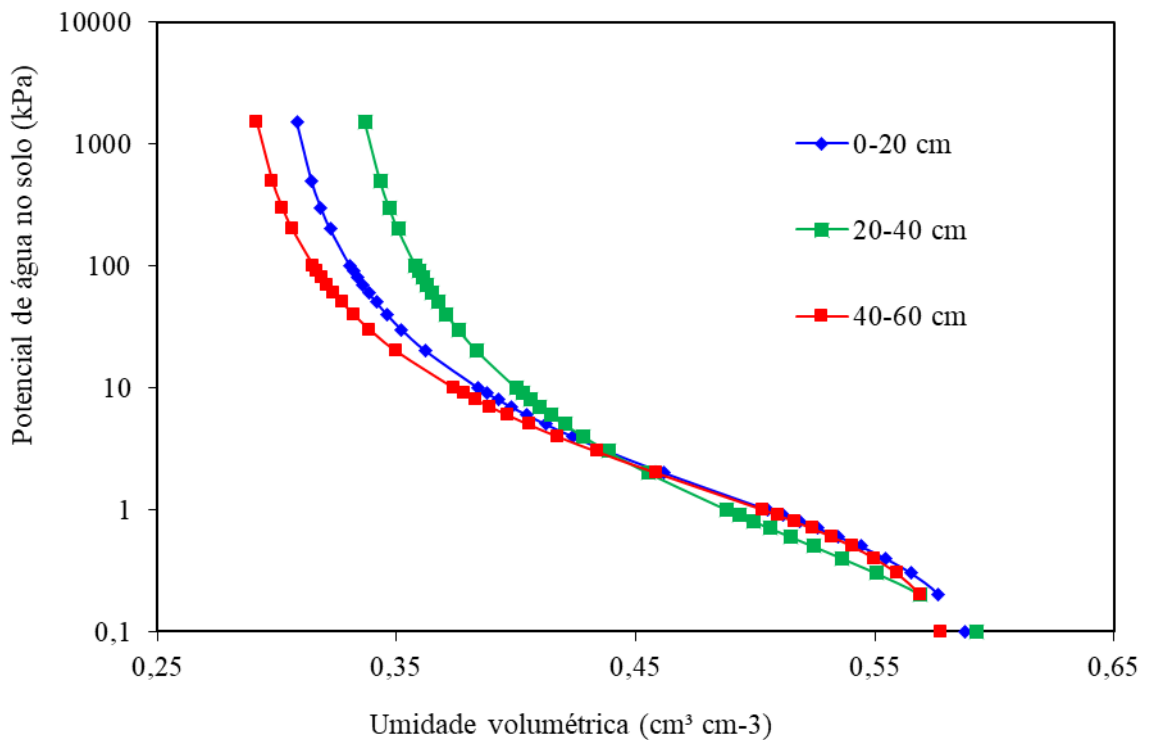
| Camada (cm) | Características físicos hídrica do solo           |  |                           |                          |
|-------------|---|--|---------------------------|--------------------------|
|             | $\theta_{CC}$ (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> ) | $\theta_{PMP}$ (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> ) | CAD <sub>Total</sub> (mm) | CAD <sub>Real</sub> (mm) |
| 0 – 20      | 0,393   | 0,301  | 55,08                     | 19,28                    |

$$\theta_{Solo} = \theta_{Residual} + \frac{(\theta_{Saturado} - \theta_{Residual})}{\left[1 + \left(\alpha \cdot |\Psi_{m\ solo} (cmca)|\right)^n\right]^{(1-1/n)}} \quad (1)$$

Tabela 4. Parâmetros utilizado na Equação de Van Genutchen (1980) para o cálculo da CRAS.

| Camada (cm) | r <sup>2</sup> | $\Theta_s$ | $\Theta_r$ | alfa   | $\Psi_m$ solo (cmca) | n      | m = 1-1/n |
|-------------|----------------|------------|------------|--------|----------------------|--------|-----------|
| 0 – 20      | 0,9900         | 0,5950     | 0,2980     | 0,1824 | 0,2980               | 1,4250 | 0,2982    |
| 20 - 40     | 0,9860         | 0,6160     | 0,3230     | 0,4010 | 0,3230               | 1,3427 | 0,2552    |
| 40 – 60     | 0,9900         | 0,5830     | 0,2810     | 0,1470 | 0,2810               | 1,4367 | 0,3040    |

Figura 1. Curva de retenção elaborada conforme a equação de Van Genutchen (1980).

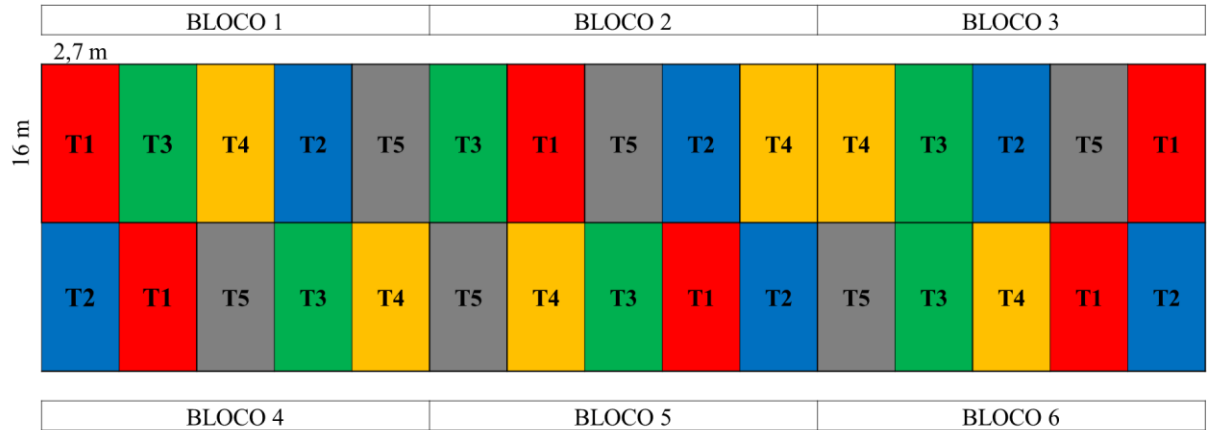


Foi obtida amostra do solo para caracterização de sua fertilidade, sendo encontrados os seguintes resultados: pH H<sub>2</sub>O = 5,9; P meh. = 16,1; K<sup>+</sup> = 0,51; Ca<sup>2+</sup> = 3,65; Mg<sup>2+</sup> = 1,12; Al<sup>3+</sup> = 0; H + Al = 2,52; V = 68%.

#### 4.2. Delineamento da área experimental

A área experimental contém dimensões equivalentes a 1.296 m<sup>2</sup>, sendo 40,5 m de largura e 32 m de comprimento. O trabalho foi conduzido em blocos casualizados com 5 tratamentos dispostos em 6 repetições, totalizando 30 parcelas experimentais, conforme a Figura 2.

Figura 2. Delineamento da área experimental.



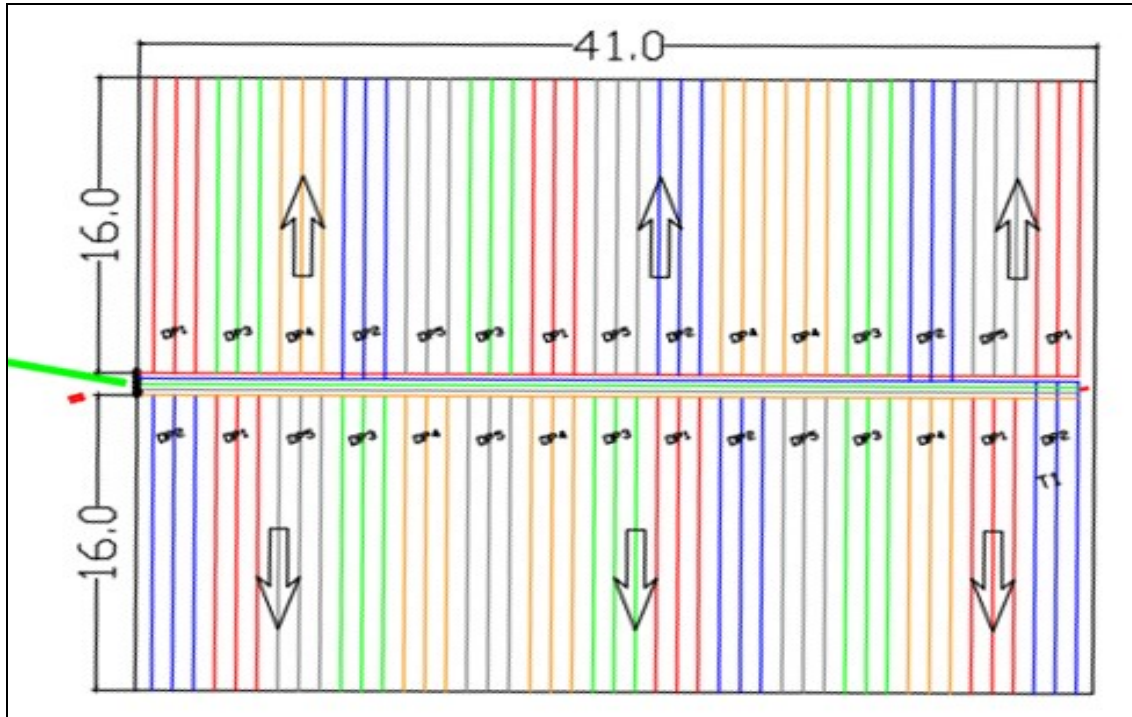
### 4.3. Instalação da irrigação na área experimental

O milho foi irrigado utilizando o sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial (Surface Drip Irrigation – SDI). A instalação foi realizada utilizando tubos gotejadores do modelo DripNet PC™ fabricados pela empresa NETAFIM, com vazão de  $1 \text{ L h}^{-1}$  e espaçamento entre emissores de 0,50 m, instalados com espaçamento de 0,90 m entre tubos gotejadores. Considerando a vazão e arranjo entre gotejadores, e espaçamento entre linhas laterais o sistema operou com uma intensidade de aplicação do sistema foi de  $2,2 \text{ mm h}^{-1}$ .

O SDI foi instalado no subsolo por um implemento de haste fixa, a uma profundidade entre 0,20 m e 0,25 m da superfície do solo. O projeto de irrigação foi dimensionado conforme a Figura 5, com cinco válvulas no cavalete central, onde cada válvula controlava 6 parcelas/blocos com disposição aleatorizada. Cada parcela era composta por 3 tubos gotejadores com comprimento de 16 metros.

A filtração da água de irrigação e da solução de fertirrigação foi realizada por filtragem de disco, com malha de filtragem de 120 mesh. Um reservatório de 20.000 L de água foi utilizado para fornecer água ao sistema, que operava de forma setorial para cada um dos 5 setores de irrigação, isto é, para cada um dos 5 tratamentos estudados, conforme a Figura 3.

Figura 3. Layout da instalação do projeto de irrigação no experimento.



O manejo da irrigação foi realizado com base na experiência e recomendação técnica da empresa fornecedora dos equipamentos, NETAFIM Brasil. No geral, realizou-se o manejo com turno de rega fixo a cada 5 dias com lâmina bruta de irrigação de 22 mm, isto é, um tempo de irrigação de 10 h.

#### 4.4. Semeadura e tratos culturais

O experimento foi estabelecido com a cultura do milho, híbrido K8774 PRO3, desenvolvido pela KWS, com características de: ciclo precoce, alto potencial produtivo, tolerante ao acamamento e ao quebramento, possui sanidade foliar, além da tecnologia PRO3 resistência a *Spodoptera*. É recomendado para safra verão e ampla adaptação para a safrinha em todo território brasileiro; pode ser destinado para grãos com característica semiduro com cor variando entre amarelo e alaranjado, e para silagem (KWS, 2022).

Na área experimental, foi aplicado herbicida 1 dia após a semeadura, utilizando 3 L/ha de glifosato e 1 L/ha de 2,4-D e, após 12 dias foi aplicado 2,4-D novamente. A semeadura foi realizada no dia 22/04/2021, de maneira tardia, tratadas com Fipronil (80 mL/100 kg de semente) e visando uma população de 60.000 plantas/ha com o objetivo de garantir um

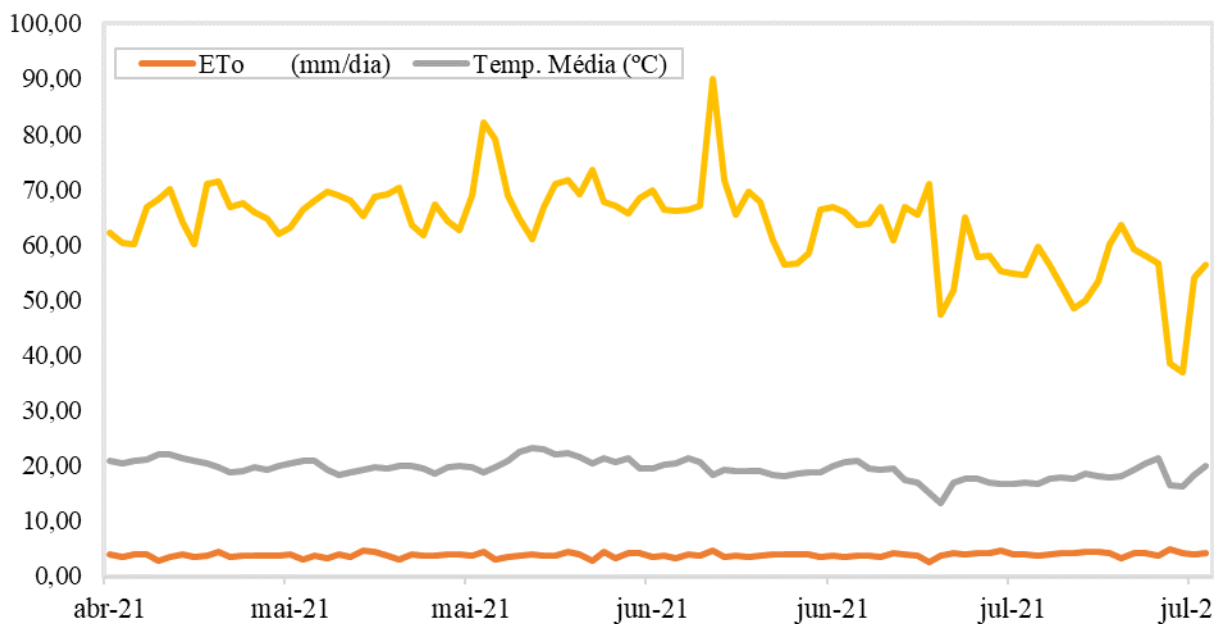


estande inicial de planta, foi utilizado 3 sementes por metro, com espaçamento entre linhas de cultivo de 0,50 m.

No momento da semeadura, foi realizado a adubação de cobertura, utilizando 28,6kg/ha ureia e 222kg/ha (8-28-16), no total, as pontuações de NPK fora de 121, 62 e 65 pontos, respectivamente (incluindo o parcelamento realizado na fertirrigação). Não foi aplicado fungicida no cultivo do milho. O experimento foi conduzido até dia 27/07/2021 devido ao ataque severo das pragas, com 92 dias de cultivo.

Como a cultura foi implementada de maneira tardia, a temperatura média dos dias que foi cultivado o milho pode ter interferido o desenvolvimento da cultura, de acordo com os dados obtidos através da estação meteorológica instalada na universidade, próximo ao campo experimental, expresso na Figura 4.

Figura 4. Dados de temperatura (°C), UR Média (%) e ETo (mm/dia) obtidos através da estação meteorológica.



Com base nos resultados da análise de fertilidade e exigências nutricionais da cultura disponibilizados pela equipe técnica NETAFIM, a adubação foi dividida em duas etapas, a primeira foi realizada no plantio, adubação de base, e a segunda adubação foi subdividida em 5 aplicações por meio da fertirrigação, apresentada na Tabela 5 e na Tabela 6. As fontes de adubação de base foram ureia granulada e o formulado 8-28-16. Para a fertirrigação, foi utilizado Ureia da empresa YaraTera, KRISTA MOP (60% KCl), ácido bórico (17% B), YaraTera KRISTA MAP (12% N e 61% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Tabela 5. Adubação de base utilizada no experimento.

| Adubação de base  | N                       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
|-------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|
|                   | (Kg. ha <sup>-1</sup> ) |                               |                  |
| 28,6 kg/ha ureia  | 13                      | 0                             | 0                |
| 222 kg/ha 8-28-16 | 18                      | 62                            | 35               |

Tabela 6. Parcelamento da adubação utilizada no experimento através da fertirrigação.

| Fases                                | Aplicação |       |      |       |         |         |      |    |
|--------------------------------------|-----------|-------|------|-------|---------|---------|------|----|
|                                      | VE        | V1/V2 | V4   | V7/V8 | V10/V11 | V14/V15 | Pend | R1 |
| Dias                                 | 0         | 10    | 20   | 30    | 40      | 50      | 60   | 70 |
| Fertirrigação (kg ha <sup>-1</sup> ) |           |       |      |       |         |         |      |    |
| N                                    | 0         | 0     | 13,5 | 18    | 22,5    | 22,5    | 13,5 | 0  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>        | 0         | 0     | 0    | 0     | 0       | 0       | 0    | 0  |
| K <sub>2</sub> O                     | 0         | 0     | 15   | 0     | 0       | 15      | 0    | 0  |
| B                                    | 0         | 0     | 0,15 | 0     | 0       | 0,15    | 0    | 0  |

VE = Emergência; V2/V3 = Segunda/Terceira folha desenvolvida; V4 = Quarta folha desenvolvida; V7/V8 = Sétima/Oitava folha desenvolvida; V10/V11 = Décima/Décima primeira folha desenvolvida; V14/V15 = Décima quarta/quinta folha desenvolvida; Pend = Pendoamento; R1= Embocamento/Polinização. (MAGALHÃES et al., 2006)

Quando planejado, para a injeção de fertilizantes, foi realizada a regulagem do registro manualmente, para que a solução fosse injetada por um período de 2 horas, e que houvesse pelo menos 30 minutos de pressurização do sistema de irrigação antes da injeção dos fertilizantes. Na preparação da calda a ser aplicada, a homogeneização foi realizada manualmente na caixa superior com volume de 500 L e transposta por gravidade na caixa inferior do mesmo volume, por fim, a solução foi injetada, conforme a Figura 5. O mesmo aconteceu para a aplicação dos tratamentos via insetigação, reduzindo apenas o período de injeção em 1 hora.

Figura 5. Estrutura para injeção de defensivos via água de irrigação (Quimigação).



Para as aplicações dos inseticidas via pulverização terrestre, foi utilizado um pulverizador costal pressurizado por CO<sub>2</sub> da marca Herbicat, conforme a Figura 6, atuando sob pressão constante de 2,5 bar. Para distribuição da calda dos produtos químicos, foi utilizada uma barra composta por quatro pontas do tipo leque, marca HYPRO guardian, modelo GRD120-02, destaca-se que o equipamento foi calibrado para aplicação de um volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup>. Os tratamentos seguiram a recomendação da maior dose dos fabricantes, conforme descrição nas bulas dos produtos utilizados.

Figura 6. Equipamento utilizado para a aplicação terrestre (Pulverização).



#### 4.5. Tratamentos

Neste trabalho foi testado a aplicação de tratamentos químicos de inseticidas aplicados via pulverização terrestre e via SDI, conforme a Tabela 7 e Figura 7.

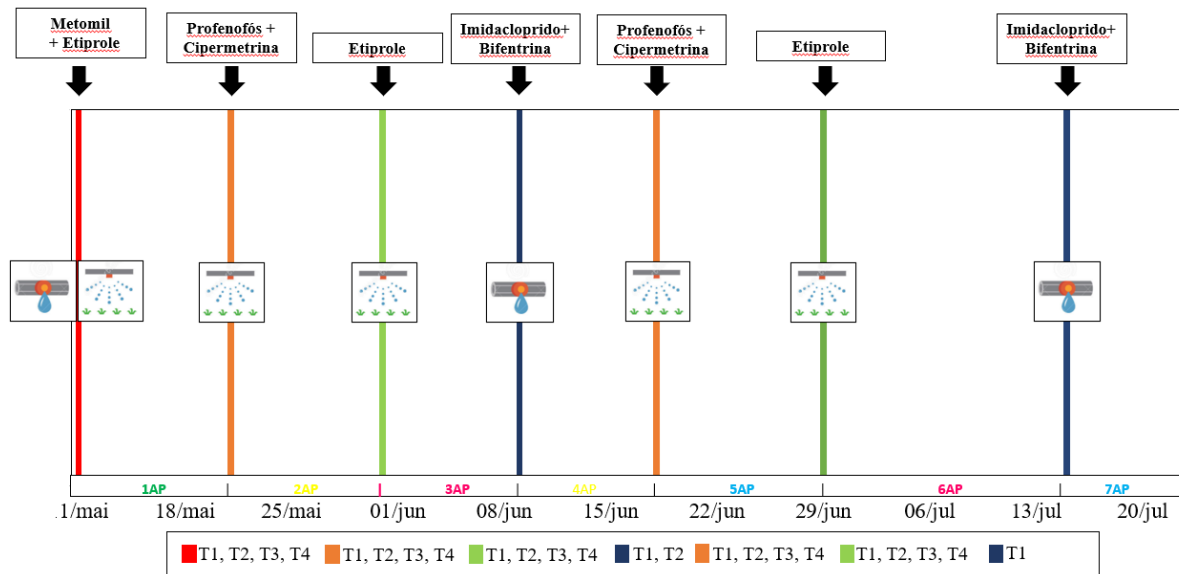
Tabela 7. Descrição dos dias de aplicações dos tratamentos na área experimental.

| <b>1ª Aplicação - 11/05/2021</b> |                           |                              |                                 |                                |
|----------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| <b>Trat.</b>                     | <b>Ingrediente ativo</b>  | <b>Grupo Químico</b>         | <b>Dose (L.ha<sup>-1</sup>)</b> | <b>Tecnologia de Aplicação</b> |
| 1, 2, 4                          | METOMIL                   | METILCARBAMATO DE OXIMA      | 0,6                             | Insetigação                    |
| 5                                | ETIPROLE                  | FENILPIRAZOL                 | 1,0                             | Pulverização                   |
| <b>2ª Aplicação - 23/05/2021</b> |                           |                              |                                 |                                |
| 1, 2, 3, 4                       | PROFENOFÓS + CIPERMETRINA | ORGANOFOSFORADO + PIRETROIDE | 0,40                            | Pulverização                   |
| <b>3ª Aplicação - 02/06/2021</b> |                           |                              |                                 |                                |

|                                  |                              |                                 |      |              |
|----------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------|--------------|
| 1, 2, 3, 4                       | ETIPROLE                     | FENILPIRAZOL                    | 1,0  | Pulverização |
| <b>4º Aplicação - 11/06/2021</b> |                              |                                 |      |              |
| 3, 4                             | (-)                          | (-)                             | (-)  | (-)          |
| 1, 2                             | IMIDACLOPRIDO+<br>BIFENTRINA | NEONICOTINOIDE +<br>PIRETROIDE  | 0,40 | Insetigação  |
| <b>5º Aplicação - 19/06/2021</b> |                              |                                 |      |              |
| 1, 2, 3, 4                       | PROFENOFÓS +<br>CIPERMETRINA | ORGANOFOSFORADO +<br>PIRETROIDE | 0,40 | Pulverização |
| <b>6º Aplicação - 01/07/2021</b> |                              |                                 |      |              |
| 1, 2, 3, 4                       | ETIPROLE                     | FENILPIRAZOL                    | 1,0  | Pulverização |
| <b>7º Aplicação - 16/07/2021</b> |                              |                                 |      |              |
| 2, 3, 4                          | (-)                          | (-)                             | (-)  | (-)          |
| 1                                | IMIDACLOPRIDO+<br>BIFENTRINA | NEONICOTINOIDE E<br>PIRETROIDE  | 0,40 | Insetigação  |

(-) = não houve aplicação de inseticida.

Figura 7. Aplicações dos tratamentos experimentais sob diferentes tecnologias de aplicação.



Os tratamentos foram submetidos a aplicações de inseticidas com diferentes arranjos de tecnologia de aplicação, a fim de testar sua eficácia para estratégias distintas de controle.

No primeiro tratamento (T1) foram realizadas três aplicações via SDI e quatro via pulverização terrestre; a última aplicação via SDI foi realizada em momento que a entrada na área com tratores é impossibilitada, devido ao desenvolvimento da cultura; para avaliar se aplicação possibilitada pela tecnologia SDI proporcionaria um controle maior do que os demais tratamentos, logo, aproveitando as oportunidades que o pacote tecnológico SDI pode oferecer, apesar do uso de ambas as tecnologias.

O segundo tratamento (T2) difere do anterior por haver uma aplicação via sistema de irrigação SDI a menos, com objetivo de verificar se o acréscimo da aplicação via SDI imposta no T1 realmente promove maior controle das pragas na cultura do milho.

As parcelas submetidas ao tratamento três (T3) receberam apenas a aplicação via pulverização terrestre, cenário que reflete o pacote tecnológico de aplicação adotado por grande parte dos produtores, isto é, somente a pulverização terrestre. Por fim, o tratamento 4 (T4) recebeu apenas uma aplicação via sistema de irrigação e o restante via pulverização, em contrapartida com o tratamento anterior (T3), com objetivo de verificar se a aplicação via SDI tem alguma diferença do tratamento sem aplicação. Infelizmente as informações do tratamento 5 (testemunha) foram perdidas durante a execução do experimento.

#### 4.4. Monitoramento de clima e solo.

Para o monitoramento ambiental, utilizaram-se os dados de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento ( $\text{m s}^{-1}$ ), radiação solar global ( $\text{W m}^{-2}$ ) e chuva (mm) obtidos pela estação meteorológica localizada na Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo – MG. Para validar a metodologia de manejo de irrigação utilizada no trabalho, realizou-se a estimativa do balanço hídrico climatológico de cultivos parametrizado com os dados de solo, clima e manejo adotados na lavoura.

Ainda, para caracterizar a disponibilidade hídrica no sistema agrícola, realizou-se o monitoramento da tensão de água no solo por meio de medidas de tensiometria, com leituras diárias de quatro baterias de tensiômetros. As hastes tensiométricas foram instaladas em três profundidades 0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, com uma bateria disposta no tratamento 1 e outra no tratamento 2, conforme a Figura 8.

Figura 8. Profundidades de instalação das hastes tensiométricas.



#### **4.6. Monitoramento biométrico de planta e população de pragas.**

Foram realizadas as avaliações biométricas na cultura do milho nas datas de: 19/05/2021; 31/05/2021; 18/06/2021; 28/06/2021 e 14/07/2021. Em cada avaliação foram obtidas medidas de altura de plantas e diâmetro de caule, para execução destas avaliações foram utilizados uma trena e um paquímetro, respectivamente. Para a avaliação de altura, a altura da planta era determinada medindo rente a superfície do solo (0 cm) até a última folha desenvolvida; para avaliação do diâmetro, o caule era medido a 1 cm da superfície do solo. Foram avaliadas 5 plantas por parcela, no qual toda avaliação foi realizada na mesma planta, que recebeu identificação com fitilho. Ao total, foram avaliadas 150 plantas de milho por avaliação.

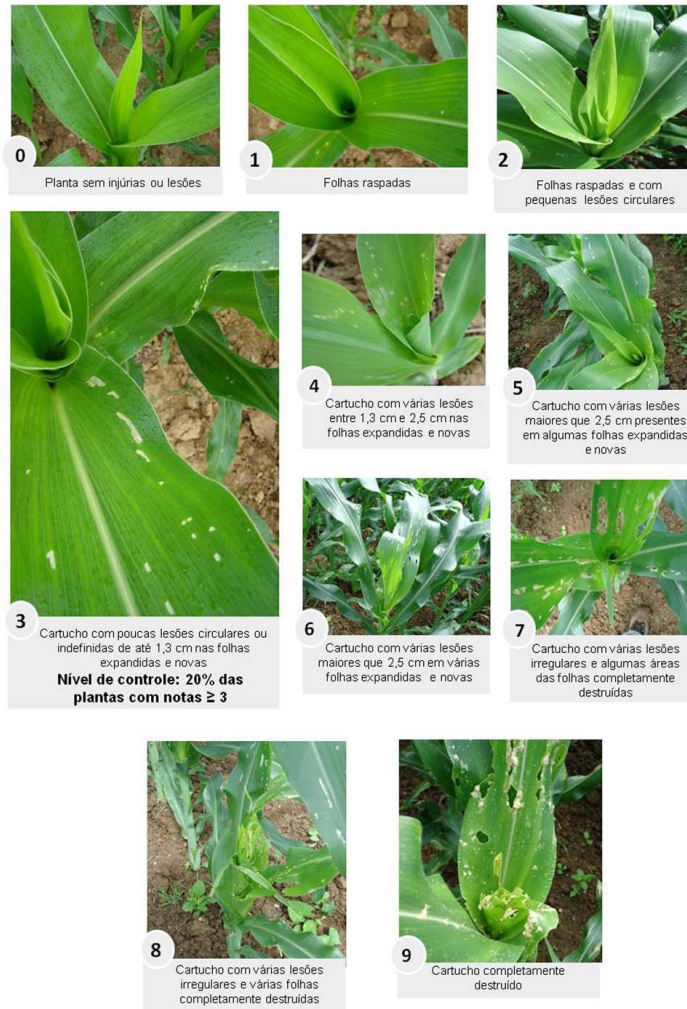
A definição do momento das avaliações e o número total de avaliações de pragas respeitaram o critério: 1 dia antes da aplicação (1DAP), três dias depois da aplicação (3DDP), cinco dias (5DDP) e por fim, sete dias após a aplicação (7 DDP), que também seria a avaliação que antecede a próxima aplicação (1DAP). A seleção das plantas a serem avaliadas foi feita ao acaso, sendo 5 plantas por parcela, e 150 plantas por avaliação.

Para a cigarrinha-do-milho, foram realizadas 23 avaliações nas datas: 11/05/2021; 14/05/2021; 19/05/2021; 21/05/2021; 26/05/2021; 18/05/2021; 31/05/2021; 05/06/2021; 07/06/2021; 09/06/2021; 14/06/2021; 16/06/2021; 18/06/2021; 21/06/2021; 25/06/2021; 29/06/2021; 05/07/2021; 07/07/2021; 09/07/2021; 15/07/2021; 19/07/2021; 20/07/2021 e 22/07/2021, nas quais o número de indivíduos presentes em cada uma das 5 plantas monitoradas na parcela experimental era registrado.

Para a avaliação da lagarta-do-cartucho, o registro fotográfico foi a ferramenta utilizada para análise, onde foram atribuídas notas referentes às injúrias causadas pela praga ao longo das 22 avaliações que foram realizadas, nas datas: 14/05/2021; 19/05/2021; 21/05/2021; 26/05/2021; 18/05/2021; 31/05/2021; 05/06/2021; 07/06/2021; 09/06/2021; 14/06/2021; 16/06/2021; 18/06/2021; 21/06/2021; 25/06/2021; 29/06/2021; 05/07/2021; 07/07/2021; 09/07/2021; 15/07/2021; 19/07/2021; 20/07/2021 e 22/07/2021. A escala proposta por Davis et al. (1992) foi o parâmetro utilizado para qualificar os danos causados na planta, com pontuações que variam de 0 a 9, assim como descrito na Figura 9.

Os dados foram analisados estatisticamente pelo programa SISVAR, submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 9. Escala Davis para avaliação de dano causado pela lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* ao milho. Notas de: 0 (sem danos) a 9 (cartucho completamente destruído).



Fonte: TEODORO *et al.* (2015).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Avaliação do manejo hídrico da cultura via sistema de irrigação SDI

Os dados das lâminas de irrigação aplicadas e simuladas por balanço hídrico climatológico estão representados nas Figuras 10 e 11.

Figura 10. Estudo do balanço hídrico de cultivo – simulado

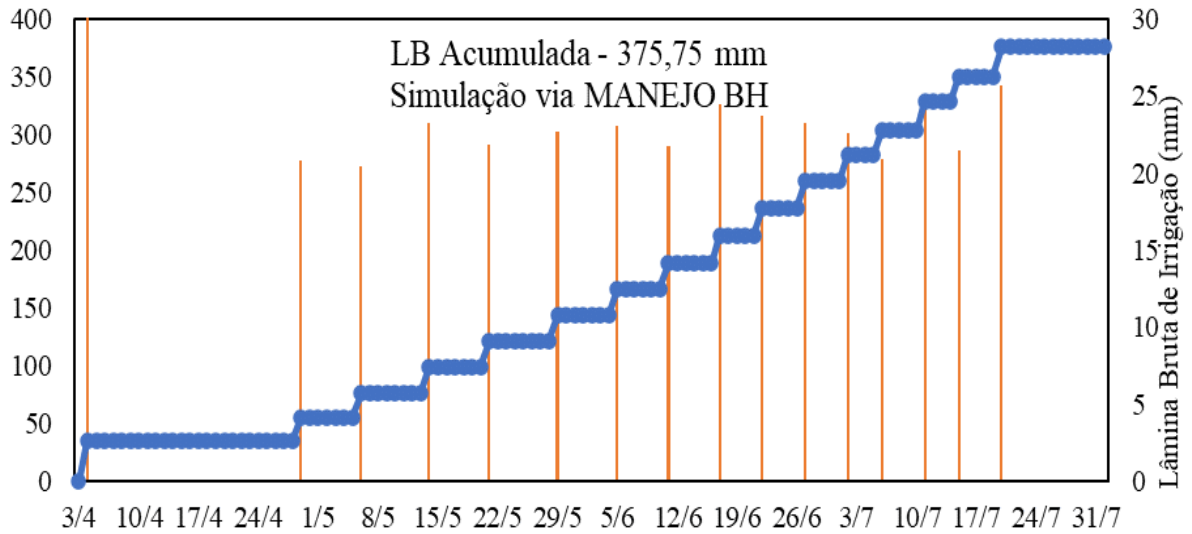
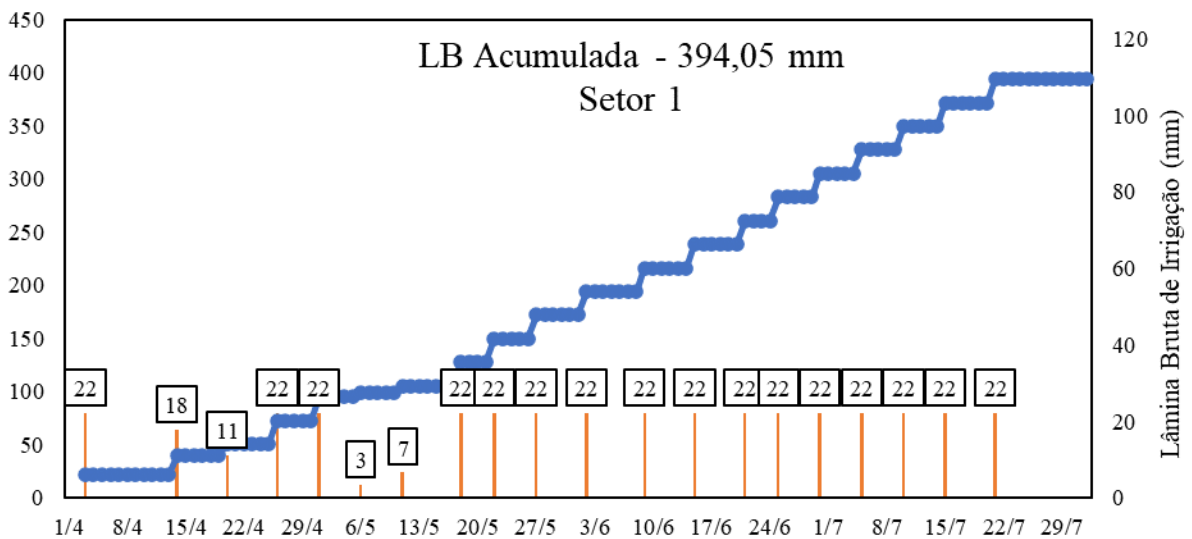


Figura 11. Estudo do balanço hídrico de cultivo – realizado

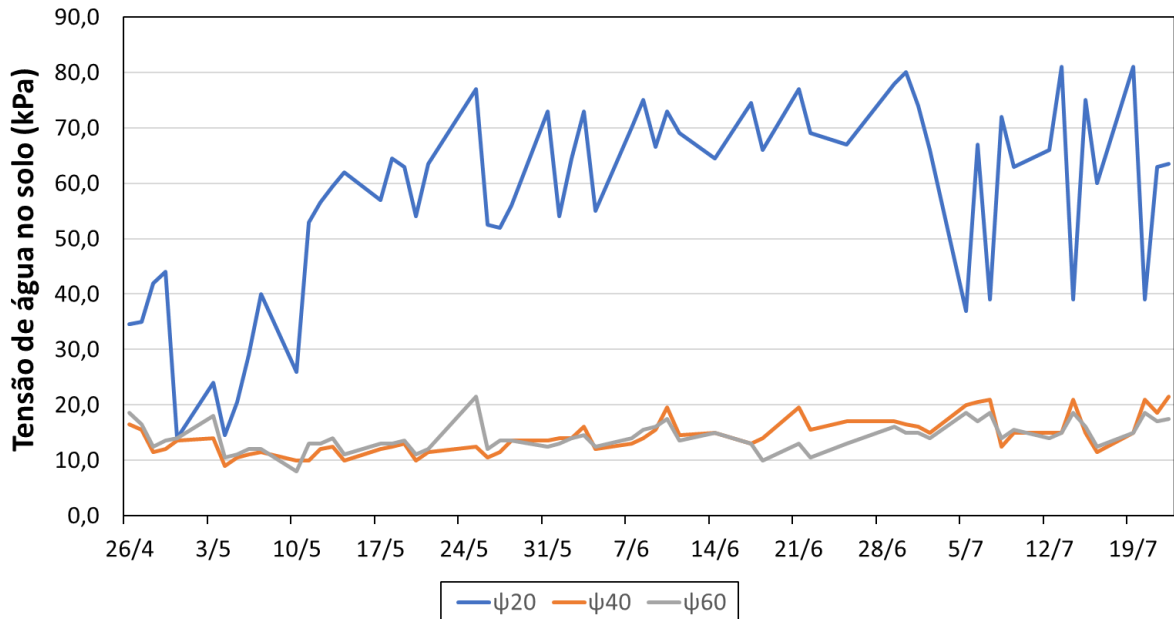


Como resultado do balanço hídrico, a lâmina bruta acumulada simulada apresentou um valor de 375,75 mm, e a lâmina bruta acumulada realizada um valor de 394,05 mm, demonstrando uma diferença de 18,3 mm a mais no total de irrigação realizado. Este montante é relativamente pequeno (5% ou 8 horas a mais de irrigação). Assim, esse valor comprova que a estratégia de manejo adotada, não excedeu grande quantidade de água quando comparado à estratégia de manejo simulada, que reflete o processo de decisão usualmente adotado, que considera dados climáticos da estação meteorológica e a necessidade hídrica demandada pela cultura. Segundo Carvalho *et al.* (2013), a exigência hídrica da cultura pode variar entre 500 e 800 mm



O resultado da tensiometria, expresso na Figura 12, indica que na camada mais superficial o tensiômetro possui maior tensão de água no solo, ou seja, havia menor volume de água nessa camada. Já os tensiômetros instalados nas camadas mais inferiores, de 20 a 40 cm e 40 a 60 cm mostraram estabilidade nas tensões.

Figura 12. Análise das leituras de tensiometria no campo experimental.



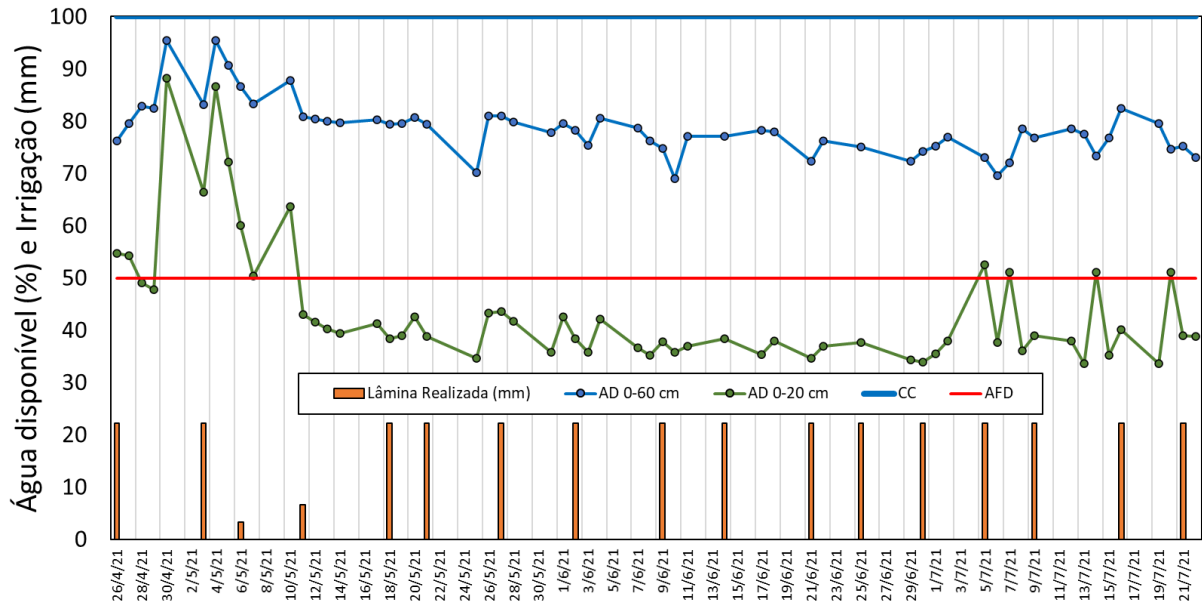
Esse resultado indica que a desestruturação do solo imposta pela instalação do sistema de irrigação ocasionou alterações das propriedades físicas do solo. Além disso, a estruturação do solo foi prejudicada com a ausência de equipamento destorroador compactador após a instalação, que poderia amenizar o impacto negativo da baixa acomodação da camada superficial do solo, assentando o solo, facilitando a distribuição da água no solo e mantendo a umidade (FIDELIS et al. 2020). Barros et al. (2009) desenvolveu um trabalho com objetivo de analisar a distribuição de água no solo por gotejamento enterrado e superficial, e somente realizou leituras de umidade do solo após o período de reestruturação, próximo a dois meses.

No entanto, além do processo de reestruturação do solo, a primeira semeadura na área experimental foi com a cultura do milho; logo, a ausência de cobertura morta na superfície do solo, também pode ter influenciado na disponibilidade de água no solo nas camadas mais superficiais. Ademais, as condições físicas do solo são influenciadas de forma direta pelas plantas de cobertura, pois estas melhoram as condições do solo em detrimento das raízes e biomassa (FONSECA, 2017).

O comportamento da dinâmica da água no solo é representado pela figura 13, onde alguns fatores são analisados, como a água disponível na camada de 0 a 20 cm e na camada de

0 a 60 cm, a lâmina realizada (mm), a capacidade de campo (CC) e a água facilmente disponível (AFD).

Figura 13. Comportamento da dinâmica da água no solo via SDI.



Como resultado, com base na irrigação realizada, na camada superficial (0 – 20 cm) a água disponível para as plantas esteve muito abaixo da faixa representada pela água facilmente disponível (AFD) para a cultura. Já na camada mais profunda, entre 40 e 60 cm, a disponibilidade hídrica foi satisfatória, fato justificado pela ausência de interferência. Esse comportamento nas camadas mais superficiais pode ter influenciado negativamente a ação dos inseticidas devido o produto estar diluído na água de irrigação.

Sendo assim, protocolos referentes ao processo de implementação do SDI são pautados, como a reestruturação do solo após a instalação, através do plantio de plantas de cobertura para permitir a germinação de um cultivo consecutivo, ajuste na estratégia de manejo para manutenção do armazenamento de água no solo, realizado por meio de ciclos de irrigações (JÚNIOR et al., 2021).

## 5.2. Controle de *Dalbulus maidis* e *Spodoptera frugiperda*

Com relação aos resultados obtidos com os tratamentos aplicados na primeira aplicação do dia 11/05/2021, na qual se utilizou o inseticida a base de Metomil e Etiprole, aplicados via quimigação no tratamento 1, 2 e 4; e pulverização no tratamento 3, não foram

obtidas diferenças significativas no controle de ambas as pragas entre os tratamentos efetuados (Tabelas 8 e 9).

Tabela 8. Avaliação da população de Cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) na primeira aplicação do inseticida a base de METOMIL + ETIPROLE.

| Tratamento | Avaliação da população de cigarrinha-do-milho |              |              |              |
|------------|---|--------------|--------------|--------------|
|            | 11/05 (1DAP)                                  | 14/05 (3DDP) | 19/05 (5DDP) | 21/05 (7DDP) |
| 1          | 7.06 a  | 9.13 a       | 21.70 a      | 19.33 a      |
| 2          | 9.26 a  | 11.43 a      | 23.36 a      | 18.50 a      |
| 3          | 7.93 a  | 11.90 a      | 26.60 a      | 21.16 a      |
| 4          | 7.96 a  | 10.20 a      | 28.76 a      | 19.80 a      |
| CV (%)     | 34.51   | 58.27        | 54.50        | 43.60        |

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 9. Avaliação nota de dano causado pela Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) na primeira aplicação do inseticida a base de METOMIL + ETIPROLE.

| Tratamento | Avaliação Nota de dano |              |              |
|------------|------------------------|--------------|--------------|
|            | 14/05 (3DDP)           | 19/05 (5DDP) | 21/05 (7DDP) |
| 1          | 1.26 a                 | 2.26 a       | 2.86 a       |
| 2          | 1.50 a                 | 3.00 a       | 2.66 a       |
| 3          | 1.10 a                 | 2.83 a       | 2.80 a       |
| 4          | 1.33 a                 | 2.63 a       | 3.16 a       |
| CV (%)     | 61.89                  | 31.22        | 36.66        |

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Diferente dos resultados observados neste trabalho, Sousa (2018) obteve resultados positivos no controle da lagarta-do-cartucho ao avaliar o efeito do inseticida químico e biológico; no qual o inseticida a base de metomil anulou a presença de lagartas logo após a aplicação, demonstrando alta toxicidade, o contrário aconteceu com o biológico, que apesar de também apresentar eficiência no controle, demonstrou ação lenta. Ainda, Cruz et al. (1982) avaliaram a aplicação do mesmo inseticida químico via líquida (pulverizada) e via granulada e observaram o baixo poder residual e menor eficiência no controle da lagarta-do-cartucho via pulverização, ao ser comparada com aplicação granulada.

Sendo assim, apesar de existirem trabalhos indicando que a aplicação do metomil é eficiente no controle da lagarta-do-cartucho, para as técnicas de aplicação testadas, a população da praga não diferiu dos demais tratamentos. Corroborando estes resultados; Viana et al. (1998) ao avaliarem o controle da lagarta-do-cartucho no milho com inseticidas

aplicados via irrigação por aspersão, dentre eles o metomil e cipermetrina, foi observado que ambos não atingiram eficiência no controle da praga.

Destaca-se que a primeira aplicação foi realizada 12 DAE (dias após a emergência), período relativamente curto quando considerado o espectro de abrangência do tratamento de sementes realizado. Sendo assim, apesar do fabricante indicar que o controle da cigarrinha-do-milho na cultura do milho, deve ser realizado no início da infestação (primeiras ninfas e adultos), considerando que a semeadura foi realizada de maneira tardia, e ao lado da área experimental havia a presença do cultivo da mesma cultura.

Oliveira (2000) afirma que a cigarrinha-do-milho tem preferência a lavouras de milho recém emergidas para colonizar (MARQUES et al., 2019; FARIA et al., 2018); e muito provavelmente os insetos adultos e infectados pelos mollicutes migraram para a área experimental. Esses fatores somados a alta infestação de cigarrinha-do-milho, impactaram na baixa eficiência de controle.

Uma das dificuldades em aplicar inseticida na água de irrigação é em relação ao alto volume de água que é utilizada para a baixa dose dissolvida nessa água, podendo afetar a eficiência de distribuição do inseticida, comprometendo a ação do produto a praga, mesmo que em condições de produtos sistêmicos.

A segunda aplicação foi realizada no dia 23/05/2021, utilizando o inseticida a base de profenofós + cipermetrina, onde todos os tratamentos receberam aplicação via pulverização. O resultado obtido nas quatro avaliações não apresentou diferença significativa no controle de ambas as pragas entre os tratamentos empregados (Tabelas 10 e 11).

Tabela 10. Avaliação da população de Cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) na segunda aplicação do inseticida a base de PROFENOFÓS + CIPERMETRINA.

| Tratamento | Avaliação da população de cigarrinha-do-milho |              |              |              |
|------------|---|--------------|--------------|--------------|
|            | 22/05 (1DAP)                                  | 26/05 (3DDP) | 28/05 (5DDP) | 31/05 (7DDP) |
| 1          | 19.33 a                                       | 17.30 a      | 23.23 a      | 20.33 a      |
| 2          | 18.50 a                                       | 22.83 a      | 21.26 a      | 23.10 a      |
| 3          | 21.16 a                                       | 20.70 a      | 24.80 a      | 19.50 a      |
| 4          | 19.80 a                                       | 20.06 a      | 24.26 a      | 22.33 a      |
| CV (%)     | 43.60   | 44.75        | 21.39        | 82.96        |

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 11. Avaliação nota de dano causado pela Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) na segunda aplicação do inseticida a base de PROFENOFÓS + CIPERMETRINA.

| Tratamento | Avaliação Nota de dano |
|------------|------------------------|
|------------|------------------------|

|          | 22/05 (1DAP) | 26/05 (3DDP) | 28/05 (5DDP) | 31/05 (7DDP) |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>1</b> | 2.86 a       | 3.23 a       | 3.73 a       | 4.56 a       |
| <b>2</b> | 2.66 a       | 3.73 a       | 4.20 a       | 4.46 a       |
| <b>3</b> | 2.80 a       | 3.70 a       | 3.50 a       | 4.83 a       |
| <b>4</b> | 3.16 a       | 4.00 a       | 3.73 a       | 4.73 a       |
| CV (%)   | 36.66        | 17.74        | 21.04        | 10.28        |

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Toscano et al. (2010) relataram que ao avaliar o controle químico da lagarta-do-cartucho e a interação de híbridos de milho na safrinha, concluíram que os inseticidas a base de piretroide e benzoilureia reduziram os danos na planta promovidos pelo ataque da lagarta. Ainda, Rosa et al. (2012) ao avaliarem a eficiência de inseticidas no controle da lagarta-do-cartucho aplicados via tratamento de sementes (TS) e via foliar na cultura do milho, notaram que os inseticidas via TS proporcionaram proteção até 10 DAE (dias após emergência); e via foliar, os inseticidas flubendiamida, lufenuron e cipermetrina proporcionaram menor índice de plantas danificadas do que os demais tratamentos. Contudo, resultados positivos de redução da população da praga também se mostram eficientes em análise laboratorial, como por exemplo, Ribeiro Neto (2019), que obteve resultados satisfatórios de controle da lagarta no estágio de 2º e 3º instar, utilizando o inseticida a base de Profenofós + Cipermetrina e o inseticida a base de neonicotinoide e piretroide.

Apesar de diversos trabalhos indicarem que a aplicação do Profenofós + Cipermetrina é eficiente no controle da lagarta-do-cartucho; nas condições deste experimento a aplicação do inseticida por meio da insetigação e pulverização não diferiram significativamente e a eficiência de controle foi baixa para todos os tratamentos (< 80%). Wangen et al. (2015) ao avaliarem o controle da lagarta-do-cartucho no milho com inseticidas de diferentes grupos químicos, Lambda-cialotrina + Chlorantraniliprole, Metoxifenzida e Cipermetrina, também não alcançaram eficiência de controle satisfatória.

Faria (2018) ao avaliar o controle químico de cigarrinha-do-milho na cultura do milho através da pulverização foliar, com inseticidas de diversos grupos químicos, entre eles, Polytrin 400 CE e Galil SC (Neonicotinóide + Piretróide), mostrou que somente o controle químico não foi eficiente para a redução populacional dessa praga. Ainda, Marques (2018) ao avaliar o controle da mesma praga, sob duas tecnologias de aplicação, pulverização convencional e eletrostática; nesta, obteve maior eficiência no controle utilizando menor taxa de aplicação (35 L a 50 L ha<sup>-1</sup>), devido a maior deposição de calda que possibilita atingir o

alvo. Logo, além do desenvolvimento de produtos químicos, é necessário validar a tecnologia de aplicação para obtenção de resultados positivos.

A terceira aplicação foi realizada no dia 02/06/2021, utilizando o inseticida a base de etiprole, onde todos os tratamentos receberam aplicação via pulverização. O resultado obtido nas quatro avaliações não apresentou diferença significativa no controle de ambas as pragas entre os tratamentos analisados (Tabelas 12 e 13).

Tabela 12. Avaliação da população de Cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) na terceira aplicação do inseticida a base de ETIPROLE.

| Tratamento | Avaliação da população de cigarrinha-do-milho |              |              |              |
|------------|---|--------------|--------------|--------------|
|            | 31/05 (1DAP)                                  | 05/06 (3DDP) | 07/06 (5DDP) | 09/06 (7DDP) |
| 1          | 20,33 a                                       | 17,46 a      | 16,90 a      | 20,30 a      |
| 2          | 23,10 a                                       | 19,36 a      | 19,20 a      | 19,20 a      |
| 3          | 17,56 a                                       | 18,00 a      | 21,96 a      | 18,33 a      |
| 4          | 22,33 a                                       | 19,86 a      | 19,20 a      | 16,33 a      |
| CV (%)     | 82,74   | 33,40        | 22,50        | 35,39        |

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 13. Avaliação nota de dano causado pela lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) na terceira aplicação do inseticida a base de ETIPROLE.

| Tratamento | Avaliação Nota de dano |              |              |              |
|------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|
|            | 31/05 (1DAP)           | 05/06 (3DDP) | 07/06 (5DDP) | 09/06 (7DDP) |
| 1          | 4,56 a                 | 3,26 a       | 4,16 a       | 3,66 a       |
| 2          | 4,46 a                 | 2,53 a       | 4,43 a       | 3,83 a       |
| 3          | 4,83 a                 | 2,93 a       | 3,56 a       | 4,13 a       |
| 4          | 4,73 a                 | 3,53 a       | 3,56 a       | 4,36 a       |
| CV (%)     | 10,28                  | 37,45        | 15,81        | 10,97        |

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A quarta aplicação foi realizada no dia 11/06/2021, utilizando o inseticida a base de neonicotinoide + piretróide, que foi aplicado via quimigação no tratamento 1 e 2. O resultado obtido nas quatro avaliações não apresentou diferença significativa no controle de ambas as pragas entre os tratamentos analisados (Tabelas 14 e 15).

Tabela 14. Avaliação da população de Cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) na quarta aplicação do inseticida a base de NEONICOTINOIDE + PIRETRÓIDE.

| Tratamento | Avaliação da população de cigarrinha-do-milho |              |              |              |
|------------|---|--------------|--------------|--------------|
|            | 09/06 (1DAP)                                  | 14/06 (3DDP) | 16/06 (5DDP) | 18/06 (7DDP) |

|        |         |         |         |         |
|--------|---------|---------|---------|---------|
| 1      | 20,30 a | 12,76 a | 16,00 a | 9,36 a  |
| 2      | 19,20 a | 17,03 a | 17,80 a | 12,53 a |
| 3      | 18,33 a | 13,26 a | 16,13 a | 10,80 a |
| 4      | 16,33 a | 13,03 a | 15,03 a | 9,80 a  |
| CV (%) | 35,39   | 42,89   | 34,59   | 46,32   |

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 15. Avaliação nota de dano causado pela Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) na quarta aplicação do inseticida a base de NEONICOTINOIDE + PIRETRÓIDE.

| Tratamento | Avaliação Nota de dano |              |              |              |
|------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|
|            | 09/06 (1DAP)           | 14/06 (3DDP) | 16/06 (5DDP) | 18/06 (7DDP) |
| 1          | 3,66 a                 | 5,20 a       | 5,96 a       | 5,13 a       |
| 2          | 3,83 a                 | 5,06 a       | 3,96 a       | 5,36 a       |
| 3          | 4,13 a                 | 5,43 a       | 3,60 a       | 4,70 a       |
| 4          | 2,36 a                 | 5,16 a       | 3,50 a       | 5,26 a       |
| CV (%)     | 10,97                  | 7,12         | 53,11        | 8,15         |

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A quinta aplicação foi realizada no dia 19/06/2021, utilizando o inseticida a base de cipermetrina, onde todos foram aplicados via pulverização. O resultado obtido nas quatro avaliações, não apresentou diferença significativa no controle de ambas as pragas entre os tratamentos (Tabelas 16 e 17).

Tabela 16. Avaliação da população de Cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) na quinta aplicação do inseticida a base de CIPERMETRINA.

| Tratamento | Avaliação da população de cigarrinha-do-milho |              |              |               |
|------------|---|--------------|--------------|---------------|
|            | 18/06 (1DAP)                                  | 21/06 (3DDP) | 25/06 (7DDP) | 29/06 (11DDP) |
| 1          | 9,36 a  | 6,96 a       | 8,30 a       | 13,03 a       |
| 2          | 12,53 a                                       | 7,20 a       | 10,50 a      | 12,50 a       |
| 3          | 10,80 a                                       | 5,80 a       | 8,66 a       | 10,43 a       |
| 4          | 9,80 a  | 5,43 a       | 10,06 a      | 9,56 a        |
| CV (%)     | 46,32   | 45,17        | 32,76        | 28,92         |

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 17. Avaliação nota de dano causado pela Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) na quinta aplicação do inseticida a base de CIPERMETRINA.

| Tratamento | Avaliação Nota de dano |              |              |               |
|------------|------------------------|--------------|--------------|---------------|
|            | 18/06 (1DAP)           | 21/06 (3DDP) | 25/06 (7DDP) | 29/06 (11DDP) |
| 1          | 5,13 a                 | 5,06 a       | 4,80 a       | 4,43 a        |
| 2          | 5,36 a                 | 5,36 a       | 4,60 a       | 4,80 a        |

|        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 3      | 4,70 a | 4,96 a | 4,66 a | 4,93 a |
| 4      | 5,26 a | 5,36 a | 4,60 a | 4,80 a |
| CV (%) | 8,15   | 8,25   | 10,98  | 8,55   |

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A sexta aplicação foi realizada no dia 01/07/2021, utilizando o inseticida a base de Etiprole, onde todos os tratamentos foram aplicados via pulverização. Para o controle de cigarrinha-do-milho, a 2ª avaliação (6DDP) apresentou diferença significativa entre os tratamentos, conforme a Tabela 18.

Os resultados obtidos nas quatro avaliações, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos para o controle de lagarta-do-cartucho, conforme a Tabela 19.

Tabela 18. Avaliação da população de Cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) na sexta aplicação do inseticida a base de ETIPROLE.

| Tratamento | Avaliação da população de cigarrinha-do-milho |              |              |               |
|------------|---|--------------|--------------|---------------|
|            | 29/06 (1DAP)                                  | 05/07 (6DDP) | 07/07 (8DDP) | 09/07 (10DDP) |
| 1          | 13,03 a                                       | 6,86 a       | 6,26 a       | 9,43 a        |
| 2          | 12,50 a                                       | 11,00 b      | 5,53 a       | 10,73 a       |
| 3          | 10,43 a                                       | 8,66 ab      | 7,03 a       | 7,36 a        |
| 4          | 9,56 a  | 8,46 ab      | 7,53 a       | 8,63 a        |
| CV (%)     | 28,92   | 16,95        | 44,12        | 25,80         |

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 19. Avaliação nota de dano causado pela Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) na sexta aplicação do inseticida a base de ETIPROLE.

| Tratamento | Avaliação Nota de dano |              |              |               |
|------------|------------------------|--------------|--------------|---------------|
|            | 29/06 (1DAP)           | 05/07 (6DDP) | 07/07 (8DDP) | 09/07 (10DDP) |
| 1          | 4,43 a                 | 5,13 a       | 4,63 a       | 4,43 a        |
| 2          | 4,80 a                 | 5,06 a       | 4,83 a       | 4,46 a        |
| 3          | 4,93 a                 | 4,60 a       | 4,80 a       | 4,76 a        |
| 4          | 4,80 a                 | 4,93 a       | 5,00 a       | 4,90 a        |
| CV (%)     | 8,55                   | 14,39        | 18,23        | 15,13         |

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A sétima aplicação foi realizada no dia 16/07/2021, utilizando o inseticida a base de Imidacloprido+ Bifentrina, onde apenas o tratamento 1 recebeu o tratamento via insetigação. O resultado obtido nas quatro avaliações, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos no dano causado para ambas as pragas, conforme as Tabelas 20 e 21.



Tabela 20. Avaliação da população de Cigarrinha-do-milho (*Dalbulus maidis*) na sétima aplicação do inseticida a base de IMIDACLOPRIDO+ BIFENTRINA.

| Tratamento | Avaliação da população de cigarrinha-do-milho |              |              |              |
|------------|---|--------------|--------------|--------------|
|            | 15/07 (1DAP)                                  | 19/07 (4DDP) | 20/07 (5DDP) | 22/07 (7DDP) |
| 1          | 4,63 a  | 7,10 a       | 8,90 a       | 4,66 a       |
| 2          | 7,30 a  | 6,76 a       | 8,30 a       | 3,46 a       |
| 3          | 5,66 a  | 7,93 a       | 10,33 a      | 3,93 a       |
| 4          | 6,50 a  | 6,83 a       | 7,56 a       | 3,66 a       |
| CV (%)     | 42,44   | 34,49        | 33,77        | 24,21        |

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

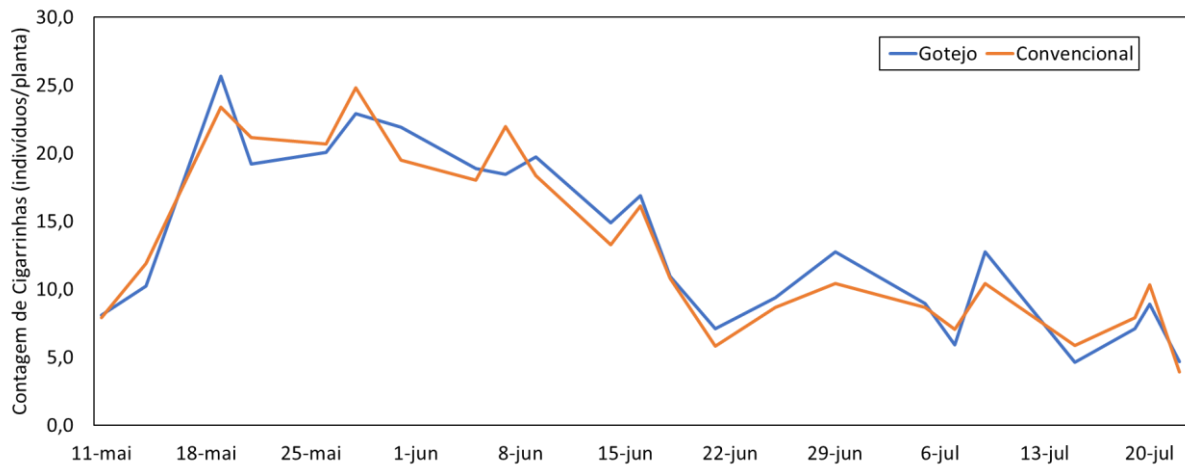
Tabela 21. Avaliação nota de dano causado pela Lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) na sétima aplicação do inseticida a base de IMIDACLOPRIDO+ BIFENTRINA.

| Tratamento | Avaliação Nota de dano |              |              |              |
|------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|
|            | 15/07 (1DAP)           | 19/07 (4DDP) | 20/07 (5DDP) | 22/07 (7DDP) |
| 1          | 4,26 a                 | 4,60 a       | 4,60 a       | 5,16 a       |
| 2          | 5,00 a                 | 4,90 a       | 4,90 a       | 5,23 a       |
| 3          | 4,40 a                 | 4,66 a       | 4,70 a       | 5,30 a       |
| 4          | 4,56 a                 | 4,83 a       | 4,80 a       | 4,93 a       |
| CV (%)     | 14,95                  | 9,59         | 8,78         | 11,90        |

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Figura 14, resume todas as avaliações realizadas, de acordo com análise estatística ao comparar as tecnologias de aplicações (pulverização terrestre e insetigação), avaliadas no experimento, o resultado obtido foi controles similares da cigarrinha-do-milho em ambas as vias de aplicação, viabilizando ambas as técnicas para o controle da praga.

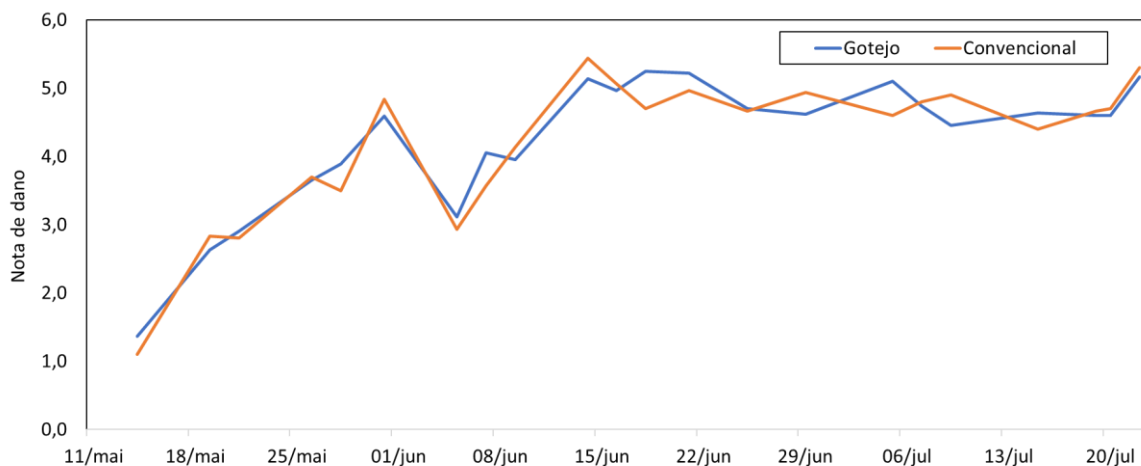
Figura 14. Avaliação quantitativa de cigarrinha-do-milho (indivíduos/planta).



A eficiência na redução da cigarrinha-do-milho é atingida com a associação de controle, o mesmo aconteceu quando Miranda et al (2021) ao avaliarem o efeito do tratamento de semente, pulverização e ambos em associação, para o controle da cigarrinha do milho; obtendo maiores produtividades de milho por hectare no tratamento em associação.

A Figura 15, resume todas as avaliações realizadas, de acordo com análise estatística ao comparar as tecnologias de aplicações (pulverização terrestre e insetigação), avaliadas no experimento, o resultado obtido foi controles similares da lagarta-do-cartucho em ambas as vias de aplicação, viabilizando ambas as técnicas para o controle da praga.

Figura 15. Avaliação nota de dano da lagarta-do-cartucho (nota de dano).



Na tabela 22 são apresentados os dados das avaliações de altura da planta, verificando-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação à altura da planta.

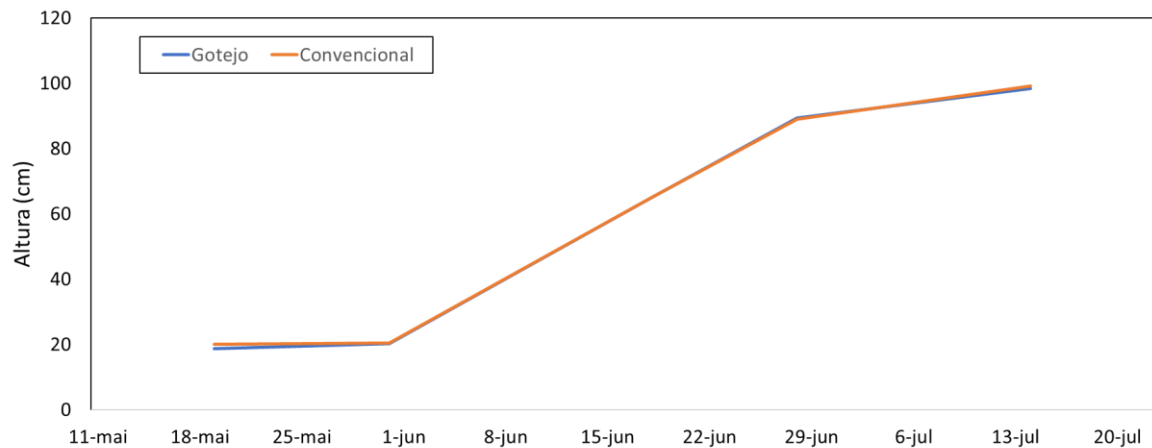
Tabela 22. Avaliação da estatura da planta de milho (cm).

| Tratamento | Altura de planta (cm) |            |            |            |            |
|------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------|
|            | 19/05/2021            | 31/05/2021 | 18/06/2021 | 28/06/2021 | 14/07/2021 |
| 1          | 18,46 a               | 18,44 a    | 68,65 a    | 88,35 a    | 97,77 a    |
| 2          | 18,93 a               | 22,45 a    | 63,10 a    | 94,15 a    | 106,35 a   |
| 3          | 20,11 a               | 20,48 a    | 64,98 a    | 89,00 a    | 99,20 a    |
| 4          | 18,75 a               | 19,79 a    | 63,33 a    | 85,63 a    | 90,92 a    |
| CV (%)     | 15,72                 | 17,75      | 17,92      | 16,19      | 14,60      |

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na figura 16 é apresentado o resumo das avaliações de altura da planta, onde ambas tecnologias de aplicações, quimigação e pulverização, resultaram na mesma altura de plantas.

Figura 16. Avaliação da estatura da planta de milho (cm).



A Tabela 23 descreve os dados das avaliações de diâmetro da planta, onde não houve diferença significativa entre os tratamentos após a análise estatística em relação ao diâmetro da planta de milho.

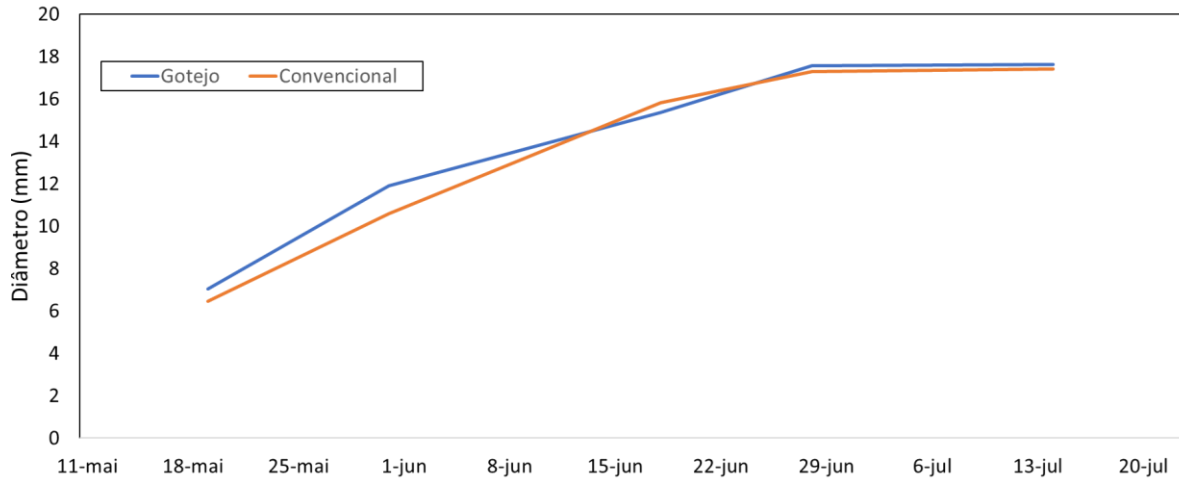
Tabela 23. Avaliação do diâmetro do caule da planta de milho (mm).

| Tratamento | Diâmetro de caule (mm) |            |            |            |            |
|------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|
|            | 19/05/2021             | 31/05/2021 | 18/06/2021 | 28/06/2021 | 14/07/2021 |
| 1          | 7,08 a                 | 11,90 a    | 17,37 a    | 17,23 a    | 17,54 a    |
| 2          | 7,11 a                 | 12,14 a    | 13,73 a    | 18,40 a    | 18,16 a    |
| 3          | 6,46 a                 | 11,65 a    | 15,81 a    | 17,28 a    | 17,39 a    |
| 4          | 6,91 a                 | 10,59 a    | 14,93 a    | 17,08 a    | 17,15 a    |
| CV (%)     | 19,03                  | 29,32      | 14,70      | 12,61      | 11,07      |

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Figura 17 resumem-se as avaliações de diâmetro da planta, onde ambas as tecnologias de aplicações, quimigação e pulverização, quando analisadas apresentaram comportamentos semelhantes em relação ao diâmetro da cultura.

Figura 17. Avaliação do diâmetro do caule da planta de milho (mm).



A tabela 24 descreve os dados das avaliações da mortalidade de plantas de milho, após a análise estatística. Como resultado, não houve diferença significativa entre os tratamentos.

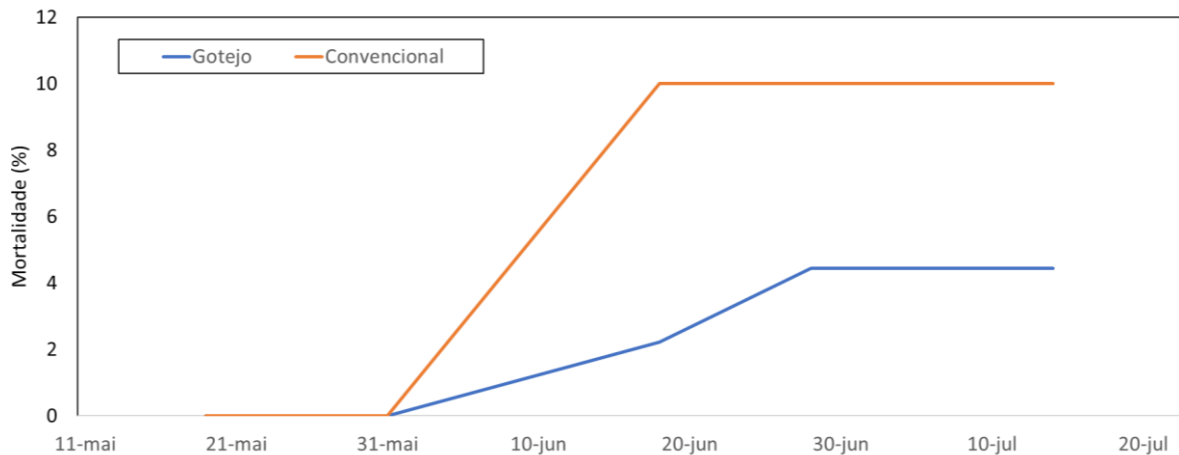
Tabela 24. Avaliação da mortalidade da planta de milho (%).

| Tratamento | Mortalidade de planta (%) |            |            |            |            |
|------------|---------------------------|------------|------------|------------|------------|
|            | 19/05/2021                | 31/05/2021 | 18/06/2021 | 28/06/2021 | 14/07/2021 |
| 2          | 0,00 a                    | 0,00 a     | 6,66 a     | 10,00 a    | 10,00 a    |
| 3          | 0,00 a                    | 0,00 a     | 0,00 a     | 3,33 a     | 3,33 a     |
| 4          | 0,00 a                    | 0,00 a     | 10,00 a    | 10,00 a    | 10,00 a    |
| 5          | 0,00 a                    | 0,00 a     | 0,00 a     | 0,00 a     | 0,00 a     |
| CV (%)     | 0,00                      | 0,00       | 235,97     | 214,57     | 214,57     |

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 18 mostra que apesar de não existir diferença significativa entre os tratamentos no quesito mortalidade de plantas, quando as duas tecnologias de aplicação são analisadas juntas, a pulverização apresentou 5,6% de plantas mortas a mais do que a insetigação, todas as plantas avaliadas que estavam mortas, apresentavam sintomas de infecção por praga (cigarrinha-do-milho ou lagarta-do-cartucho)

Figura 18. Avaliação da mortalidade da planta de milho (%).



Além do plantio tardio, a lavoura era vizinha de uma área que já havia o plantio de milho instalado, e levando em consideração a preferência da cigarrinha-do-milho a lavouras novas; a mortalidade de plantas pode ser explicada devido à alta infestação ocasionada. Essa intensidade da população de praga causa mortalidade em plantas jovens em função da seca das folhas, intensa sucção da seiva da planta, multiplicação de ovos, ou pela transmissão dos mollicutes para as plantas sadias (MARQUES, 2018).

## 6. CONCLUSÃO

Como o objetivo desse trabalho foi analisar a eficiência no controle da lagarta-do-cartucho e da cigarrinha-do-milho na cultura do milho, por meio da utilização de duas tecnologias de aplicação de inseticidas e levando em consideração que para o alto índice de *D. maidis* no ano de 2021 o tratamento químico aplicado via insetigação promoveu o mesmo nível de controle ao comparar com a aplicação convencional (pulverização). O nível de dano observado da praga *S. frugiperda* foi semelhante independente da tecnologia de aplicação estudada. Dessa forma, para as condições deste trabalho, a aplicação de inseticidas via insetigação proporcionou o mesmo controle que a aplicação convencional (pulverização).

Quanto ao desenvolvimento da cultura do milho a tecnologia de aplicação adotada também não influenciou na resposta biométrica das plantas (altura e diâmetro de caule). Porém, destaca-se o resultado de mortalidade de plantas que indica benefícios importantes de preservação do stand de plantas da cultura ao adotar a o controle via insetigação.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYALA, Oscar R. *et al.* Evaluation of the attack rates and level of damages by the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae), affecting corn-crops in the northeast of Argentina. **Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias**, [s. l.], v. 45, n. 2, p. 1-12, abr. 2013. Disponível em: <https://bdigital.uncu.edu.ar/fichas.php?idobjeto=6006>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- BARROS, Allan C. *et al.* Itribuição de água no solo aplicado por gotejamento enterrado e superficial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s. l.], v. 13, n. 6, p. 700-707, nov. 2007.
- BIALOZOR, Adriano *et al.* Water in maize whorl enhances the control of *Spodoptera frugiperda* with insecticides. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [S.L.], v. 50, p. 1-10, 8 abr. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632020v5059517>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/mRs5mPBGS7YPtxbVJcqnrts/>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- BUSATO, Gustavo R.; GRÜTZMACHER, Anderson D.; GARCIA, Mauro S.; GIOLO, Fabrizio P.; MARTINS, Andreza F.. Consumo e Utilização de Alimento por *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: noctuidae) originária de diferentes regiões do rio grande do sul, das culturas do milho e do arroz irrigado. **Neotropical Entomology**, [S.L.], v. 31, n. 4, p. 525-529, out. 2002. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-566x2002000400003>.
- CARDOSO, D.P. *et al.* Espécies de plantas de cobertura no condicionamento químico e físico do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal Of Agricultural Sciences**, [S.L.], v. 8, n. 3, p. 375-382, 21 set. 2013. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v8i3a2421>.
- CARVALHO, Daniel F. de *et al.* Evolution and current scenario of irrigated area in Brazil: Systematic data analysis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 24, n. 8, p. 505-511, jun. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/qxMMDmGCF3dhS3SDvSMHq4F/?lang=en>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- CHAIM, Aldemir; CASTRO, Vera Lucia Sherholz Salgado de; CORRALES, Francisco Miguel; GALVÃO, José Abrahaão Haddad; CABRAL, Osvaldo Machado Rodrigues; NICOLELLA, Gilberto. Método para monitorar perdas na aplicação de agrotóxicos na cultura de tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 34, n. 5, p. 741-747, maio 1999. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x1999000500003>
- CRUZ, Ivan *et al.* CONTROLE QUIMICO DA LAGARTA-DO-CARTUCHO EM MILHO'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 5, p. 677-681, maio 1982.
- WANGEN, Dalcimar Regina Batista *et al.* CONTROLE DE *Spodoptera frugiperda* (J. E. SMITH, 1797) NA CULTURA DO MILHO COM INSETICIDAS DE DIFERENTES GRUPOS QUÍMICOS. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 801-808, dez. 2015. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/1503>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- CHAIM, Aldemir. **História da pulverização**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 17 p. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Chaim\\_historialD-Dcdtr0CVWl.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Chaim_historialD-Dcdtr0CVWl.pdf). Acesso em: 08 mar. 2022.
- CROPLIFE BRASIL. **História dos defensivos agrícolas e a sua importância na produção de alimentos**. 2020. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/noticias/historia-dos-defensivos-agricolas-e-a-sua-importancia-na-producao-de-alimentos/>. Acesso em: 03 mar. 2022.
- COTA, Luciano Viana *et al.* **Manejo da cigarrinha e enfezamentos na cultura do milho**. Paraná: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.gov.br%2Fagricultura%2Fpt-br%2Fassuntos%2Fsanidade-animal-e-vegetal%2Fsanidade-vegetal%2Farquivos%2FCartilhacigarrinhaenfezamentos\\_Embrapa.pdf&clen=2268509&chunk=true](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.gov.br%2Fagricultura%2Fpt-br%2Fassuntos%2Fsanidade-animal-e-vegetal%2Fsanidade-vegetal%2Farquivos%2FCartilhacigarrinhaenfezamentos_Embrapa.pdf&clen=2268509&chunk=true). Acesso em: 08 mar. 2022.
- CUNHA, João P. A. R. da; TEIXEIRA, Mauri M.; VIEIRA, Rogério F.; FERNANDES, Haroldo C.. Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 133-138, mar. 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662005000100021>.

- CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira – grãos: Quinto levantamento**, fevereiro 2022 – safra 2021/2022. : Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 04 mar. 2022.
- CONSTANTIN, J.; SALES, J. G. C.; MACIEL, C. D. G. Característica da deposição e distribuição da calda de pulverização na cultura da soja em estágio fenológico V6. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 530-541, maio/jun. 2012.
- CONTINI, Elisio *et al.* **Milho: caracterização e desafios tecnológicos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2019. 45 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195075/1/Milho-caracterizacao.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- CUNHA, João *et al.* VOLUMES DE CALDA E PONTAS DE PULVERIZAÇÃO NO CONTROLE QUÍMICO DE *Spodoptera frugiperda* NA CULTURA DO SORGO FORRAGEIRO. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 692-699, ago. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/3vKBg7zcFkKz9jSVHS6XWmF/?lang=pt>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues da *et al.* Aerial, ground and chemigation spray deposition on corn for the control of *spodoptera frugiperda* (lepidoptera: noctuidae). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 37, n. 2, p. 123-129, abr. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542013000200002>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/ZwBKgzJWN4D9my8KFQmhM5B/?lang=en>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- CUNHA, J.P.A.R. *et al.* Avaliação de estratégias para redução da deriva de agrotóxicos em pulverizações hidráulicas. *Planta Daninha*, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 325-332, ago. 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582003000200019>. Disponível em: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/13450>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- DEHGHANISANIJ, Hossein *et al.* Evapotranspiration and components of corn (*Zea mays* L.) under micro irrigation systems in a semi-arid environment. *Spanish Journal Of Agricultural Research*, [S.L.], v. 18, n. 2, p. 1-15, 9 jun. 2020. Instituto Nacional de Investigacion y Tecnologia Agraria y Alimentaria (INIA). <http://dx.doi.org/10.5424/sjar/2020182-15647>. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/342050870>. Acesso em: 03 mar. 2022.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA FLORIANÓPOLIS. ISSN 0100-7416: PRAGAS E DOENÇAS DO MILHO. 170 ed. Florianópolis, Sc: Lucia Morais Kinceler, 2016.
- FARIA, Augusto Alves *et al.* **Controle químico de *dalbulus maidis* (hemiptera: cicadellidae) via pulverização foliar na cultura do milho**. 2018. 21 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24765/4/ControleQuimicoDalbulus.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- FARINELLI, R.; FORNASIERI FILHO, D. Avaliação de dano de *Spodoptera frugiperda* (JE Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivares de milho. *Científica*, 34: 197-202, 2006. 19 FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (FIESP). Safra mundial de milho 2018/19. 3º Levantamento do USDA. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho2/attachment/file-20180713202555-boletimmilhojulho2018/>. Acesso em: 27 de julho de 2018
- FONSECA, Juliane Silveira. **Plantas de cobertura e sua influência nas propriedades físicas do solo e no rendimento de culturas estivais em alegrete**, RS. 2017. 46 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrícola, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (Iffar), Alegrete, 2017.
- FIDELIS, Rodrigo Ribeiro *et al.* EFEITO DO ROLO COMPACTADOR NA SEMEADURA DE VARIEDADES DE ARROZ EM VÁRZEAS TROPICAIS. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, [s. l], v. 10, p. 17-24, mar. 2020.

- FRAGA JÚNIOR, Eusímio F. et al. GOTEJAMENTO SUBTERRÂNEO AUMENTA PRODUTIVIDADE. **Campo & Negócios**, [S.I.], p. 39-45, maio 2021. Mensal.
- FONTENELLE, Thiago Henriques *et al.* **Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. 2. Ed. Brasília, Df: Agência Nacional de Águas, 2021. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1b19cbb4-10fa-4be4-96db-b3dcd8975db0>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- GRANDE, Marcela Laiz Mora *et al.* Integrated pest control adopted by soybean and corn farmers in Londrina, Paraná state, Brazil. **Arquivos do Instituto Biológico**, [S.L.], v. 85, p. 1-4, 21 set. 2018. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1808-1657000242015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/fHpGPddkMws4fdT65JBsT6c/abstract/?lang=en>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- GRÜTZMACHER, Anderson Dionei; MARTINS, José Francisco da Silva; CUNHA, Uemerson Silva da; GIOLO, Fabrizio Pinheiro; NEVES, Márcio Bartz das; HÄRTER, Wagner da Roza; FRANCO, Daniel Fernandez; MATTOS, Maria Laura Turino. Viabilidade da antecipação do tratamento de sementes de arroz com inseticidas em relação à data de semeadura no controle de *Oryzophagus oryzae* (Coleoptera: curculionidae). **Ciência Rural**, [S.L.], v. 38, n. 7, p. 1830-1835, out. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782008000700005>.
- GONÇALVES, Marcos César *et al.* Infecção mista pelo Sugarcane mosaic virus e Maize rayado fino virus provoca danos na cultura do milho no estado de São Paulo. **Summa Phytopathol: Embrapa Tabuleiros Costeiros, Botucatu**, v. 33, n. 4, p. 348-352, abr. 2007. Disponível em: colocar o link. Acesso em: 08 mar. 2022.
- GUEDES, Thays de Andrade. **Investigação dos efeitos tóxicos, citotóxicos, genotóxicos e mutagênicos do inseticida curbitox® 200sc (ethiprole) em organismos não alvos**. 2018. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biologia Celular e Molecular, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2018. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/134121?locale-attribute=en>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- KOLANTHASAMY, Elango et al. DRIP IRRIGATION OF PESTICIDES AS A PEST MANAGEMENT TOOL. In: **congresso nacional sobre “novos desafios e avanços na microirrigação sustentável”**, 17., 2017, Coimbatore. DRIP IRRIGATION OF PESTICIDES AS A PEST MANAGEMENT TOOL. Coimbatore: Centre For Plant Protection Studies, Department Of Agricultural Entomology, 2017. p. 1-11. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/321309962\\_DRIP\\_IRRIGATION\\_OF\\_PESTICIDES\\_AS\\_A\\_PEST\\_MANAGEMENT\\_TOOL](https://www.researchgate.net/publication/321309962_DRIP_IRRIGATION_OF_PESTICIDES_AS_A_PEST_MANAGEMENT_TOOL). Acesso em: 08 mar. 2022.
- LAMM, Freddie R. *et al.* Subsurface drip irrigation for corn production: a review of 10 years of research in Kansas. **Irrigation Science**, [S.L.], v. 22, n. 3-4, p. 195-200, 1 nov. 2003. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00271-003-0085-3>. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/226184908>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- LIMA, Gabriel Henrique *et al.* Revista Agrotecnologia - Agrotec. **Revista Agrotecnologia**, Ipameri, v. 9, n. 2, p. 49-56, abr. 2018. Revista Agrotecnologia. <http://dx.doi.org/10.12971/2179-5959>. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20183378178>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- MEDEIROS, Fernanda. **Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. 2. ed. Brasília - Df: Ana, 2021. 66 p. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/1b19cbb4-10fa-4be4-96db-b3dcd8975db0>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- LAMM, Freddie R. *et al.* Long Term Performance of a Research Subsurface Drip Irrigation System. **Asabe International Meeting**, [S.L.], p. 1-16, 17 jul. 2016. American Society of Agricultural and Biological Engineers. <http://dx.doi.org/10.13031/aim.20162461575>. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/314278216>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- MARQUES, Rodrigo Santos. **Controle de *Dalbulus maidis* (DeLong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae) na cultura do milho com pulverização eletrostática**. 2018. 34 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/21513>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- MAGALHÃES, Paulo César *et al.* **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. ((Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 76)). Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19620/1/Circ\\_76.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19620/1/Circ_76.pdf). Acesso em: 08 mar. 2022.



- MARTINS, Gustavo Mamoré *et al.* EFICIÊNCIA DE INSETICIDAS NO CONTROLE DE DALBULUS MAIDIS (HEMIPTERA: CICADELLIDAE) NA CULTURA DO MILHO. **Revista Caatinga**, Mossoró, Brasil, v. 21, n. 4, p. 196-200, dez. 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237117689029>. Acesso em: 04 mar. 2022.
- MARQUES, Rodrigo Santos *et al.* Control of Dalbulus maidis in maize crop with electrostatic spraying. **Bioscience Journal**, [S.L.], v. 35, n. 6, p. 1780-1788, 16 out. 2019. EDUFU - Editora da Universidade Federal de Uberlândia. <http://dx.doi.org/10.14393/bj-v35n6a2019-42088>. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1049119>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- MENDES, Simone M *et al.* Manejo de pragas no milho de segunda safra: com ou sem a utilização de milho Bt. **Revista Plantio Direto**, [S.I.], v. 29, n. 168, p. 4-8, abr. 2019. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/197920/1/Manejo-pragas.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- MENDONÇA, Thaís G. *et al.* DEFICIT IRRIGATION OF SUBSURFACE DRIP-IRRIGATED GRAPE TOMATO. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 40, n. 4, p. 453-461, ago. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/eagri/a/g5CN4TzGr4yBkKbsdwNrrhd/?lang=en&format=html>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- MIRANDA, Vinicius *et al.* **Tratamento de sementes de milho para altas rentabilidades**. 02. ed. [S.I]: Syngenta Brasil, 2021. 13 p. Disponível em: <https://www.portalsyngenta.com.br/noticias/infocampo-nk>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- MASSOLA JÚNIOR, N.S.; BEDENDO, I.P.; AMORIM, L. *et al.* **Quantificação de danos causados pelo enfezamento vermelho e enfezamento pálido do milho em condições de campo**. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v.24, p.136-142, 1999.
- NAIS, J. *et al.* Comportamento de híbridos de milho transgênicos e respectivos híbridos isogênicos convencionais em relação à infestação de Spodoptera Frugiperda (j. E. Smith,1727) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas localidades e épocas de semeadura. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 80, n. 2, p. 159-167, maio 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/m5SyQCMQT8Zytf9szNXPgZS/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- NEVES, Taline Nc *et al.* Insecticide seed treatment against corn leafhopper: helping protect grain yield in critical plant growth stages. **Pest Management Science**, [S.L.], v. 66, n. 67, p. 1-10, 12 jan. 2022. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ps.6766>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ps.6766>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- NERY, Fernanda Guedes Pereira *et al.* **Desenvolvimento de sistema especialista em aplicativo móvel para gerenciamento de dano da lagarta cartucho em monoculturas de milho**. 2019. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Computação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26555>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- OLIVEIRA, Charles Martins de *et al.* Eficiência de inseticidas em tratamento de sementes de milho no controle da cigarrinha Dalbulus maidis (Hemiptera: cicadellidae) em viveiro telado. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 38, n. 1, p. 231-235, fev. 2008. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782008000100037>. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/31314/1/Eficiencia-inseticidas.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- OLIVEIRA, Elizabeth de *et al.* Incidência de viroses e enfezamentos e estimativa de perdas causadas por molicutes em milho no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 1, p. 19-25, jan. 2003. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/7817>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- OLIVEIRA, Charles M. *et al.* DISSEMINAÇÃO DE MOLICUTES DO MILHO A LONGAS DISTÂNCIAS POR Dalbulus maidis (HEMIPTERA: CICADELLIDAE). **Fitopatologia Brasileira**. [S.I.], p. 91-95. fev. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/fb/a/97nbBvkhmf57wdtjTKvg6gm/abstract/?lang=en>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- PEGORARE, Alexander B. *et al.* Irrigação suplementar no ciclo do milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 13, n. 3, p. 262-271, jun. 2009. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662009000300007>. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/50032/1/1.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2022.

- ROSA, Ana Paula Schneid Afonso da *et al.* **Ponte Verde para *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) em Terras Baixas.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/126188/1/Comunicado-317.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- ROSSINI, Larissa Alves de Castro Jocarrelli *et al.* Associação de surfactantes a inseticidas para o controle de *Dalbulus maidis* (DeLong and Wolcott, 1923) (hemiptera: cicadellidae) na cultura do milho / association of surfactants with insecticides for the control of *dalbulus maidis* (delong and wolcott, 1923) (hemiptera. **Brazilian Journal Of Animal And Environmental Research**, [S.L.], v. 3, n. 4, p. 4022-4029, 2020. BJAER - Brazilian Journal of Animal and Environmental Research. <http://dx.doi.org/10.34188/bjaerv3n4-098>. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/index.php/BJAER/article/view/21206>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- RIBEIRO, João Pedro Ferreira *et al.* TRATAMENTO DE SEMENTES NO CONTROLE DE *Dalbulus maidis* NO MILHO. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA – CONTECC, 7., 2021, Palmas. **Trabalho técnico científico**. Palmas: Contecc, 2021. p. 1-5. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.confea.org.br%2Fmidias%2Fuploads-imce%2FContecc2021%2FAgronomia%2FTRATAMENTO%2520DE%2520SEMENTES%2520NO%2520CONTROLE%2520DE%2520DALBULUS%2520MAIDIS%2520NO%2520MILHO.pdf&clen=155459&chunk=true>. Acesso em: 08 mar. 2022
- RIBEIRO NETO, Eurypedes. **ATIVIDADE DE INSETICIDAS SOBRE *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA NOCTUIDAE) EM LABORATÓRIO.** 2019. 26 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26387>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- RIOS, Élica Santos. **Efeito de xenobióticos sobre insetos e a microbiota do solo associados à palma forrageira.** 2013. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Produção Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco Unidade Acadêmica de Garanhuns Programa de Pós-Graduação em Produção Agrícola, Garanhuns, Pernambuco - Brasil, 2013.
- SANTOS, Jailma Rodrigues dos *et al.* **Técnicas alternativas para o controle da lagarta-docartucho *Spodoptera frugiperda* smith (lepidoptera: noctuidae) na cultura do milho.** Limoeiro do Norte: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - Ifce, 2016. 4 p.
- SANTOS, Janete Clair de Silva *et al.* **Desenvolvimento de metodologias voltamétricas para determinação simultânea de carbofurano e metomil usando eletrodo de diamante dopado com boro.** 2016. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/9223>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- SENTELHAS, Paulo Cesar *et al.* Yield GAP: Conceitos, Definições e Exemplos. **Informações Agronômicas (Brasil)**. [S.L.] p. 9-12. set. 2016. Disponível em: <http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/9C05063FB033C24A83258042004C8594/>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- SOUZA, C.s.F. *et al.* Response of field populations and Cry-resistant strains of fall armyworm to Bt maize hybrids and Bt-based bioinsecticides. **Crop Protection**, [S.L.], v. 120, p. 1-6, jun. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2019.01.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219419300018>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- SOUZA, Jennifer Matos de. **Atualização de inseticidas para leishmaniose visceral canina.** 2021. 34 f. TCC (Graduação) - Curso de Medicina Veterinária, Centro Universitário de Brasília - Ceub Faculdade de Ciências da Educação e Saúde - Faces Curso de Medicina Veterinária, Brasília – Df, 2021.
- SOUSA, Italo Marins de. **Inseticida químico e biológico no controle de *Sodoptera frugiperda* na cultura do milho.** 2018. 23 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro Universitário de Goiás – Uni-Anhanguera, Goiânia, 2018. Disponível em: <http://repositorio.anhanguera.edu.br:8080/bitstream/123456789/121/1/TCC%20-%20C3%8DTALO%20MARINS%20DE%20SOUSA.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- TEODORO, Adenir Vieira *et al.* **Suscetibilidade de Cultivares de Milho à Lagarta-do- Cartucho *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae).** 165. ed. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros,

2015. 12 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/145830/1/cot-165.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2022.
- TOSCANO, Luciana Cláudia *et al.* Interação de híbridos de milho cultivados na safrinha e o controle químico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E Smith, 1797). **Revista Agrarian**, [s. l.], v. 3, n. 7, p. 24-33, abr. 2010.
- VALICENTE, Fernando Hercos *et al.* **Controle Biológico da Lagarta do Cartucho, *Spodoptera frugiperda*, com Baculovírus**. Sete Lagoas: Embrapa, 2009. 14 p.
- VALADARES, Fernanda Vargas *et al.* Reciprocal recurrent selection for obtaining water-deficit tolerant maize progeny. **Ciência Rural**, [S.I.], v. 52, n. 5, p. 1-17, 2022. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20210162>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/wbTGL3g6QdJqsSMZ3yYdGbK/?lang=en>. Acesso em: 04 mar. 2022.
- Valor de produção bate recorde, mas safra 2021 não supera ano anterior**. Website: Estatísticas Econômicas, 2022. Mensal.
- VIANA, Paulo A.; COSTA, Ênio F.. Controle da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: noctuidae) na cultura do milho com inseticidas aplicados via irrigação por aspersão. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, [S.L.], v. 27, n. 3, p. 451-458, set. 1998. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0301-80591998000300014>.
- VIANA, P. A. . Insetigacao. In: Quimigacao; aplicacao de produtos quimicos e biologicos via irrigacao. In: **EMBRAPA**. (Org.). Insetigacao. In: Quimigacao; aplicacao de produtos quimicos e biologicos via irrigacao. : Embrapa-SPI, 1994, v. , p. 249-268.
- WORDELL FILHO, J. A.; CHIARADIA, L. A. Diagnose e manejo do enfezamento-vermelho e do enfezamento-pálido na cultura do milho. **Agropecuária Catarinense**, [S. l.], v. 23, n. 3, p. 44-46, 2020. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/view/738>. Acesso em: 14 mar. 2022.
- WORDELL FILHO, João Américo *et al.* **PRAGAS E DOENÇAS DO MILHO**: diagnose, danos e estratégias de manejo. Florianópolis: Lucia Morais Kinceler, 2016.