

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

CAMPUS AVARÉ

CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE BIODIVERSIDADE

NILSON ANDRÉ MARQUES

**AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DO USO DE ELETROCUSSÃO NO CONTROLE DE
PLANTAS DANINHAS DO MILHO.**

**AVARÉ
2023**

NILSON ANDRÉ MARQUES

**AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DO USO DE ELETROCUSSÃO NO CONTROLE DE
PLANTAS DANINHAS DO MILHO.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Biosistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - *Campus Avaré*, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro de Biosistemas.

Orientador: Prof. Ms. Alexandre Menezes de Camargo

AVARÉ
2023

Catálogo na fonte

Instituto Federal de São Paulo – Campus Avaré

Marques, Nilson André

Avaliação da efetividade do uso de eletrocussão no controle de plantas daninhas do milho/ Nilson André Marques – Avaré, 2023.

41p.

Orientador: Prof. Ms. Alexandre Menezes de Camargo

Monografia (Graduação – Engenharia de Biosistemas) – Instituto Federal Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – Campus Avaré, Avaré, 2023.

1. Capina. 2. Daninhas. 3. Eletrocussão. I. Camargo, Alexandre Menezes de.
II. Título.

FORMULÁRIO N.º 13/2023 - CBEB-AVR/DAE-AVR/DRG/AVR/IFSP

FOLHA DE APROVAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
IDENTIFICAÇÃO DO ALUNO	
Nome:	Nilson Andre Marques
Título:	AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DO USO DE ELETROCUSSÃO NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS DO MILHO.
Curso:	Bacharelado em Engenharia de Biossistemas
BANCA EXAMINADORA	
Nome:	Ms. Alexandre Menezes de Camargo
Instituição/Departamento:	IFSP/Avaré
Nota:	9,28 Julgamento: (x) Aprovado () Reprovado
Assinatura:	[assinado eletronicamente]
Nome:	Dra. Maria Cristina Marques
Instituição/Departamento:	IFSP/Avaré
Nota:	9,22 Julgamento: (x) Aprovado () Reprovado
Assinatura:	[assinado eletronicamente]
Nome:	Dr. Rafael Aparecido Ferreira
Instituição/Departamento:	IFSP/Avaré
Nota:	9,22 Julgamento: (x) Aprovado () Reprovado
Assinatura:	[assinado eletronicamente]
RESULTADO FINAL	
Como parte das exigências para conclusão do Curso de Engenharia de Biossistemas, o candidato(a)/aluno(a), em sessão pública, foi considerado Aprovado pela Comissão Examinadora, com média final 9,25.	

Avaré, 28 de fevereiro de 2023

Documento assinado eletronicamente por:

- Alexandre Menezes de Camargo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/02/2023 22:52:40.
- Rafael Aparecido Ferreira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/02/2023 22:54:33.
- Maria Cristina Marques, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/02/2023 22:55:03.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/02/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifsp.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 502986
Código de Autenticação: fe77788c1a



FORMULÁRIO N.º 13/2023 - CBEB-AVR/DAE-AVR/DRG/AVR/IFSP

Dedico à toda minha família, em especial ao meu pai que acompanhou de perto meu início nesta graduação, mas agora comemora em outro plano espiritual a minha vitória.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, pelas forças que me deu durante esses anos de graduação, foram cinco anos muito intensos e que exigiram não só dedicação, mas também uma sabedoria e entendimento além do que eu imaginei ter.

Agradeço ao Instituto Federal Campus Avaré e seu corpo docente por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional.

Agradeço minha família e amigos, sou quem sou por vocês que estiveram e estão sempre ao meu lado.

Também agradeço à Fazenda São Corrado, em especial a pessoa do Jone que prontamente me aceitaram como estagiário me dando todo apoio necessário.

A todos que participaram diretamente ou indiretamente desta conquista, o meu muito obrigado.

“No emprego de uma técnica, a pergunta não deve ser pelo resultado em outro lugar, mas pela razão de seu emprego.”

(Ana Primavessi, 2002, p36.)

RESUMO

As plantas daninhas afetam diretamente a vida dos agricultores, independentemente do tamanho da sua propriedade devido à competição com as culturas por água, nutrientes, luz, espaço e CO₂, o que reduz o rendimento de grãos, aumenta os custos de produção e, conseqüentemente, diminui a renda do produtor. Um bom rendimento da produção agrícola depende de boas técnicas de manejo das plantas daninhas. Para isso, formas alternativas para o controle dessas plantas têm surgido, auxiliando ainda a sustentabilidade da produção e reduzindo efeitos nocivos e os custos através do controle das plantas daninhas sem uso de agrotóxicos. Com uma sequência de trinta e duas repetições para as duas fases de crescimento, analisando os efeitos da eletricidade nas plantas de acordo com a umidade do solo e o tempo da descarga elétrica, foi possível obter os resultados de que a descarga elétrica pode ter uma boa eficiência no combate a essas plantas daninhas quando aplicada diretamente na planta.

Palavras-chave: Capina. Daninhas. Eletrocussão.

ABSTRACT

Weeds directly affect the lives of farmers, regardless of the size of their property, due to competition with crops for water, nutrients, light, space and CO₂, which reduces grain yields, increases production costs and, consequently, decreases the producer's income. A good yield of agricultural production depends on good weed handling techniques. For this, alternative ways to control these plants have emerged, also helping the sustainability of production and reducing harmful effects and costs through weed control without the use of pesticides. With a sequence of thirty-two replications for the two growth phases, analyzing the effects of electricity on plants according to soil moisture and electrical discharge time, it was possible to obtain the results that electrical discharge can have a good effect efficiency in combating these weeds when applied directly to the plant.

Key-words: Weeding. Weeds. Eletrocution.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Modelo dos eletrodos utilizados.....	21
Figura 2- Caminho da corrente elétrica pela planta.....	22
Figura 3- Equipamento manual de eletrocussão.....	22
Figura 4– Descarga elétrica aplicada diretamente na planta	24
Figura 5- A figura mostra a montagem do sensor de umidade em utilização nas aplicações das Fases 1 e 2.....	25
Figura 6– Modelo de sensor de umidade.....	25
Figura 7– Características das plantas da Fase 1, de 0 a 15 dias de ciclo, após aplicação de 2 segundos de descarga elétrica.....	26
Figura 8– Demonstração em dias para 2 segundos de descarga elétrica (Fase 1), 100% umidade	27
Figura 9– Características das plantas da Fase 1, de 0 a 15 dias de ciclo, após aplicação de 6 segundos de descarga elétrica.....	27
Figura 10– Demonstração em dias para 6 segundos de descarga elétrica (Fase 1), 100% umidade	28
Figura 11– Características das plantas da Fase 2, de 0 a 15 dias de ciclo, após aplicação de 2 segundos de descarga elétrica.....	28
Figura 12– Demonstração em dias para 2 segundos de descarga elétrica (Fase 2), 100% umidade	29
Figura 13– Características das plantas da Fase 2, de 0 a 15 dias de ciclo, após aplicação de 6 segundos de descarga elétrica.....	29

Figura 14– Demonstração em dias para 6 segundos de descarga elétrica (Fase 2), 100% umidade	30
Figura 15– Características das plantas da Fase 1, de 4 a 21 dias de ciclo com 4%, 6%, 11% e 25% de umidade após aplicação de 2 segundos de descarga elétrica.....	31
Figura 16- Demonstração em dias para 2 segundos de descarga elétrica (Fase 1), 0-25% umidade	32
Figura 17- Características das plantas da Fase 1, de 4 a 21 dias de ciclo com 14%, 17%, 18% e 21% de umidade após aplicação de 6 segundos de descarga elétrica.....	33
Figura 18- Demonstração em dias para 6 segundos de descarga elétrica (Fase 1), 0-25% umidade	34
Figura 19- Características das plantas da Fase 2, de 4 a 21 dias de ciclo com 11%, 18% e 25% de umidade após aplicação de 2 segundos de descarga elétrica.	35
Figura 20- demonstração em dias para 2 segundos de descarga elétrica (Fase 2), 0-25% umidade	35
Figura 21- Características das plantas da Fase 2, de 4 a 21 dias de ciclo com 2%, 4%, 6%, 7% de umidade após aplicação de 6 segundos de descarga elétrica.....	36
Figura 22- Demonstração em dias para 6 segundos de descarga elétrica (Fase 2), 0-25% umidade	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Descrição dos efeitos da descarga elétrica para plantas Fase 1 e Fase 2 com 100% de umidade do solo	30
Tabela 2- Descrição dos efeitos da descarga elétrica para plantas Fase 1 e Fase 2 com umidade variada do solo	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UENF	Universidade Estadual do Norte Fluminense
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Pdf.	<i>Portable Document Format</i>
Ed.	Editora
ed.	Edição
v.	Volume
F.	Fase
cm	Centímetro
n.	Número
W.	Watts
p.	Página
IFSP	Instituto Federal de São Paulo

SUMÁRIO

	14
1 INTRODUÇÃO	15
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO	19
1.2 OBJETIVOS	20
1.2.1 Objetivo Geral	20
1.2.2 Objetivos Específicos	20
1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	20
3 ANÁLISE DOS RESULTADOS	26
4 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40
GLOSSÁRIO	41

1 INTRODUÇÃO

Desde períodos pré-históricos, como o período Neolítico, já existiam evidências dos primeiros instrumentos agrícolas. Naquela época, a agricultura já era uma prática fundamental para a sobrevivência da humanidade (FELDENS, 2018).

Passaram-se as eras, os séculos, e a atividade agrícola somente evoluiu, produzindo cada vez mais para alimentar uma quantidade de pessoas cada vez maior. Surgiram maquinários, implementos, fertilizantes, herbicidas, etc. Porém, com o crescimento da agricultura, a degradação do meio ambiente também aumentou muito. Os insumos agrícolas utilizados em larga escala são grandes causadores dessa degradação. Estes contaminam não só o solo, mas também lençóis freáticos, nascentes de água, entre outros.

Por outro lado, “a presença de plantas daninhas em áreas cultivadas resulta em redução da produtividade devido à interferência causada pelas plantas daninhas” (CARVALHO, 2013, p.13).

Sobre as plantas daninhas, Freitas diz que:

As plantas daninhas constituem-se em um problema sério para a agricultura, pois desenvolvem-se em condições semelhantes às das plantas cultivadas. Se as condições edafoclimáticas são propícias à lavoura, são também para as espécies daninhas. Todavia, se as condições ambientais são antagônicas às espécies cultivadas, as invasoras, por apresentarem elevado grau de adaptação, podem sobreviver e perpetuar com maior facilidade. Elas podem germinar, crescer, desenvolver e reproduzir em condições ambientais pouco favoráveis, como em condições de estresse hídrico, umidade excessiva, temperaturas pouco propícias, fertilidade desfavorável, elevada salinidade, acidez ou alcalinidade. (2010, p.20).

O combate já nos primeiros sinais do surgimento das plantas daninhas pode ser fundamental para minimizar as perdas. Segundo Vargas et al. as perdas de rendimento devido à interferência de plantas daninhas variam entre 10% a 80%. (2006).

O controle de plantas daninhas é fundamental para que a produção agrícola tenha o rendimento esperado. Diversas técnicas para o controle destas plantas são utilizadas, e cada uma com a sua eficiência. O tipo de controle utilizado dependerá do tipo de

exploração agrícola, da daninha presente, da mão de obra e equipamentos presentes, aspectos ambientais e outros fatores. Dentre os controles de pragas empregados, podemos citar: Controle químico, controle mecânico e controle físico, sendo esses os mais empregados na produção agrícola.

É importante conhecer a espécie que está infestando a área, saber os impactos que ela causa na cultura para que assim seja possível elaborar uma estratégia de manejo.

Os métodos de controle químicos permitiram o desenvolvimento de sistemas mais intensivos de produção. O uso do controle químico, ou defensivos agrícolas, tem resultado na contaminação de ambientes e seleção de biótipos de plantas daninhas resistentes a herbicidas.

Schiesari diz o seguinte sobre defensivos agrícolas:

Uma vez que defensivos agrícolas são por definição produtos tóxicos, sem dúvida, a alternativa mais efetiva para evitar seus riscos para o homem e o meio ambiente é evitar ou mesmo não utilizar defensivos agrícolas. (2012, p.3).

O controle químico no manejo de plantas daninhas possui tanto vantagens como desvantagens. As vantagens são a prevenção do aparecimento destas plantas daninhas; controle efetivo nas linhas de plantio; flexibilidade quanto à época de aplicação; rendimento operacional elevado e menor demanda de mão de obra. Suas desvantagens são a toxicidade ao homem e animais; requer equipamentos próprios para aplicação; equipamentos de proteção ao aplicador; risco de danos por deriva a lavouras vizinhas; resistência de plantas daninhas a herbicidas.

Os métodos de controle mecânico de plantas daninhas são o arranquio e a capina manual, a roçada e o controle mecanizado. O arranquio e a capina manual são muito convenientes e eficientes em áreas localizadas e principalmente em centros urbanos onde são proibidos o uso de qualquer agrotóxico, porém em áreas maiores acaba se tornando muito trabalhoso e oneroso inviabilizando sua adoção. A roçada é muito eficiente em culturas com espaçamentos maiores. Terrenos baldios e pastagens também podem ter o emprego deste método. Já o cultivo mecanizado é feito com implementos

tracionados por animais e tratores. No entanto, este método apresenta dificuldades no controle de plantas daninhas na linha de cultura, apresentando baixa eficiência também em solos molhados e em controle de plantas que se reproduzem por partes vegetativas.

Os métodos de controle físicos consistem na utilização de cobertura morta, solarização, fogo e eletricidade. A manutenção dos restos culturais ou cobertura morta sobre a superfície do solo pode servir como uma barreira física, impedindo a emergência de sementes de plantas daninhas. Quanto maior a quantidade de palha maior será a barreira física influenciando negativamente a germinação de plantas daninhas. A solarização consiste na cobertura plástica com objetivo de aumentar a temperatura do solo e ocasionar a morte das plantas daninhas pelo excesso de calor. Este método depende de um clima quente, úmido e de intensa radiação solar. Em razão de suas particularidades, como demanda de filme plástico, umidade do solo, mão de obra, equipamentos específicos e pessoal treinado, a prática somente é viável para pequenas áreas ou cultivos protegidos, como a plasticultura. A técnica do fogo já foi muito popular no passado, mas devido às regulamentações ambientais esta prática passou a ser limitada. Técnicas de queima monitorada ou direcionamento de chamas por equipamentos próprios foram desenvolvidos, porém limitada também devido ao aumento dos preços dos combustíveis. Na agricultura orgânica esta técnica tem sido utilizada no combate de plantas daninhas.

A agricultura vem passando por profundas transformações, principalmente no tocante a preservação do meio ambiente.

No Brasil ainda são poucas as informações na literatura sobre equipamentos para o controle mecânico de plantas daninhas em sistemas orgânicos. (COSTA et al, 2018).

É importante buscar técnicas que além de evitar problemas causados à fauna, flora, solo, atmosfera e mananciais, também contribuam para a ampliação das possibilidades agrícolas. Por isso, vêm surgindo cada vez mais tecnologias que possam proporcionar melhor desempenho de produção, trazendo resultados cada vez mais efetivos para a agricultura e menos agressivos ao meio ambiente. Dentre os métodos de controle físicos citados, o controle por eletricidade, ou eletrocussão, tem se mostrado

um método bastante eficaz e promissor. Esse método consiste em uma capina por meio de descarga elétrica em uma quantidade suficiente para controlar uma ou mais plantas daninhas. O sistema baseia-se em um equipamento cujo objetivo é garantir que uma quantidade de energia elétrica entre em contato direto através de eletrodos com a planta daninha.

É uma tecnologia que vem sendo desenvolvida nas últimas três décadas e que acabou gerando uma possibilidade de controle da planta daninha, apresentando resultados consistentes e de valor comercial.

A descarga elétrica, ao atingir as espécies daninhas, provoca alterações na fisiologia das plantas de forma irreversível, as quais murcham e morrem, o que ocorre em pouco tempo, pois a corrente elétrica flui através do caule e das raízes causando danos às células.

O método de controle por eletrocussão não apresenta qualquer tipo de contaminação, seja ambiental ou humana, uma vez que não utiliza qualquer tipo de químico no processo. O efeito da aplicação da eletrocussão é imediatamente visível e esta característica do método apresenta, como vantagem, a possibilidade de entrada de pessoas na área em razão da ausência de contaminantes. Isto facilita a execução de outros processos no campo em menor intervalo de tempo. Há também a redução de custos, e o valor agregado da tecnologia supera o uso de herbicidas, mesmo em culturas convencionais. A tecnologia oferece vantagens relativas a outros métodos não convencionais químicos, tais como: eficácia superior à roçada, custo próximo ao da aplicação de herbicidas (OLIVEIRA, et al. 2018, p 28).

Métodos de controle mecânicos, como o arranquio ou capina manual, causam uma abertura da superfície do solo que pode levar a uma exposição de seu interior afetando a microbiologia e modificando suas características. De acordo com a intensidade dessa exposição, podem ter início pequenos processos de lixiviação causando empobrecimento do solo. Os métodos químicos causam uma redução dessa microbiologia e aumento de elementos químicos nocivos que se acumulam no solo e conseqüentemente nos alimentos ali produzidos. Já o método por eletrocussão não traz

nenhum efeito nocivo ao solo, preservando a microbiologia e até pequenos animais como as minhocas que desempenham papel importante na renovação do solo.

As atuais tecnologias de eletrocussão, consideram como letais para as plantas uma quantidade de energia entre 0,14 W a 277 W. Em condições de campo, a aplicação de descarga elétrica da ordem de 170 – 330 W proporciona controle eficaz de espécies daninhas, principalmente as de folhas estreitas. A tensão entre os polos deve ser suficiente para vencer a resistência em série composta pela parte aérea da planta, que são as folhas, galhos e caule; a parte radicular e o solo.

A utilização de corrente contínua retificada permite obter um fator de potência próximo da unidade reduzindo drasticamente as dimensões dos equipamentos elétricos.

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

Na agricultura tradicional, o uso indiscriminado de herbicidas proporcionou o desenvolvimento de muitos casos de resistência a tais compostos por diversas espécies daninhas. A resistência de plantas daninhas a herbicidas assume grande importância, principalmente em razão do limitado número de herbicidas alternativos para serem usados no controle de biótipos resistentes.

Muitos métodos utilizados hoje na agricultura podem estar defasados. Várias práticas agrícolas são passadas de geração em geração, funcionando e existindo de forma empírica. Isso não quer dizer que o conhecimento histórico não seja bom, mas sim que há espaço para melhoria e desenvolvimento. Ao passo que os aspectos do ambiente mudam, as práticas podem e devem se adaptar. Mas como mudar esse cenário?

É necessário que formas alternativas de controle de plantas daninhas auxiliem na sustentabilidade dos sistemas de produção de alimentos, e até mesmo eliminem os efeitos provocados pela intervenção química, reduzindo os custos de produção, com menor impacto ambiental da cadeia produtiva.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Compreender as formas de controle de plantas daninhas sem uso de defensivos tóxicos.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos do trabalho foram:

- fazer cultivos de corda de viola (*Ipomoea sp*);
- verificar a eficácia do controle por eletrocussão em várias fases da planta.

1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O experimento foi realizado nas instalações do Instituto Federal de São Paulo Campus de Avaré no período de 27 de setembro de 2022 até 27 de outubro de 2022. Os vasos com as mudas de corda de viola se encontravam dentro de uma estufa com sistema de irrigação automatizada, local onde também foram realizadas as aplicações. As mudas foram plantadas em vasos utilizado substrato de terra vegetal para plantas, sendo quatro plantas em cada vaso.

A temperatura dentro da estufa no momento da aplicação era de 25°C e as aplicações foram realizadas no período da tarde.

O equipamento de eletrocussão utilizado possuía três eletrodos, sendo dois deles conectados com o solo e o outro, chamado ativo, entrou em contato diretamente com a planta (Figura 1).

Figura 1- Modelo dos eletrodos utilizados

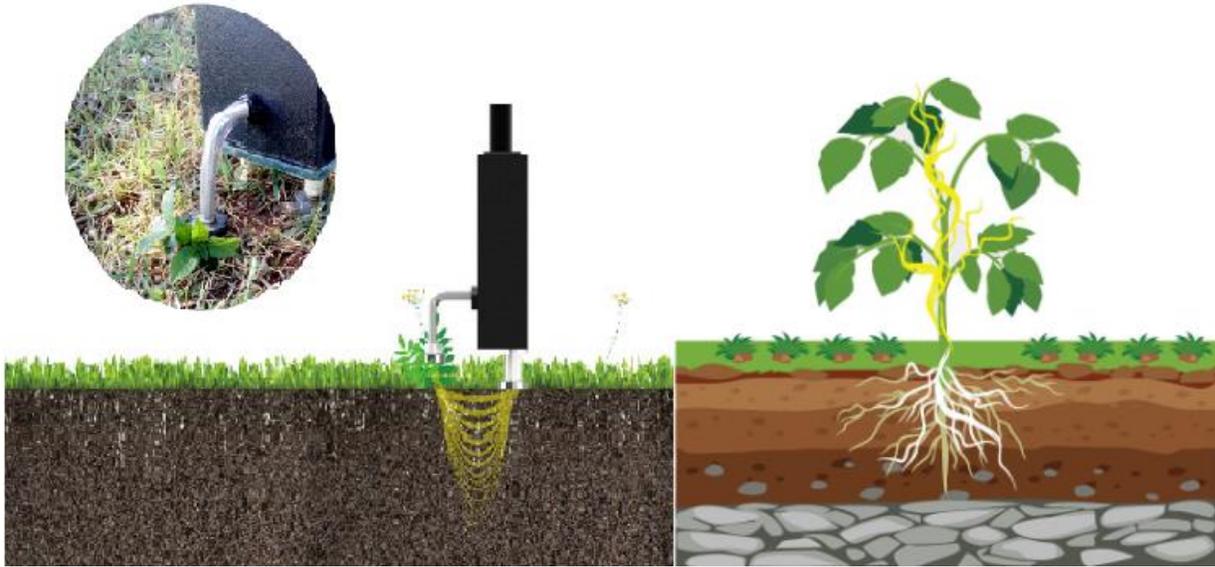


Fonte: Eletrodos Capina Elétrica, 2023.

Na posição vertical e com os eletrodos terra já colocados em contato com o solo, o eletrodo ativo foi levemente encostado na planta em que foi efetuada a aplicação. Após isso foi acionado o botão liga/desliga e iniciou-se a descarga elétrica através do gatilho que ficou pressionado durante todo o tempo desejado para descarga elétrica. Esse procedimento foi executado em todas as aplicações realizadas.

A descarga elétrica teve sua entrada na planta através do eletrodo ativo, esta passou por toda planta até sua raiz e foi finalizado o ciclo da descarga elétrica no eletrodo terra (Figura 2).

Figura 2- Caminho da corrente elétrica pela planta



Fonte: próprio autor, 2023.

A descarga elétrica recebida pela planta estabeleceu um fluxo de corrente que atuou somente no momento da aplicação não oferecendo nenhum risco imediatamente após a sua aplicação e nem deixando resíduos.

Para realizar as aplicações foi utilizado um equipamento de uso comercial da marca Zasso, modelo Izzi (Figura 3).

Figura 3- Equipamento manual de eletrocussão



Fonte: Capina Elétrica Manual – Zasso

Na metodologia empregada, para verificar a efetividade do uso da eletrocussão de plantas, foram efetuadas trinta e duas repetições de aplicações para cada uma das fases de crescimento da planta aqui denominadas Fase 1 e Fase 2.

Na Fase 1 as plantas mediam entre 4 cm e 9 cm e tinham entre 7 e 13 folhas. Já na Fase 2 as plantas tinham entre 31 cm e 37 cm e tinham entre 15 e 30 folhas; nessa fase também algumas plantas possuíam ramificações, sendo até três ramificações as que possuíam.

Para efeito de controle, foram reservados quatro vasos para a Fase 1 e três vasos para a Fase 2. Nestes vasos de controle não foi realizado nenhum tipo de interferência.

Com a ajuda de um cronômetro foi registrado o tempo para cada descarga elétrica aplicada, sendo utilizado esse procedimento em todas as repetições.

As aplicações foram divididas da seguinte forma: a primeira sequência com umidade do solo em 100% na Fase 1 da planta. Para essa umidade foram realizados primeiramente quatro repetições com tempo de descarga de 2 segundos e quatro repetições com tempo de descarga de 6 segundos. As aplicações da Fase 2 com umidade de 100% ocorreram simultaneamente com a Fase 1 e da mesma forma.

Na outra sequência com umidade do solo variando entre 2% a 25%, assim como na primeira, realizou-se quatro repetições com tempo de descarga de 2 segundos e quatro com tempo de 6 segundos para Fase 1, e quatro repetições com tempo de descarga de 2 segundos e quatro com tempo de 6 segundos para Fase 2.

Considerando que, em cada vaso haviam quatro plantas, somente uma delas recebeu a descarga elétrica diretamente, conforme apresenta a Figura 4, ficando o restante para uma análise se seria comprometida indiretamente pela descarga elétrica.

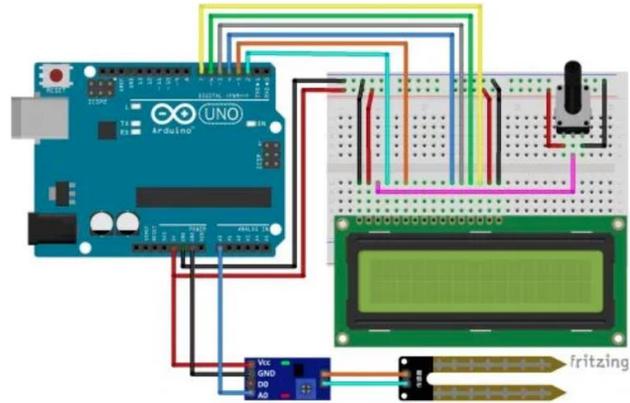
Figura 4– Descarga elétrica aplicada diretamente na planta



Fonte: próprio autor, 2023.

A umidade do solo foi verificada com a utilização de um sensor de umidade resistivo inserido no vaso, conectado a uma *protoboard* com placa microcontrolada Arduíno e outros componentes, conforme mostra a Figura 5. Para cada vaso de planta onde foi feita a aplicação mediu-se a umidade do solo. A configuração e calibração do equipamento de medida de umidade foi feita em outro trabalho de curso que envolveu alunos do ensino médio em mecatrônica.

Figura 5- A figura mostra a montagem do sensor de umidade em utilização nas aplicações das Fases 1 e 2.



Fonte: <https://autocorerobotica.blog.br/>

O sensor de umidade (Figura 6) após ser introduzido por completo no solo, mostrou no display a umidade registrada por ele. A umidade registrada foi anotada no vaso ao qual foi feito sua medição. Desta forma, a cada checagem, sabia-se a umidade referente ao solo em que a planta estava no momento da aplicação e sua evolução.



Figura 6– Modelo de sensor de umidade

Fonte: próprio autor, 2023.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

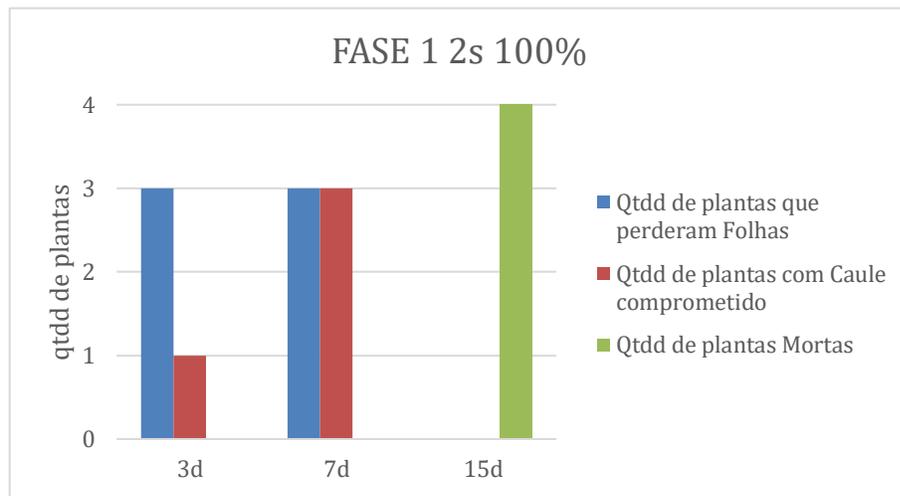
As plantas Fase 1 com 100% de umidade e 2 segundos de descarga elétrica (Figura 7), 3 dias após a aplicação já apresentavam uma característica de murchamento; com 7 dias após a aplicação as folhas já estavam secas, mas o caule apresentava um pouco de resistência ainda, e com 15 dias após a aplicação todas as plantas dessa Fase que passaram pela aplicação estavam mortas assim como representa a Figura 8.

Figura 7– Características das plantas da Fase 1, de 0 a 15 dias de ciclo, após aplicação de 2 segundos de descarga elétrica.



Fonte: próprio autor, 2023.

Figura 8– Demonstração em dias para 2 segundos de descarga elétrica (Fase 1), 100% umidade



Fonte: próprio autor, 2023.

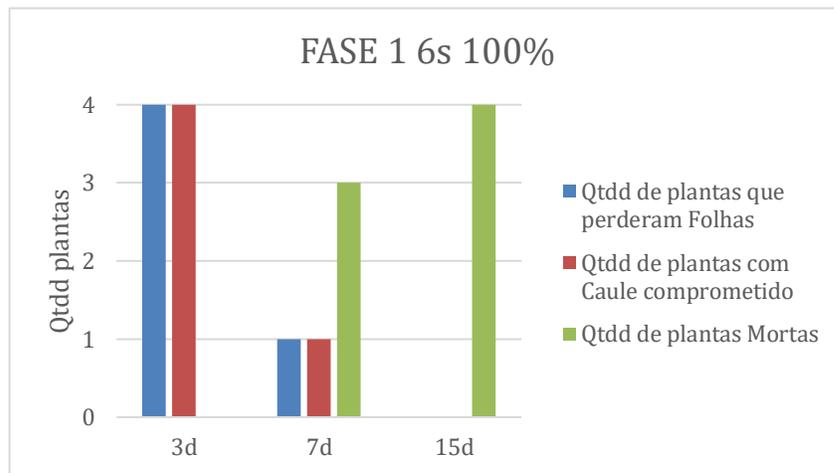
As plantas Fase 1 com 100% de umidade e 6 segundos de descarga elétrica (Figura 9), 3 dias após a aplicação já não apresentavam nenhuma resistência no caule estando todas caídas; com 7 dias após a aplicação, 3 haviam morrido e 1 estava com comprometimento de caule e folhas. Com 15 dias após a aplicação todas estavam mortas e já apresentavam processo de decomposição como apresentado na Figura 10.

Figura 9– Características das plantas da Fase 1, de 0 a 15 dias de ciclo, após aplicação de 6 segundos de descarga elétrica.



Fonte: próprio autor, 2023.

Figura 10– Demonstração em dias para 6 segundos de descarga elétrica (Fase 1), 100% umidade



Fonte: próprio autor, 2023.

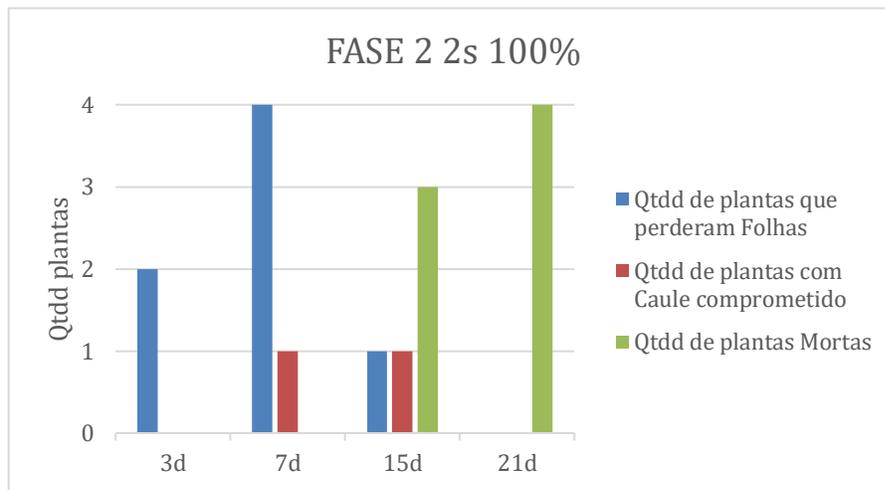
As plantas Fase 2 e 100% de umidade com 2 segundos de descarga elétrica (Figura 11), 3 dias após a aplicação estavam pouco murchas ou sem nenhuma característica de ter sido afetada pela descarga elétrica. Com 7 dias após a aplicação apresentavam sinais de murchamento, mas com boa resistência do caule e algumas folhas perdidas. Com 21 dias após a aplicação todas já podiam ser consideradas mortas de acordo com a Figura 12.

Figura 11– Características das plantas da Fase 2, de 0 a 15 dias de ciclo, após aplicação de 2 segundos de descarga elétrica.



Fonte: próprio autor, 2023.

Figura 12– Demonstração em dias para 2 segundos de descarga elétrica (Fase 2), 100% umidade



Fonte: próprio autor, 2023.

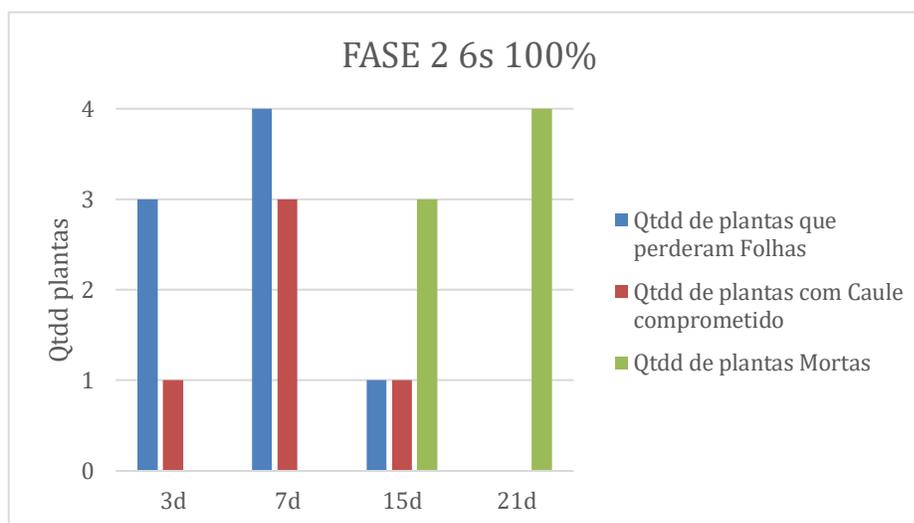
As plantas Fase 2 com 100% de umidade e 6 segundos de descarga elétrica (Figura 13), 3 dias após a aplicação apresentavam um sinal de murchamento considerável. Com 7 dias após a aplicação, todas apresentaram perda de folhas e 3 delas com comprometimento de caule. Com 15 dias após a aplicação, 3 delas já haviam morrido e com 21 dias todas estavam mortas de acordo com a Figura 14.

Figura 13– Características das plantas da Fase 2, de 0 a 15 dias de ciclo, após aplicação de 6 segundos de descarga elétrica.



Fonte: próprio autor, 2023.

Figura 14– Demonstração em dias para 6 segundos de descarga elétrica (Fase 2), 100% umidade



Fonte: próprio autor, 2023.

A Tabela 1 ilustra os resultados demonstrados anteriormente para as aplicações na Fase 1 com 100% de umidade e Fase 2 com 100% de umidade. É possível perceber que as plantas de Fase 2 resistem por uns dias a mais do que as plantas da Fase1, porém essa diferença não altera de forma significativa os resultados.

Tabela 1- Descrição dos efeitos da descarga elétrica para plantas Fase 1 e Fase 2 com 100% de umidade do solo

Dias	Fase 1 – umidade 100%		Fase 2 - umidade 100%	
	Efeito com 2 segundos de descarga elétrica	Efeito com 6 segundos de descarga elétrica	Efeito com 2 segundos de descarga elétrica	Efeito com 6 segundos de descarga elétrica
3	3 plantas perderam folhas e uma murchou	Todas plantas perderam folhas e murcharam	2 plantas com perdas de folhas	3 plantas perderam folhas e 1 murchou
7	Outras 2 plantas murcharam	3 plantas morreram	Outras 2 plantas perderam folhas e 1 morreu	4 plantas com perdas de folhas e 3 murcharam
15	Todas morreram	Todas morreram	3 plantas morreram	3 plantas morreram
21			Todas morreram	Todas morreram

Fonte: próprio autor, 2023.

Para esta outra sequência de aplicações com umidade variada, encontrou-se uma variação de umidade entre 2% a 25%.

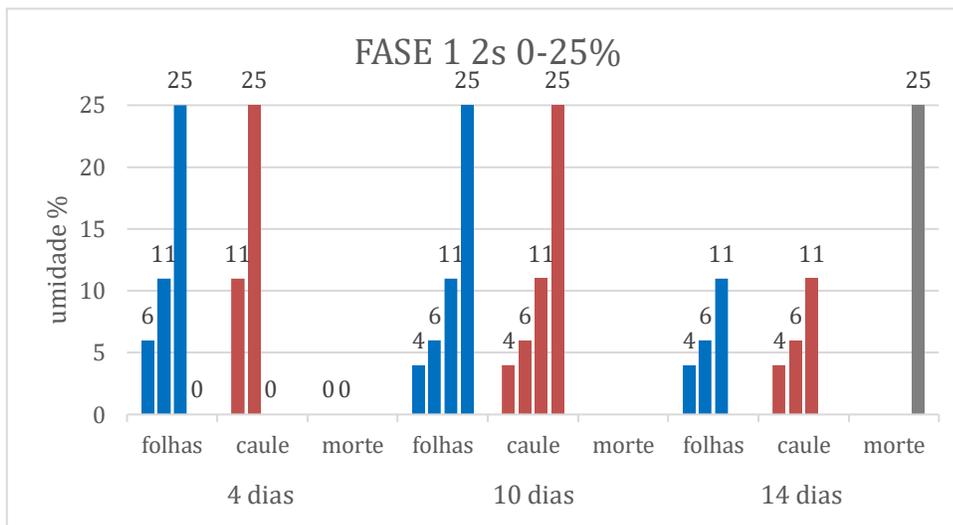
Realizadas as aplicações da Fase 1 com 2 segundos de descarga elétrica (Figura 15), foi encontrado umidade de 4%, 6%, 11% e 25%. Com 4 dias após a aplicação somente a planta com umidade de 4% não havia apresentado nenhuma característica de ter sido afetada. As demais apresentaram danos nas folhas ou caule. Com 10 dias após a aplicação todas as plantas apresentaram comprometimento de folhas e caule. Após 14 dias uma das plantas estava morta e as outras com comprometimentos graves. Estas são demonstradas na Figura 16.

Figura 15– Características das plantas da Fase 1, de 4 a 21 dias de ciclo com 4%, 6%, 11% e 25% de umidade após aplicação de 2 segundos de descarga elétrica.



Fonte: próprio autor, 2023.

Figura 16- Demonstração em dias para 2 segundos de descarga elétrica (Fase 1), 0-25% umidade



Fonte: próprio autor, 2023.

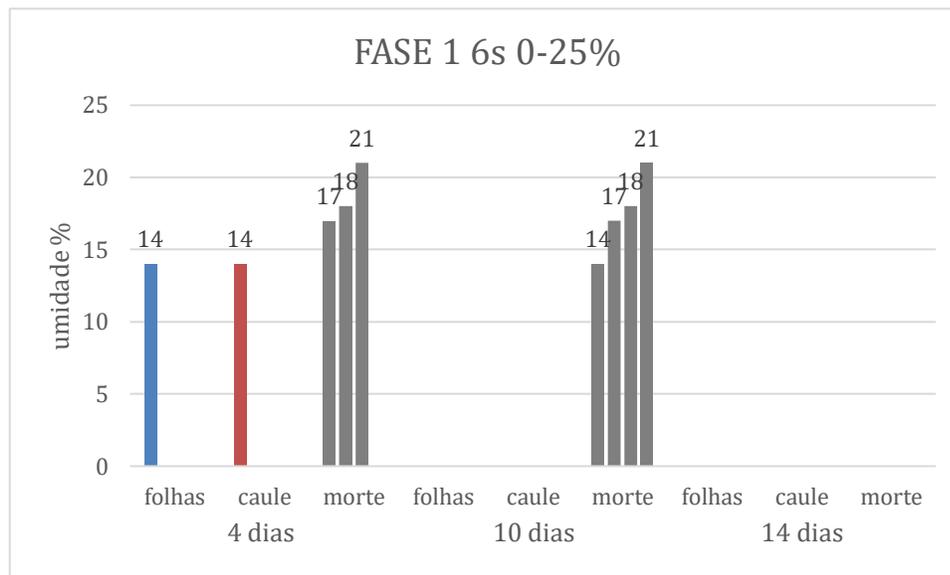
Para esta sequência de aplicações realizados da Fase 1 com 6 segundos de descarga elétrica foi encontrado umidade de 14%, 17%, 18% e 21% (Figura 17). Com 4 dias após a aplicação a planta com umidade de 14% apresentava folhas e caule em processo de murchamento. As demais plantas com 17%, 18% e 21% de umidade já se encontravam mortas. Com 10 dias após a aplicação todas as plantas estavam mortas. Estas são demonstradas na Figura 18.

Figura 17- Características das plantas da Fase 1, de 4 a 21 dias de ciclo com 14%, 17%, 18% e 21% de umidade após aplicação de 6 segundos de descarga elétrica.



Fonte: próprio autor, 2023.

Figura 18- Demonstração em dias para 6 segundos de descarga elétrica (Fase 1), 0-25% umidade



Fonte: próprio autor, 2023.

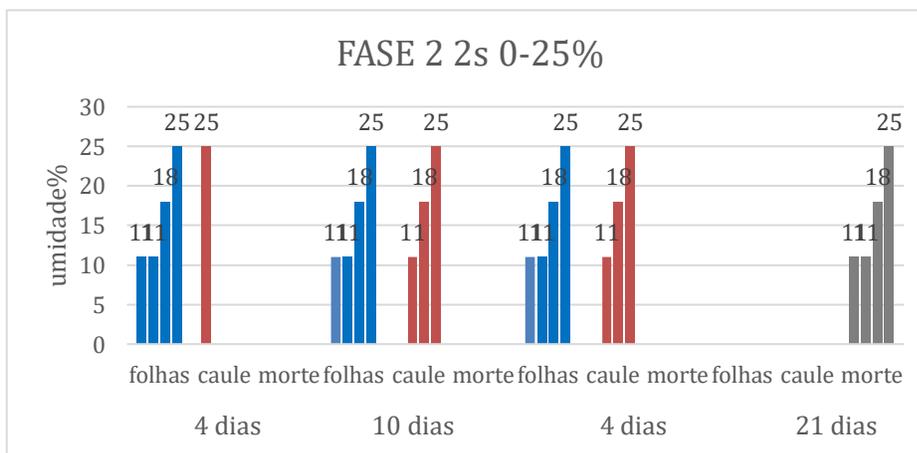
Nesta sequência de aplicações realizadas da Fase 2 com 2 segundos de descarga elétrica foi encontrado umidade de 11%, 18% e 25% (Figura 19). Com 4 dias após a aplicação todas as plantas apresentavam folhas em processo de murchamento. A planta com 25% de umidade também apresentava o caule afetado. Aos 10 dias, além das características já citadas anteriormente, as plantas com 11% e 18% de umidade também demonstrou ter o caule afetado. Com 14 dias após a aplicação as plantas apresentavam as mesmas características anteriormente citadas, e com 21 dias todas as plantas estavam mortas. Estas são demonstradas na Figura 20.

Figura 19- Características das plantas da Fase 2, de 4 a 21 dias de ciclo com 11%, 18% e 25% de umidade após aplicação de 2 segundos de descarga elétrica.



Fonte: próprio autor, 2023.

Figura 20- demonstração em dias para 2 segundos de descarga elétrica (Fase 2), 0-25% umidade



Fonte: próprio autor, 2023.

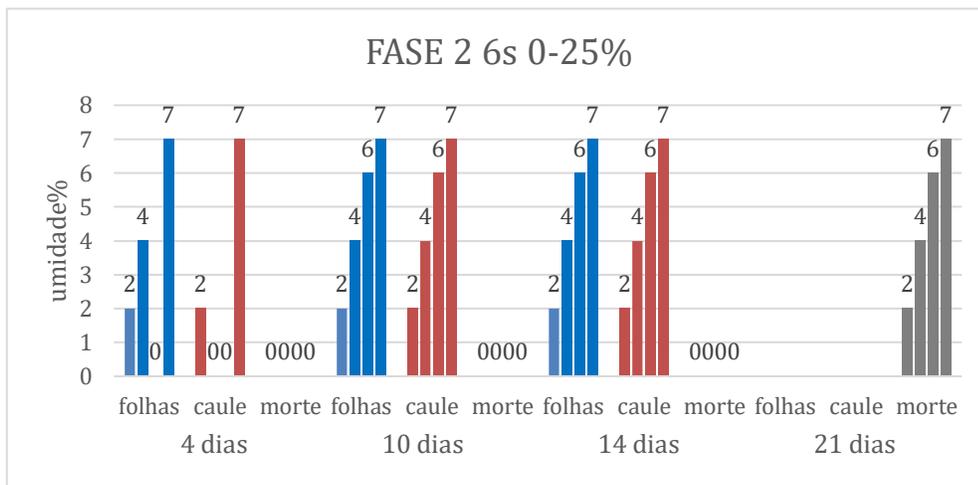
Na sequência seguinte de aplicações realizadas da Fase 2 com 6 segundos de descarga elétrica foi encontrado umidade de 2%, 4%, 6% e 7% (Figura 21). Com 4 dias após a aplicação somente a planta com 6% de umidade não apresentou nenhum processo de murchamento. As plantas com 2% e 7% de umidade além das folhas, também apresentava o caule afetado. Aos 10 dias, todas as plantas apresentavam comprometimento de folhas e caule. Com 14 dias após a aplicação as plantas apresentavam as mesmas características anteriormente citadas, e com 21 dias todas as plantas estavam mortas. Estas são demonstradas na Figura 22.

Figura 21- Características das plantas da Fase 2, de 4 a 21 dias de ciclo com 2%, 4%, 6%, 7% de umidade após aplicação de 6 segundos de descarga elétrica.



Fonte: próprio autor, 2023.

Figura 22- Demonstração em dias para 6 segundos de descarga elétrica (Fase 2), 0-25% umidade



Fonte: próprio autor, 2023.

A Tabela 2 ilustra os resultados para os vasos com umidade variada para Fase 1 e Fase 2, já demonstrados antes. Fica visível que quanto maior a umidade do solo, mais rápido os efeitos da eletrocussão aparecem e também levam as plantas a morte.

Tabela 2- Descrição dos efeitos da descarga elétrica para plantas Fase 1 e Fase 2 com umidade variada do solo

Dias	Fase 1 - Umidade variada		Fase 2 – Umidade variada	
	Efeito com 2 segundos de descarga elétrica e umidade de 4%, 6%, 11% e 25%	Efeito com 6 segundos de descarga elétrica e umidade de 14%, 17%, 18% e 21%	Efeito com 2 segundos de descarga elétrica e umidade de 4%, 11%, 18% e 25%	Efeito com 6 segundos de descarga elétrica e umidade de 2%, 4%, 6% e 7%
4	Planta com solo em 4% de umidade sem sinais dos efeitos, as demais com perdas de folhas e murchas	Planta com solo em 14% de umidade com comprometimentos graves. As demais já estavam mortas	Todas as plantas com perdas de folhas e a planta com solo em 25% de umidade apresentou murchamento	Planta com solo em 6% de umidade sem sinais dos efeitos, as demais com perdas de folhas e murchas
10	Todas com perdas de folhas e murchas		Todas as plantas com comprometimento de folhas e caule	Todas as plantas com comprometimento de folhas e caule
14	1 planta morta		Todas as plantas muito afetadas e sem possibilidade de recuperação	Todas as plantas muito afetadas e sem possibilidade de recuperação
21	Todas as plantas mortas		Todas mortas	Todas mortas

Fonte: próprio autor, 2023.

4 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que:

- ✓ para o controle da planta corda de viola (*Ipomea sp*), nas fases iniciais de crescimento, a eletrocussão é um método eficiente, rápido e que não deixa resíduos;
- ✓ o tempo de descarga elétrica aplicado vai influenciar somente no tempo que a planta leva para morrer, um tempo maior de descarga elétrica levou a planta à morte em um período mais curto de tempo;
- ✓ as plantas com umidade do solo maior chegaram mais rápido à morte:
- ✓ plantas Fase 1 com 100% de umidade por volta de 07 dias começaram a morrer ou mostrarem que os danos causados eram irreversíveis,
- ✓ plantas Fase 2 com 100% e plantas com umidade variada de umidade por volta de 10 dias começaram a morrer ou demonstrar que os danos causados eram irreversíveis;
- ✓ somente a planta que entrou em contato direto com a descarga elétrica é que teve sua morte efetiva, as plantas que estavam ao redor não foram afetadas;
- ✓ nenhuma planta se recuperou ou teve poucos danos em sua estrutura, todas morreram.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, L. B. **Plantas Daninhas**. 1º ed. Lages, SC. 2013.

COSTA, N. V. et al. **Métodos de controle de plantas daninhas em sistemas orgânicos: breve revisão**. Revista Brasileira de Herbicidas, v.17, n.1, p.25-44, jan/mar 2018. Disponível em: [Métodos de controle de plantas daninhas em sistemas orgânicos: breve revisão | Costa | Revista Brasileira de Herbicidas \(rbherbicidas.com.br\)](#). Acesso em 12 de julho de 2022.

FELDENS, L. **O homem, a agricultura e a história**. 1º ed. Lajeado, RS. Ed. Univates. 2018.

FREITAS, I. L. J. **Seletividade e eficiência de herbicidas no manejo de plantas daninhas em milho pipoca**. Tese (Mestre em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF. Campos de Goytacazes, RJ. 77 p. 2010.

OLIVEIRA, M.F; COUTINHO FILHO, S.A. **Eletrocussão de plantas – Capina elétrica**. Circular técnica 242. Embrapa. Sete Lagoas, MG. 28 p. 2018.

PRIMAVESI, Ana. **Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais**. São Paulo: Nobel, 2002. p 568.

SCHIESARI, L. **Defensivos agrícolas: como evitar danos à saúde e ao meio ambiente**. Disponível em: [defensivos agrícolas como evitar danos à.pdf \(ipam.org.br\)](#). Acesso em: 24 de maio de 2022.

VARGAS, L.; et al. **Manejo de plantas daninhas na cultura do milho**. Passo Fundo: Embrapa trigo, 2006. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do61.htm. Acesso em 29 de julho de 2022.

GLOSSÁRIO

Arduíno - Plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e de placa única, projetada com um microcontrolador Atmel AVR com suporte de entrada/saída embutido, uma linguagem de programação padrão, a qual tem origem em Wiring, e é essencialmente C/C++.

Biótipo - Conjunto dos seres vivos que apresentam o mesmo genótipo ou a mesma composição genética, em relação às suas características, fisiologia e comportamentos.

Degradar - destruir, devastar, estragar ou prejudicar.

Edafoclimática – Condição relativa ao clima e ao solo.

Empírica - Fato que se apoia somente em experiências vividas, na observação de coisas, e não em teorias e métodos científicos.

Insumos - Tudo aquilo utilizado no processo de produção de um bem ou serviço e que integra o produto final.

Manancial - Fonte de água doce superficial ou subterrânea que pode ser usada para consumo doméstico, após tratamento, e para o desenvolvimento de atividades econômicas.

Manuseio – Trabalho realizado com as mãos.

Sustentabilidade - Busca pelo equilíbrio entre o suprimento das necessidades humanas e preservação dos recursos naturais, não comprometendo as próximas gerações.