



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

**FERNANDO BARROS CARNEIRO**

**AÇÃO DO EXTRATO AQUOSO DAS FOLHAS DE *AZADIRACHTA INDICA* NA  
GERMINAÇÃO DE *AMARANTHUS VIRIDIS***

**FORTALEZA**

**2025**

FERNANDO BARROS CARNEIRO

**AÇÃO DO EXTRATO AQUOSO DAS FOLHAS DE *AZADIRACHTA INDICA* NA  
GERMINAÇÃO DE *AMARANTHUS VIRIDIS***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharelado em Agronomia.

Orientadora: Prof. Dr. Renata Fernandes de Matos.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

C288a Carneiro, Fernando Barros.  
Ação do extrato aquoso das folhas de *Azadirachta indica* na germinação de *Amaranthus viridis* / Fernando Barros Carneiro. – 2025.  
42 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2025.  
Orientação: Profa. Dra. Renata Fernandes de Matos.

1. Alelopatia. 2. Bioherbicida. 3. Controle de plantas daninhas. I. Título.

CDD 630

---

FERNANDO BARROS CARNEIRO

**AÇÃO DO EXTRATO AQUOSO DAS FOLHAS DE *AZADIRACHTA INDICA* NA  
GERMINAÇÃO DE *AMARANTHUS VIRIDIS***

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação  
em Agronomia do Centro de Ciências  
Agrárias da Universidade Federal do  
Ceará, como requisito parcial à  
obtenção do grau de Bacharelado em  
Agronomia.

Aprovada em: 28/07/2025.

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Renata Fernandes de Matos (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Dra. Erica Costa Calvet  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Marcela Agostinho Lourenço  
Engenheira Agrônoma (UFC)

A minha mãe Soliane.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Profa. Dra. Renata Fernandes de Matos, pela excelente orientação.

Aos membros participantes da banca examinadora Érica Costa Calvet e Marcela Agostinho Lourenço pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

A minha família, Mãe e irmãs, Soliane, Lavínia e Evelyn, por serem minha base.

Ao meu melhor amigo, Fernando, por toda a ajuda de sempre, sua amizade foi fundamental na minha caminhada.

Ao meu amor, Paloma, por ser minha força e meu porto seguro durante todo esse período.

Aos meus amigos da faculdade, Marcela, Gustavo e Thiago, pela parceria e pelos momentos que tornaram a jornada mais leve.

A Helenira e Renato, da Embrapa, pela orientação valiosa não apenas neste trabalho, mas para a vida.

Ao GAUFC – Grupo Agroecológico da UFC por ser meu abrigo durante a minha graduação.

“Planta daninha é qualquer ser vegetal que cresce onde não é desejado.”  
(Lorenzi, 2014, p. 15).

## RESUMO

As plantas daninhas, como o caruru (*Amaranthus viridis*), representam um dos grandes problemas para a produtividade agrícola, o que reforça a busca por herbicidas, porém, devido aos riscos do uso, surgem alternativas sustentáveis como herbicidas naturais. Nesse contexto, os extratos vegetais com potencial alelopático surgem como uma ferramenta promissora. O presente estudo teve como objetivo avaliar a ação do extrato aquoso de folhas de nim indiano (*Azadirachta indica*) sobre a germinação de sementes de caruru, testando o efeito de diferentes concentrações em condições de laboratório. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, testando-se cinco tratamentos: um controle (água destilada) e quatro concentrações de extrato aquoso de folhas de nim (25%, 50%, 75% e 100% p/v), com quatro repetições para cada tratamento. Foram avaliados os parâmetros de porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) e acúmulo de biomassa (MFPA, MFPR, MSPA e MSPR). O tratamento controle apresentou germinação média de 57%, enquanto todos os tratamentos com extrato de nim, incluindo a menor concentração de 25%, inibiram completamente a germinação (0%). Concluiu-se que o extrato aquoso das folhas de nim indiano possui um elevado potencial herbicida contra as sementes de caruru, inibindo totalmente o processo germinativo mesmo na menor dose testada, o que o posiciona como um forte candidato para o desenvolvimento de bioherbicidas no manejo integrado de plantas daninhas.

**Palavras-chave:** Alelopatia; bioherbicida; controle de plantas daninhas.

## ABSTRACT

Weeds such as *Amaranthus viridis* (slender amaranth) represent a major threat to agricultural productivity, reinforcing the demand for herbicides. However, due to the environmental and health risks associated with synthetic herbicides, sustainable alternatives such as natural herbicides have gained attention. In this context, plant extracts with allelopathic potential have emerged as a promising tool. This study aimed to evaluate the effects of aqueous leaf extract of neem (*Azadirachta indica*) on the germination of *A. viridis* seeds, testing different concentrations under laboratory conditions. The experiment was conducted in a completely randomized design, testing five treatments: a control (distilled water) and four concentrations of neem leaf extract (25%, 50%, 75%, and 100% w/v), with four replicates per treatment. The following parameters were assessed: germination percentage (G%), germination speed index (GSI), mean germination time (MGT), and biomass accumulation (fresh and dry mass of aerial and root parts). The control treatment showed an average germination of 57%, while all neem extract treatments, including the lowest concentration (25%), completely inhibited germination (0%). It is concluded that the aqueous extract of *Azadirachta indica* leaves has a strong herbicidal potential against *A. viridis* seeds, fully suppressing germination even at the lowest tested concentration, making it a strong candidate for the development of bioherbicides within integrated weed management strategies.

Keywords: Allelopathy; bioherbicide; weed control.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO .....	16
	<b>2.1 Plantas daninhas</b> .....	16
	<b>2.2 Caruru</b> .....	18
	<b>2.3 Manejo do caruru</b> .....	20
	<b>2.4 Alelopatia</b> .....	22
	<b>2.5 Nim indiano</b> .....	22
3	OBJETIVOS .....	26
	<b>3.1 Objetivo geral</b> .....	26
	<b>3.2 Objetivos específicos</b> .....	26
	<b>4.1 Material experimental</b> .....	27
	<b>4.2 Local do estudo</b> .....	27
	<b>4.3 Tratamentos utilizados</b> .....	27
	<b>4.4 Delineamento experimental</b> .....	28
	<b>4.5 Obtenção do extrato</b> .....	28
	<b>4.6 Condução do teste</b> .....	29
	<b>4.7 Caracteres avaliados</b> .....	29
	<b>4.8 Análise estatística</b> .....	31
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
6	CONCLUSÃO .....	42
	REFERÊNCIAS .....	43

## 1 INTRODUÇÃO

As plantas daninhas são espécies vegetais que interferem negativamente no desenvolvimento de cultivos agrícolas ao competirem por recursos essenciais como água, luz e nutrientes, o que impacta diretamente a produtividade. De acordo com Lorenzi (2014), plantas daninhas são aqueles seres vegetais que crescem em ambientes onde não são desejados. Mas é interessante o uso do termo “plantas espontâneas”, já que são plantas que ocorrem naturalmente e desempenham uma função ecológica no ambiente, como a proteção do solo contra a erosão, a ciclagem de nutrientes ou a oferta de recursos para a fauna local, assim como qualquer outro ser vivo.

A origem das plantas espontâneas ainda é debatida, mas Brighenti (2011) diz que a origem das plantas daninhas vem desde a antiguidade, quando se optou por selecionar plantas de interesse e melhorar sua genética, dando mais qualidades sensoriais, e tirando a sua natureza de competição, e por outro lado, a natureza trabalhou com as plantas que não foram selecionadas e passaram por processos de adaptação, tornando-as mais selvagens no âmbito de sobrevivência da espécie.

De acordo com Lai (2021), algumas das espécies de plantas espontâneas que se tem no território brasileiro foram trazidas do continente africano com a intenção de se tornarem forrageiras. Como exemplos podem ser citados o capim-brachiária (*Urochloa decumbens*), capim-marmelada (*Urochloa plantaginea*) e o capim-annoni (*Eragrostis plana*).

Grande parte dos solos agrícolas do mundo tem plantas daninhas instalada. Lai (2021) indica que essas plantas podem ser classificadas em duas categorias: plantas de caráter transitório, que estão no solo, esperando condições favoráveis para germinar, e ocorrem em até um ano; e plantas de caráter persistente, que ficam nos solos por mais de um ano, esperando o momento ideal para se instalar.

A dispersão dessas plantas é um grande problema associado aos plantios convencionais em larga escala, já que ao se revolver o solo com as máquinas, se está distribuindo as estruturas reprodutivas, assim aumentando a necessidade do uso de agrotóxicos, herbicidas sintéticos que trazem malefícios para a saúde humana, animal e ambiental.

O método de controle de plantas daninhas mais amplamente utilizado é o químico, possibilitando a obtenção de elevadas produtividades.

Contudo, esse método de controle pode apresentar alguns problemas, tais como: possibilidades de contaminação ambiental, riscos de intoxicação, aparecimento de biótipos de plantas daninhas resistentes aos herbicidas e necessidade de mão-de-obra qualificada. Por isso, há necessidade de adoção de práticas de manejo complementares que reduzam a interferência das plantas daninhas e o uso de herbicidas (Kissmann, 1996).

Diante dos grandes malefícios do uso de químicos em ampla escala e de forma incorreta, é necessário a busca por outros meios de proteção do cultivo. Um desses métodos é o uso de extratos de plantas, uma alternativa ao manejo de pragas. O extrato vegetal é a mistura dos ativos químicos das plantas com água para formar uma calda que é aplicada sob as plantas espontâneas ou insetos para sua exterminação.

De acordo com Schmutterer (1990) e Roel et al., (2000) a *Azadirachta indica*, popularmente denominada nim no Brasil, tem sido estudada quanto ao seu potencial como inseticida natural, e seus extratos têm se revelado tão promissores quanto os inseticidas comerciais. Visto esse potencial do nim, é válido a busca pelo potencial desse para o controle de plantas espontâneas como o caruru *Amaranthus viridis*.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Plantas daninhas

Desde que ocorreu a intervenção humana nos agroecossistemas, e o ser humano começou a optar por plantar algumas espécies em detrimento de outras, as plantas que eram consideradas sem, ou de pouco interesse alimentício e/ou cosmético, foram perdendo espaço. A partir dessa problemática imposta pelo processo evolutivo, surgiu a necessidade dessas plantas se adaptarem e garantirem a sobrevivência da espécie. Elas desenvolveram formas de sobrevivência à seleção artificial, ajustando sua distribuição espacial, preferencialmente em locais onde há disponibilidade de água e nutrientes.

Apesar dessas espécies serem destacadas pelos seus aspectos negativos, ressalta-se que são espécies naturais e não devem ser extirpadas por mero capricho utilitarista. Toda planta gera algum benefício, desde o aspecto social a ela atrelado, até as suas capacidades fisiológicas como boa ciclagem de nutriente, ou fixação de nitrogênio, e, essa constante aparição das plantas daninhas ocorre devido à pressão de seleção que é imposta pelo intenso foco em controlá-las.

A primeira documentação das plantas daninhas é observada na passagem bíblica:

“Jesus lhes contou outra parábola, dizendo: O Reino dos céus é como um homem que semeou boa semente em seu campo. Mas enquanto todos dormiam, veio o seu inimigo e semeou o joio no meio do trigo e se foi. Quando o trigo brotou e formou espigas, o joio também apareceu. Os servos do dono do campo dirigiram-se a ele e disseram: O senhor não semeou boa semente em seu campo? Então, de onde veio o joio? Um inimigo fez isso, respondeu ele. Os servos lhe perguntaram: O senhor quer que vamos tirá-lo? Ele respondeu: Não, porque, ao tirar o joio, vocês poderão arrancar com ele o trigo. Deixem que cresçam juntos até à colheita. Então direi aos encarregados da colheita: Juntem primeiro o joio e amarrem-no em feixes para ser queimado; depois juntem o trigo e guardem-no no meu celeiro” (Bíblia, 2008, Mateus 13. 24-30, p. 202).

As plantas daninhas, ou melhor classificadas como plantas espontâneas, são de total relevância na agricultura contemporânea, pois representam um dos maiores empecilhos na implementação de um cultivo. As plantas daninhas causam danos e perdas econômicas importantes para os produtores rurais, mesmo realizando o

controle, estima-se que essas perdas variam de 10 a 30% (Markus, 2022). Diversos autores têm uma mesma abordagem quanto ao conceito dessas espécies: Planta daninha é qualquer ser vegetal que cresce onde não é desejado (Lorenzi, 2014). Então existe a preocupação em manejar essas espécies em prol de minimizar os prejuízos causados durante o ciclo do plantio.

Além dos problemas que ocasionam para os cultivos, as plantas daninhas costumam ser um fator complicador para o produtor por diversos aspectos, como: um dos principais mecanismos de sobrevivência em ambientes constantemente perturbados é a alta produção de sementes (Vivian, 2008); a dispersão é um dos principais fatores de agressividade (Carvalho, 2013); a rápida velocidade de crescimento também é uma de suas características (Ibidem, 2013). Ao olhar para uma rua com um esgoto a céu aberto pode-se observar a disseminação dessas espécies e, em um ritmo muito acelerado, devido a disponibilidade de água, sol e espaço, elas conseguem se desenvolver. O conjunto de todas essas características torna difícil o manejo de remoção dessas espécies.

O prejuízo gerado por essas espécies está relacionado, inicialmente, a sua própria presença no ambiente. São diversas as formas com que essas espécies podem causar perdas de capital, seja por competirem por nutrientes com as espécies de interesse, deixando o solo mais pobre, ou interferem alelopaticamente na planta cultivada, causando sérios prejuízos ao seu crescimento, desenvolvimento e produtividade, o que ocorre principalmente pelo crescimento rápido e sombreamento da cultura, diminuindo a captação de luz solar (Pitelli, 1987).

Para além disso, elas ainda podem ser hospedeiras em potencial para pragas e doenças, comprometendo o desenvolvimento da espécie de interesse. Além disso, podem dificultar o manejo, dada a presença de plantas daninhas que apresentam espinhos e podem machucar tanto o trabalhador, quanto os animais que estão na área. O prejuízo, de forma monetária, pode ser considerado: “o impacto total das daninhas na cultura, o que leva em consideração também a matocompetição, o que chega a R\$ 9 bilhões ao ano” (Anunciato et al., 2020, p.13).

No Brasil, há uma grande quantidade de espécies de plantas daninhas. No país, a seleção de espécies tolerantes e resistentes iniciou na década de 70, com o uso repetido do herbicida *metribuzin* (Vargas et al., 2016). Algumas das espécies mais comuns que causam grandes prejuízos por serem resistentes aos herbicidas são: Picão-preto (*Bidens subalternans* e *Bidens pilosa*); Capim-pé-de-galinha

(*Eleusine indica*); Capim-branco (*Chloris elata*); Azevém (*Lolium multiflorum*); Capim-amargoso (*Digitaria insularis*); Buva (*Conyza spp.*); Tiririca (*Cyperus rotundus*) e Caruru (*Amaranthus viridis*). Desde então, diversas espécies foram aparecendo. Outros elementos que corroboraram para sua proliferação foi a introdução dessas plantas por meio de propágulos vegetais, como sementes nas botas de turistas, ou compra de mudas em outros países sem os adequados processos de vistorias.

## 2.2 Caruru

O caruru (*Amaranthus viridis*) é uma das plantas daninhas mais presentes no Brasil. A espécie é provavelmente de origem asiática, porém, costuma ter traços cosmopolitas, o que, atrelado à sua tolerância ao calor, explica sua aparição em regiões tropicais (Ferdous, 2015). É uma espécie que tem metabolismo fotossintético C4, o que indica a presença da rubisco e, por consequência, consegue utilizar quantidades maiores o CO<sub>2</sub>, tendo assim uma maior capacidade de fotossíntese em ambientes mais quentes e utilização mais eficaz da água disponível. Logo, em termos de capacidade de competição, é uma espécie que apresenta vantagens em relação as espécies de interesse agrícola, como milho, feijão e soja. O caruru produz até 500.000 sementes por planta, as quais são viáveis por até cinco anos no solo, o que a torna uma espécie de difícil controle (Bianchi, 2016).

O gênero *Amaranthus* é diverso e se dispersa por todo o mundo. A grande maioria de suas espécies é vista como planta daninha, mas existem estudos que comprovam que existe utilidade nas suas folhas e sementes. As espécies mais conhecidas são:

- A. blitum:** Em geral, é uma planta que é comestível e usada na medicina no continente africano.
- A. spinosus:** Apresenta grande potencial danoso nas produções agrícolas, sendo espalhada geralmente pelas fezes de animais, presente em todas as sub-regiões do pantanal brasileiro, é uma planta danosa para o cultivo e para o gado, pois tem uma aceitação pelos animais, porém pode vir a causar intoxicações.
- A. retroflexus:** É nativa da América Central e do Norte, localizada em locais mais secos. Uma amarantácea de grande porte e que causa bastante incômodo na agricultura, principalmente no cultivo de grãos, como milho e soja. De acordo

com a Embrapa milho (2025). Sem controle do caruru, as perdas no rendimento das culturas podem atingir 91% em milho, 79% em soja e 77% no algodão.

A amarantácea mais conhecida no Brasil é o *Amaranthus viridis*, também denominado de caruru-de-mancha ou breudo, da classe magnoliopsida, da ordem Caryophyllales e família amaranthaceae. É uma planta daninha presente no território brasileiro, aparecendo em todas as regiões. É definida como:

“Planta monoica, glabra. Caule ereto, simples ou ramificados, 0.2-0.8(-1) m. Folhas com pecíolos com a metade até 1 ½ maior o comprimento da lâmina, lâmina rômbico-ovada ou ovada, 1-7 × 0.5-5 cm, base arredondada, cuneada ou atenuada, margem inteira, plana, ápice obtuso, arredondado ou emarginado, mucronado. Florescências esverdeadas. Brácteas das flores pistiladas ovadas a lanceoladas, ca. 1 mm compr., menor que o comprimento das tépalas. Flor pistilada com 3 tépalas, elípticas, obovado-elípticas ou espatuladas mais ou menos iguais entre si, 1.0-1.5 mm compr., ápice arredondado ou quase agudo, mucronado ou não, estigmas 3, estilete ereto. Flor estaminada inconspícua, reunidas principalmente no ápice das florescências, tépalas 3, estames 3. Utrículos ovoides, (1-)1.5-2.0 mm compr., na mesma altura ou um pouco acima da altura das tépalas, pericarpo proeminentemente ou fracamente rugosos, indeiscente. Sementes negras ou marrom-escuras, subglobosas a levemente lenticulares, testa minuciosamente punctulada” (Vasconcellos; Roessleria, 1985).

É uma espécie daninha que apresenta elevado potencial de distribuição de sementes e pode ocasionar sérios danos as lavouras. Contudo, também possui benefícios, como:

“Às vezes consumido como vegetal cozido; forragem para o gado e adubo verde; as folhas são diuréticas e purgativas bem como em emplastos (frescas ou em pó seco) para tratar inflamações (...) a seiva é usada como vermífugo contra filária, como emenagogo e para aliviar problemas cardíacos; as folhas têm propriedades febrífugas; rica em soda e é usada na fabricação de sabão” (Janet, 2013).

Como é possível perceber, a *Amaranthus* é uma espécie que denota um dilema: ela se apresenta, ao mesmo tempo, como um problema no ambiente de produção rural, e um instrumento de estudo com grandes potenciais, podendo gerar grande retorno científico. Para além disso, vale ressaltar que, segundo Francischini et al. (2014) e Heap (2022), o *Amaranthus viridis* é a primeira espécie das amarantáceas que desenvolveu resistência aos herbicidas inibidores de ALS e do FSII no Brasil.

Contudo, existem grandes impactos atrelados a essa espécie, os quais são muitos, pois afetam a produção agrícola em vários estágios, como na nutrição da planta. O caruru tem um potencial de crescimento acelerado, Joseph (2004) concluiu que as perdas de produtividade do milho caíram de 58% para 19% devido ao atraso na germinação do *Amaranthus retroflexus*. Por ser uma espécie em que o seu meio propagativo é via sementes, problemas também são decorrentes da dispersão, a qual pode ocorrer via anemocoria, zoocoria, hidrocoria e principalmente antropocoria, fazendo com que a germinação se torne um grande problema, sendo então o controle necessário.

### 2.3 Manejo do caruru

Entre os métodos de controle de plantas daninhas destaca-se o químico, em especial para a agricultura em larga escala, devido a eficácia, rapidez e menor custo quando comparado com outras práticas de manejo (Santos et al., 2013 apud Brunetto). Existem, até o período em que esta pesquisa foi realizada, pelo menos 883 produtos que podem ser utilizados para a eliminação do caruru, de acordo com o Agrofit. É perceptível que o mercado que gira em torno do uso de químicos vem crescendo para atender as grandes áreas. O uso dos agrotóxicos vem crescendo diariamente, por facilitar o crescimento e cultivo de diferentes espécies de plantas, além de ser um recurso utilizado no combate de pragas, patógenos e plantas invasoras (Oliveira, 2017).

No entanto, o uso de químicos vem sendo cada vez mais questionado com o passar dos anos. Os consumidores vêm cada vez mais demandando produtos isentos de agrotóxicos, pois:

“Conforme observado, a agricultura orgânica se desenvolve rapidamente em todo o planeta, sendo cultivada em quase 120 países. Somada a área de extrativismo sustentável são 51 milhões de hectares de produção orgânica certificada, destacando-se a Austrália com 39% do total e a Europa com 21%. No que tange ao consumo de alimentos e bebidas orgânicas, o mercado europeu é o maior do planeta, movimentando US\$ 13,7 milhões em 2004, seguido pelo norte americano que alcançou 13 bilhões” (Moro, 2007).

O uso de herbicidas e inseticidas vem acarretando problemas tanto de saúde quanto ambientais ao longo dos anos, há a correlação entre o uso de agrotóxicos e alterações auditivas, doenças degenerativas, câncer, malformações congênitas,

intoxicações e outras patologias (Lara, 2020), o que ocorre tanto pelos componentes químicos que são jogados em larga escala pelos grandes latifundiários, ou pelos pequenos agricultores que não fazem o manejo correto desses químicos. Apenas 23,3% dos trabalhadores rurais costumam ler sempre o receituário agrônomo e 30% compreendem todas as informações contidas na bula dos agrotóxicos (Bohner, 2013). O uso incorreto feito pelos agricultores corrobora diretamente na resistência que essas plantas apresentam. De acordo com Baldini (2021), os resultados obtidos em seu trabalho confirmaram a existência de resistência ao glifosato nos biótipos de *Amaranthus viridis* na região de Campo Grande-MS. O conjunto de todos estes elementos gera um círculo vicioso que se retroalimenta e sedimenta cada vez mais o mercado de químicos no país, podendo gerar problemas ambientais severos.

Além do uso de herbicidas, outras estratégias podem ser adotadas para controlar as plantas daninhas. Como tipos de controle também podem ser utilizados o controle preventivo, controle cultural, controle mecânico, controle físico e controle biológico.

**Controle preventivo:** O controle começa antes do plantio e requer que as sementes ou mudas das plantas escolhidas sejam de um vendedor certificado. É importante que elas não apresentem propágulos de plantas daninhas. Da mesma forma, deve-se ter o cuidado com o material de adubação, o qual pode apresentar propágulos vegetativos. O controle preventivo preconiza a não introdução de propágulos, oriundos de outros locais, ou impede a reprodução de plantas daninhas, principalmente em áreas ainda não infestadas (Agostinetto, 2015).

**Controle cultural:** A escolha das cultivares na hora da implantação do cultivo também possibilita diminuir a quantidade de plantas daninhas na área produtiva, pois certas cultivares têm capacidade de crescimento inicial maior, impedindo o sombreamento por outras espécies. A correção do solo também é uma prática desejável. A correção da acidez pode favorecer o controle de algumas espécies de plantas daninhas adaptadas a solos ácidos, tais como o carrapicho-rasteiro (*Acanthospermum australe*) (Brighenti, 2010).

**Controle mecânico:** Esse tipo de controle é bastante eficiente para a remoção das plantas daninhas. Pode ser feito a partir do arranquio das plantas manualmente, feito por meio de capina manual, na qual é utilizada enxadas ou enxadões, ou por tração animal, em que se utilizam implementos.

**Controle físico:** É o tipo de controle em que se utilizam métodos de remoção

das plantas daninhas que já estão presentes na área. Dentre as opções, existe a solarização, utilização de cobertura morta, fogo, inundação, dragagem e eletrocussão, o que possibilita bons resultados e, em alguns casos, até a erradicação das espécies daninhas.

## 2.4 Alelopatia

Ao decorrer da história evolutiva das plantas, assim como dos animais, elas desenvolveram mecanismos que lhes deram capacidade de se adaptar, e uma interação biológica que foi adaptada foi a competição, seja por água, nutrientes, luz ou espaço. As plantas desenvolvem características que conseguem lhes dar vantagem em determinado aspecto, e um deles é a liberação de aleloquímicos, que, quando dispersos no solo, diminuem ou inibem a capacidade de germinação dos propágulos. Dessa forma, destaca-se que:

O termo alelopatia foi cunhado por Molisch (1937) e significa do grego *allelon* = de um para outro, *pathós* = sofrer. O conceito descreve a influência de um indivíduo sobre o outro, seja prejudicando ou favorecendo o segundo, e sugere que o efeito é realizado por biomoléculas (denominadas aleloquímicos) produzidas por uma planta e lançadas no ambiente, seja na fase aquosa do solo ou substrato, seja por substâncias gasosas volatilizadas no ar que cerca as plantas terrestres (Rizvi et al., 1992). Rice (1984) definiu alelopatia como: "qualquer efeito direto ou indireto danoso ou benéfico que uma planta (incluindo microrganismos) exerce sobre outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente" (SOUZA, 2000, p. 436).

Esses aleloquímicos entram como uma opção viável para a realização de um manejo sem agrotóxicos e com menos danos para a saúde humana e ambiental. Há tendência de aumento nas pesquisas relativas à síntese de herbicidas constituídos por moléculas naturais a partir de aleloquímicos (Junior, 2004).

## 2.5 Nim indiano

De acordo com (Neves; Oliveira; Nogueira, 2003), o nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss) é uma espécie arbórea que tem sua origem na Ásia, ocorrendo naturalmente em toda a região árida do subcontinente indiano. É da classe Magnoliopsida, da ordem das Sapindales e da família das Meliaceae, assim como o mogno. O nome latinizado do nim, *Azadirachta indica*, deriva do persa. *Azad* significa "livre"; *dirakht* significa "árvore"; *i-Hind* significa "de origem indiana" (Kumar, 2013).

O nim indiano é uma árvore muito bem adaptada a áreas secas e áridas, preferindo áreas tropicais e subtropicais. Tolerante a altas temperaturas, e não é exigente quanto ao regime hídrico, também não tem exigências quanto a estrutura de solo, apenas não se perpetuando em ambientes de solo muito argiloso, que têm pouca capacidade de drenagem, o que acaba tornando o lugar encharcado onde há bastante chuva. Pode-se dizer que é uma planta que se adapta bem ao solo e clima brasileiro. Apresenta porte médio, podendo variar entre 10 a 15 metros de altura, e um DAP (Diâmetro na Altura do Peito) entre 40 e 80 cm, com um alto potencial de crescimento e uma copa bem formada, sendo uma ótima opção para sombreamento. Tem raízes grandes, compostas por uma raiz pivotante e raízes laterais, o que indica um potencial de penetrar profundamente o solo a fim de procurar por água e nutrientes.

“As flores são pequenas, brancas, bissexuadas, brotam em feixes axiais, arranjando-se em inflorescências de cerca de 25 cm de comprimento; possuem um perfume semelhante ao mel e atraem muitas abelhas. Os frutos são lisos, glabros, elipsóides, com 1,5 cm x 2 cm de comprimento, de cor amarelada quando maduros, com uma polpa doce envolvendo as sementes, que são compostas por uma casca e um ou mais caroços” (Mossini, 2005, p.140).

O nim indiano foi introduzido no Brasil no ano de 1992. Nessa época, os indianos já haviam descoberto sua capacidade medicinal e inseticida e, com base nesse conhecimento milenar, foi feita a introdução da árvore no país por pesquisadores visando estudar os componentes químicos e trazer uma alternativa sustentável de inseticida para as lavouras. Contudo, ao cair em conhecimento popular, o nim foi plantado em massa nas cidades do Brasil a fim de arborizar as áreas urbanas e repelir o inseto *Aedes aegypti*. Segundo informações da Secretaria do Urbanismo e Meio Ambiente (Seuma), a árvore mais comum encontrada é o nim indiano que tem se adaptado bem ao Nordeste brasileiro (Borges, 2021).

Apesar da grande utilização, não se tinha o conhecimento de que a planta sozinha ao ser plantada não era um repelente, mas sim os extratos químicos produzidos por suas folhas, frutos e caule. As primeiras introduções feitas de forma oficial foram pela Fundação Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), em 1986, com sementes procedentes das Filipinas (Neves, 2008). Existem mais de 400.000 nims na província de Yunnan, o que faz de Yunnan a maior área artificial de plantio de nim do mundo, a qual é o centro de matéria-prima de produtos de nim na China (Kumar, 2013).

Ao se plantar em massa apenas essa espécie, ela acabou se tornando uma árvore invasora, dado seu alto potencial de crescimento, resistência e favorecimento em detrimento às outras plantas, graças à sua capacidade de sintetização de aleloquímicos. Ela ainda causa problemas na malha urbana por ser uma espécie arbórea famosa por quebrar calçadas e pavimentos. De acordo com o Manual de Arborização Urbana de Fortaleza de 2020, a espécie *Azadirachta indica* é indicada como invasora, e foi considerada um problema sério e ameaça a flora nativa. Há diversos registros de animais que evitam utilizar a árvore, seja para fazer seus ninhos (no caso de pássaros) ou para coletar pólen (abelhas e outros insetos polinizadores). Há também indícios da ação de metabólitos secundários da espécie sobre abelhas, intervindo na atividade apícola das comunidades (Peng et al., 2000; Mesquita et al., 2010). De acordo com Nascimento et al. (2024), o nim indiano apresentou um significativo impacto na diminuição das capacidades de germinações das sementes e no desenvolvimento das plantas de espécies nativas da Caatinga.

Diversos são os usos e potencial do nim indiano, de acordo com Kumar (2013), o nim é tratado na Índia como uma árvore divina. Muitas pessoas reverenciam-na pelos benefícios à saúde que ela traz para a comunidade. Nesse aspecto, destaca-se que:

"Durante séculos, milhões de pessoas limpavam os dentes com galhos de nim, passaram suco da folha de nim em problemas de pele, tomaram chá de nim como tônico e colocaram folhas de nim em suas camas, livros, recipientes de grãos, armários e guarda-roupas para manter os insetos incômodos afastados." (Kumar, 2013, p.511).

O nim indiano é uma árvore que tem grande impacto cultural na Índia, onde seu uso na medicina veio através de conhecimentos empíricos. Neste campo, pode-se destacar: atividade antibacteriana a partir do extrato do óleo do nim indiano; capacidade antiviral, tratamento de IST's, melhoria do sistema imunológico; atividade anti-inflamatória; efeito antioxidante; atividade anticarcinogênica; tratamento de doenças de pele; atividade anti veneno de cobra; melhoria da desordem digestivas; problemas com doenças decorrentes de parasitoides, além da sua capacidade de combater insetos. Resultados obtidos com extrato das folhas de nim também confirmam sua utilização como fonte potencial de inseticida natural no controle de pragas do milho (Pontes et al, 2003), e para o controle de plantas daninhas, agindo como herbicida natural. Extratos aquosos, metanólicos e hexanólicos de nim exercem efeitos negativos acentuados no percentual de germinação e índice de

velocidade de germinação sobre plântulas de sorgo, alface e picão-preto (França, 2008).

O extrato aquoso de uma planta é o resultado do processo de integração de uma parte do vegetal com água, seja por infusão, fervura, ou apenas triturado com água, podendo se utilizar folhas, folhas secas, cascas, sementes, frutos ou raízes. A partir desse extrato são obtidos os compostos bioativos advindos da planta para seus usos específicos. O nim indiano é uma espécie com grande potencial de eficiência no controle de pragas e o seu uso pode ser uma alternativa ao herbicida e ao inseticida, visto que sua necessidade para o uso em manejos agroecológicos e orgânicos visa a não utilização de material químico industrial, podendo ser feito de forma barata, vista a grande quantidade de nim indiano no Brasil. O extrato pode ser dividido em concentrações diferentes, e por apresentar um efeito alelopático bastante forte, evidencia-se a necessidade de determinar uma concentração ideal capaz de inibir a germinação da planta daninha. Contudo é necessário fazer uma ressalva. Não se pode inibir a espécie que será cultivada.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo geral**

Avaliar a ação do extrato de nim indiano na germinação de sementes de caruru.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Analisar os efeitos do extrato de nim indiano sobre a germinação do caruru;

Identificar se em concentrações de 25%, 50%, 75% e 100% de extrato aquoso de folhas de nim indiano são capazes de inibir ou diminuir a germinação das sementes de caruru sob as condições testadas.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Material experimental**

Foram utilizadas sementes de caruru coletadas manualmente nas coordenadas -3.811790, -38.535073, coletada de três plantas matrizes diferentes, todas em estado de maturação fisiológica avançada, caracterizado por senescência natural e dispersão ativa de sementes. Esta abordagem de amostragem, envolvendo várias plantas matrizes visa garantir uma representatividade da variabilidade genética da população local, conferindo maior robustez aos resultados experimentais.

As inflorescências foram cuidadosamente coletadas manualmente, guardadas em um saco de papel e levadas ao laboratório. Para facilitar a extração manual e reduzir o teor de umidade, prevenindo a proliferação de fungos e a degradação do material, as inflorescências foram submetidas a um processo de secagem ao ar livre por um período de 24 horas. Após a secagem, as sementes foram extraídas, limpas para remoção de impurezas e armazenadas em sacos de papel devidamente etiquetados.

### **4.2 Local do estudo**

O experimento foi conduzido na Embrapa Agroindústria Tropical, situada no bairro Pici, em Fortaleza, Ceará, Brasil, (-3.751890, -38.576767). Foram utilizadas as instalações do Laboratório de Entomologia, de forma mais específica, o Laboratório de Criação e Bioensaio, no qual ocorreu a implantação e condução do experimento.

### **4.3 Tratamentos utilizados**

Foram utilizados cinco tratamentos, os quais consistiram em diferentes concentrações de extrato aquoso de folhas de nim indiano, os quais foram:

- T1 (Controle): Substrato umedecido com água destilada (correspondente a 0% de extrato);
- T2: Substrato umedecido com extrato aquoso de folhas de nim na concentração de 25% (p/v);

- T3: Substrato umedecido com extrato aquoso de folhas de nim na concentração de 50% (p/v);
- T4: Substrato umedecido com extrato aquoso de folhas de nim na concentração de 75% (p/v);
- T5: Substrato umedecido com extrato aquoso de folhas de nim na concentração de 100% (p/v).

#### **4.4 Delineamento experimental**

O experimento foi conduzido seguindo o delineamento inteiramente casualizado, um dos delineamentos mais apropriados para experimentos laboratoriais onde as condições ambientais são homogêneas. Foram avaliados cinco tratamentos distintos, com quatro repetições para cada tratamento. Cada unidade experimental foi constituída por um rolo de papel de germinação, contendo 25 sementes de caruru.

#### **4.5 Obtenção do extrato**

Para a produção do extrato foram coletadas folhas de nim indiano no Campus do Pici, em Fortaleza, CE (-3.752038, -38.575752). Foram coletadas, preferencialmente, folhas jovens e completamente expandidas, pois, conforme indicado na literatura científica, tecidos jovens tendem a apresentar concentrações mais elevadas de metabólitos secundários com atividade alelopática, como o azadiractina. De acordo com Carvalho (2012) as maiores concentrações desses metabólitos secundários são encontradas na parte superior da planta.

Para garantir a preservação da integridade e da atividade biológica dos compostos aleloquímicos, muitos dos quais são voláteis, as folhas foram processadas imediatamente após a coleta para a preparação dos extratos aquosos. Foi utilizado liquidificador para o preparo das soluções de forma a homogeneizar o extrato produzido.

Para o primeiro tratamento foi utilizado apenas a água destilada. Para o segundo tratamento a solução foi composta por 25% de folhas de nim e 75% de água destilada; para o terceiro foi utilizado 50% de folhas de nim e 50% de água destilada; para o quarto foi utilizado 75% de folhas de nim e 25% de água destilada;

e para o quinto foi utilizado 100% de folhas de nim (foi adicionado água destilada apenas para possibilitar a obtenção do extrato).

#### **4.6 Condução do teste**

O teste de germinação foi conduzido em conformidade com as diretrizes estabelecidas nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (MAPA, 2009). Cada unidade experimental foi composta por duas folhas de papel germitest, utilizado como substrato para a disposição das sementes.

Em cada repetição foram utilizadas 25 sementes de caruru, as quais foram distribuídas de forma equidistante sobre o substrato. O papel germitest foi umedecido com a solução do tratamento correspondente em um volume equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Este procedimento assegura uma umidade adequada para o processo germinativo, sem causar encharcamento, o que poderia comprometer a germinação das sementes por ocasionar a anoxia.

Após a umidificação, as folhas de papel germitest foram enroladas e acondicionadas verticalmente num depósito plástico, o qual foi coberto com um saco plástico transparente para manter a umidade relativa do ar e evitar a dessecação do substrato. Esses foram levados à câmara de germinação do tipo B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) a uma temperatura de 27 °C.

Os tratamentos foram mantidos na B.O.D por um período de 14 dias, conforme indica a RAS, estendendo-se do dia 02 ao dia 14 de junho. Durante esse período foram realizadas contagens diárias de germinação, até a estabilização da germinação ou até o 14º dia, o que ocorresse primeiro.

#### **4.7 Caracteres avaliados**

Para avaliar o efeito dos extratos de nim sobre o potencial germinativo e o vigor das sementes de caruru, foram avaliados os seguintes caracteres:

##### **Porcentagem de Germinação (%G):**

As contagens de sementes germinadas foram realizadas diariamente, entre o 4º e o 14º dia após a semeadura (DAS). O critério para considerar uma semente como germinada foi o aparecimento da raiz primária. A porcentagem final de

germinação foi determinada ao final do período de 14 dias, utilizando a fórmula preconizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA):

$$\%G = \frac{A}{N} \times 100$$

Onde:

**N** = número total de sementes que germinaram normalmente na repetição.

**A** = número total de sementes colocadas para germinar na repetição (25).

### **Índice de Velocidade de Germinação (IVG):**

O IVG é um parâmetro de vigor que pondera o número de sementes germinadas pelo tempo necessário para a germinação. Um valor de IVG mais elevado indica uma germinação mais rápida e uniforme, característica de lotes de sementes de maior vigor fisiológico. O cálculo foi realizado utilizando a fórmula clássica proposta por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn}$$

Onde:

**G1, G2, Gn** = número de sementes germinadas na primeira, segunda e última contagem.

**N1, N1, Nn** = número de dias decorridos da semeadura até a primeira, segunda e última contagem.

### **Tempo Médio de Germinação (TMG):**

O TMG representa a média ponderada do tempo necessário para a germinação, sendo expresso em dias. Este índice fornece uma medida direta da velocidade de germinação; valores menores de TMG indicam uma germinação mais rápida. Foi calculado segundo a fórmula de Labouriau (1983):

$$TMG = \frac{\sum(ni \times ti)}{\sum ni}$$

Onde:

**ni** = número de sementes germinadas no dia i.

**ti** = tempo (em dias) decorrido do início do experimento até a última observação.

### **Massas Fresca e Seca (MFPA, MFPR, MSPA e MSPR):**

Ao término do experimento (14<sup>o</sup> dia), as plântulas normais de cada repetição foram avaliadas para determinar o acúmulo de biomassa, um indicador fundamental do crescimento inicial. O procedimento foi realizado conforme metodologias padrão para análise de crescimento de plântulas. Essas foram cuidadosamente removidas do substrato de papel e, com o auxílio de um bisturi e uma lupa, foram seccionadas na região do coleto para separar a parte aérea do sistema radicular.

Após a separação, as partes aéreas e radiculares de cada repetição foram pesadas em balança para a determinação da massa fresca da parte aérea (MFPA) e da massa fresca da parte radicular (MFPR). Na sequência, as amostras foram colocadas em sacos de papel devidamente identificados e levadas a uma estufa de circulação forçada de ar, onde foram mantidas a uma temperatura de 65 °C por 72 horas, até atingirem massa constante. Após a secagem, foram pesadas na mesma balança para determinar a massa seca da parte aérea (MSPA) e da parte radicular (MSPR).

#### **4.8 Análise estatística**

Os dados obtidos para os caracteres de germinação (%G, IVG e TMG) e de acúmulo de biomassa (MFPA, MFPR, MSPA e MSPR) foram inicialmente tabulados em planilhas eletrônicas. Para o tratamento controle, foram calculados as médias e os desvios padrão para cada variável, considerando as quatro repetições. Utilizou-se o software R para a realização das análises estatísticas.

Figura 1 - Plantas de *Amaranthus viridis*.



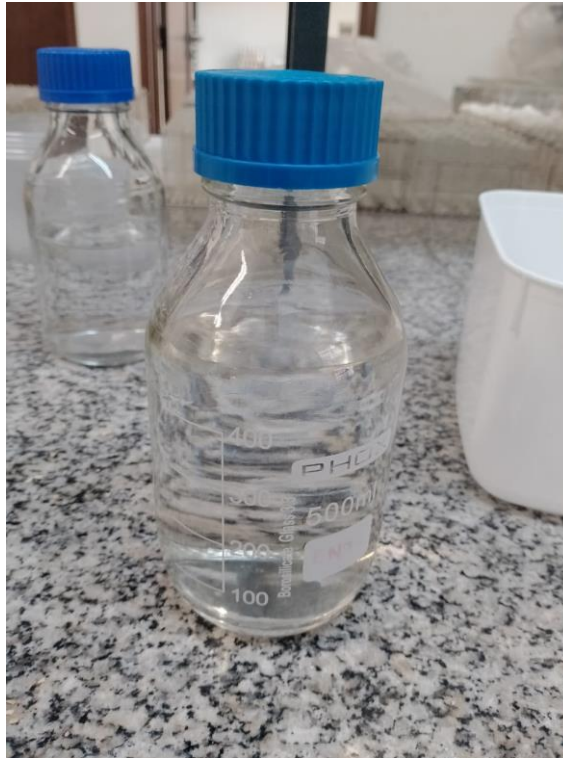
Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

Figura 2 - Folhas de *Azadirachta indica*.



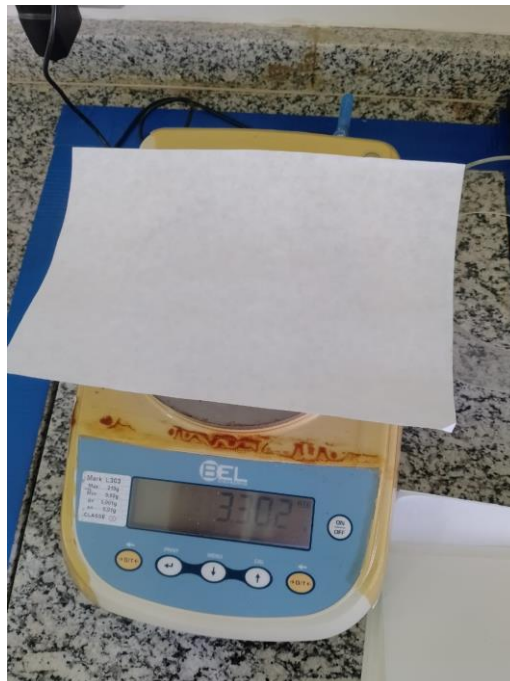
Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

Figura 3 - Água destilada.



Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

Figura 4 - Pesagem do papel germitest.



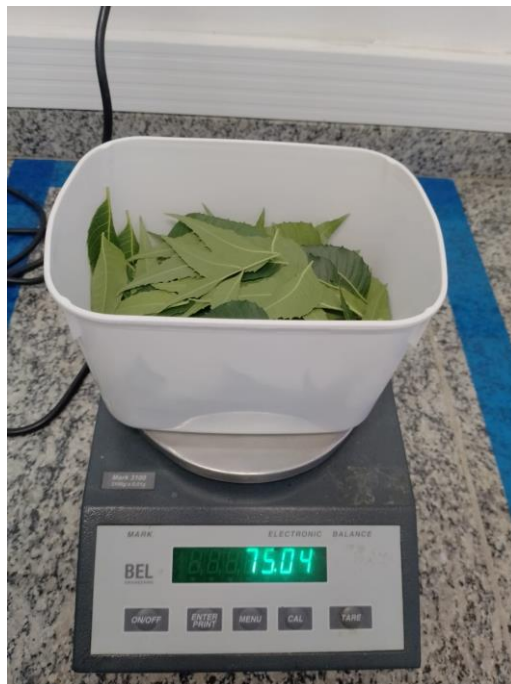
Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

Figura 5 - Peso das folhas de *Azadirachta indica* para o tratamento 5



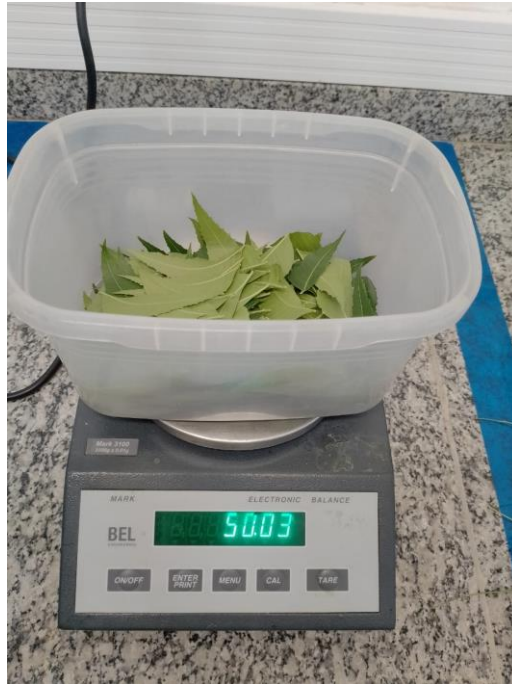
Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

Figura 6 - Peso das folhas de *Azadirachta indica* para o tratamento 4



Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

Figura 7- Peso das folhas de *Azadirachta indica* para o tratamento 3



Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

Figura 8- Peso das folhas de *Azadirachta indica* para o tratamento 2



Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

Figura 9 - Bandeja com o papel germitest na água destilada



Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

Figura 10 - Extrato batido no liquidificador



Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

Figura 11 - Sacola plástica



Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

*Figura 12 - Câmara B.O.D*



Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

*Figura 13 - Experimento concluído*



Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

*Figura 14 – Experimento conduzido*



Fonte: Elaborada pelo autor (2025).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aqui serão apresentados e discutidos os resultados referentes ao efeito do extrato aquoso de folhas de nim indiano (*Azadirachta indica*) sobre a germinação de sementes de caruru (*Amaranthus viridis*). Os dados de porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação e acúmulo de biomassa, representado pelas massas frescas e secas, foram analisados e comparados com a literatura pertinente para provar o potencial alelopático do extrato de nim indiano como uma ferramenta de diminuição e/ou inibição de germinação.

Tabela 1: Contagem diária de germinação de *Amaranthus viridis*.

<b>Repetição</b>	<b>Dia 4</b>	<b>Dia 5</b>	<b>Dia 6</b>	<b>Dia 7</b>	<b>Dia 8</b>	<b>Dia 9</b>	<b>Dia 10</b>	<b>Dia 11</b>	<b>Dia 12</b>	<b>Dia 13</b>	<b>Dia 14</b>
T1-R1	2	4	7	10	13	15	16	16	16	16	16
T1-R2	1	3	5	8	9	11	12	12	12	12	12
T1-R3	2	5	8	11	13	14	15	15	15	15	15
T1-R4	1	2	4	7	9	12	12	13	14	14	14

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A Tabela 1 detalha a progressão da germinação diária para o tratamento controle (T1), no qual as sementes foram umedecidas apenas com água destilada. A ocorrência de germinação neste grupo confirma a viabilidade do lote de sementes utilizado no ensaio.

Em contrapartida, nos tratamentos que continham o extrato aquoso de nim (T2, T3, T4 e T5), não foi observada a germinação de nenhuma semente durante os 14 dias de avaliação. A tabela 2 mostra a porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de Germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG):

Tabela 2: Cálculo da porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de Germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG).

<b>Tratamento</b>	<b>Repetição</b>	<b>(%G)</b>	<b>IVG</b>	<b>TMG (dias)</b>
<b>T1 (Controle)</b>	R1	64%	2.53	6.81
	R2	48%	1.86	6.92
	R3	60%	2.49	6.47
	R4	56%	1.97	7.71
	<b>Média</b>	<b>57%</b>	<b>2.21</b>	<b>6,98</b>
	<b>Desvio Padrão</b>	<b>6.93</b>	<b>0.33</b>	<b>0.55</b>

<b>T2 (25% Nim)</b>	R1-R4	0%	0.00	-
<b>T3 (50% Nim)</b>	R1-R4	0%	0.00	-
<b>T4 (75% Nim)</b>	R1-R4	0%	0.00	-
<b>T5 (100% Nim)</b>	R1-R4	0%	0.00	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A germinação média de 57% no tratamento controle confirma que o lote de sementes possuía viabilidade. No entanto, essa taxa, por não ser próxima de 100%, pode indicar que as sementes apresentavam algum grau de dormência ou baixo vigor. Ainda assim, o contraste acentuado entre a germinação do controle e a inibição completa (0%) observada em todos os tratamentos com extrato de nim, a partir da menor concentração, evidencia o potente efeito alelopático do extrato.

Portanto, a ausência de germinação nesses tratamentos é atribuída, em grande parte, à ação direta dos compostos presentes nas folhas de nim.

Tabela 3: Medição da massa fresca e seca das partes aéreas e das raízes.

<b>Tratamento</b>	<b>Repetição</b>	<b>MFPA</b>	<b>MSPA</b>	<b>MFPR</b>	<b>MSPR</b>
<b>T1 (Controle)</b>	R1	282,1	30,8	151,2	15,2
	R2	269,5	28,6	145,9	14,3
	R3	271,7	28,2	146,3	15,5
	R4	275,6	29,4	148,8	14,8
	<b>Média</b>	274,73	29,25	148,05	14,95
	<b>Desvio Padrão</b>	5,37	1,13	2,33	0,51
T2 (25% Nim)	R1-R4	0	0	0	0
T3 (50% Nim)	R1-R4	0	0	0	0
T4 (75% Nim)	R1-R4	0	0	0	0
T5 (100% Nim)	R1-R4	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Os resultados demonstram que mesmo a menor concentração testada (25%) foi suficiente para causar a inibição completa da germinação. Este achado evidencia a potente ação dos metabólitos secundários presentes no nim, como a azadiractina e outros limonoides, contra plantas daninhas. A eficácia em doses baixas é um indicativo promissor, pois pode se traduzir em menores custos de produção para o desenvolvimento de um bioherbicida em escala comercial.

Devido à inibição total (0% de germinação) nos tratamentos com extrato de nim indiano, com a ausência de variabilidade uma análise comparativa como a ANOVA se tornou inviável e desnecessária, pois a diferença para o controle é absoluta e evidente.

Resultados semelhantes foram observados por Rickli et al. (2011), que relataram inibição significativa da germinação de *Bidens pilosa* com o uso de extrato aquoso de folhas de *Azadirachta indica*, especialmente em concentrações elevadas. Assim como observado neste estudo, os autores também reportaram que mesmo concentrações relativamente baixas já resultaram em efeitos alelopáticos perceptíveis.

De forma semelhante ao observado no presente trabalho com caruru, Salam e Kato-Noguchi (2010) relataram que extratos aquosos de *Azadirachta indica* inibiram germinação e crescimento radicular de múltiplas espécies quando acima de 0,001 g/mL.

A inibição total da germinação de sementes devido ao uso de extrato aquoso de nim indiano pode ter sido uma soma de fatores, já que a germinação do caruru foi baixa, apenas 57%, indicando que esse fator, somado à ação do extrato, pode ter contribuído para o resultado obtido. A germinação pode ter sido baixa devido a algum problema com a secagem ou armazenamento antes de implantar o experimento, ou a dormência pode não ter sido completamente superada.

Com base nesse estudo, é válido uma expansão da pesquisa, fazendo o uso de outras plantas de interesse agrônômico, como milho, feijão e soja a fim de determinar concentrações do extrato que não afetam essas culturas, mas mantêm efeito inibitório sobre o caruru, além disso, recomenda-se a realização de ensaios adicionais utilizando concentrações mais baixas do extrato, reforçando os resultados obtidos.

## 6 CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo mostraram que o extrato aquoso das folhas de nim indiano (*Azadirachta indica*) possui um elevado potencial herbicida para inibir a germinação de sementes de caruru (*Amaranthus viridis*). Todas as concentrações do extrato de nim testadas (25%, 50%, 75% e 100%) resultaram na inibição completa da germinação, enquanto só o tratamento com água destilada apresentou germinação, que foi, em média, 57%, o que aponta o extrato aquoso das folhas de nim indiano como uma opção de desenvolvimento para bioherbicidas. Embora estudos futuros de seletividade e eficácia em campo sejam essenciais para sua aplicação e viabilidade prática na agricultura atual.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINETTO, D.; VARGAS, L.; GAZZIERO, D. L. P.; SILVA, A. A. da. Manejo de plantas daninhas. In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. Soja: do plantio à colheita. Viçosa, MG: UFV, 2015. Cap. 11, p. 234-255. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1022693>. Acesso em: 07 mai. 2025.
- ALEGBEJO, J. Nutritional Value and Utilization of Amaranthus (Amaranthus spp.) – A Review. Bayero Journal of Pure and Applied Sciences, v. 6, n. 1, p. 136, 7 jan. 2014. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/bajopas/article/view/99279>. Acesso em: 22 abr. 2025.
- ANTUNES, J. M. Plantas daninhas causam prejuízos bilionários no RS. Portal Embrapa, [Brasília], 9 jun. 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/101105611/plantas-daninhas-causam-prejuizos-bilionarios-no-rs>. Acesso em: 04 jul. 2025.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. Manejo das plantas daninhas pela alelopatia Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v. 17, n. 1, p. 61–64, mar. 2004. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/RAC/article/download/994/891>. . Acesso em: 30 abr. 2025.
- BALDINI, P. R.; JARDIM, J. P. G.; TORRES, L. C. Avaliação da resistência de biótipo de *Amaranthus viridis* ao herbicida glifosato. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 7, n. 10, p. 101461–101469, out. 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n10-454. Acesso em: 29 abr. 2025.
- BIANCHI, M. A. Espécies daninhas do gênero Amaranthus: importância e controle. Boletim Técnico CCGL TEC, [S. l.], ano VI, n. 39, set. 2016. Disponível em: [https://upherb.com.br/ebook/boletim\\_t%C3%A9cnico\\_39.pdf](https://upherb.com.br/ebook/boletim_t%C3%A9cnico_39.pdf). Acesso em: 17 abr. 2025.
- BORGES, G. Nim indiano é a árvore mais comum em Fortaleza. O POVO, Fortaleza, 5 abr. 2021. Disponível em: <https://www.opovo.com.br/noticias/fortaleza/2021/04/05/nim-indiano-e-a-arvore-mais-comum-em-fortaleza.html>. Acesso em: 07 mai. 2025.
- BRIGHENTI, A. M.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. Biologia de plantas daninhas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M. H. (Ed.). Biologia e manejo de plantas daninhas. Curitiba: Ompipax, 2011. p. 1-36. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/904874/1/Biologiaplantasdaninhas.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2025.
- BRUNETTO, L. et al. Manejo químico de caruru-roxo (*Amaranthus hybridus*) com herbicidas aplicados em pré e pós-emergência. Weed Control Journal, v. 22, 1 jan. 2023. Disponível em: <https://www.weedcontroljournal.org/pt-br/article/manejo->

[quimico-de-caruru-roxo-amaranthus-hybridus-com-herbicidas-aplicados-em-pre-e-pos-emergencia/](#). Acesso em: 29 abr. 2025.

CARVALHO, L. B. **ESTUDOS ECOLÓGICOS DE PLANTAS DANINHAS EM AGROECOSSISTEMAS**. Jaboticabal, SP: Edição do autor, 2013. Disponível em: [https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/leonardobiancodecarvalho/livro\\_ecologiaagroecossistemas.pdf](https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/leonardobiancodecarvalho/livro_ecologiaagroecossistemas.pdf). Acesso em: 16 abr. 2025.

CARVALHO, Leonardo Bianco de. Plantas Daninhas. Lages, SC: Edição do autor, 2013. Disponível em: [https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/leonardobiancodecarvalho/livro\\_plantasdaninhas.pdf](https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/leonardobiancodecarvalho/livro_plantasdaninhas.pdf). Acesso em: 16 abril. 2025.

CARVALHO, Sheila Salles de. Avaliação do efeito sistêmico de nanoformulações à base de derivados de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) sobre *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em tomateiro. 2012. 116 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.11.2012.tde-23102012-162037>. Acesso em: 15 jul. 2025.

Embrapa Gado de Corte; Caruru-de-espinho. Disponível em: <https://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/livros/plantastoxicas/14carurudeespinho.html>. Acesso em: 22 abr. 2025.

FERDOUS, M. R. et al. Present Biological Status of Potential Medicinal Plant of *Amaranthus viridis*: A Comprehensive Review. *International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, [S. l.], v. 7, n. 5, p. 337-342, 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Mohsina\\_Mukti2/publication/280730909\\_Present\\_Biological\\_Status\\_of\\_Potential\\_Medicinal\\_Plant\\_of\\_Amaranthus\\_viridis\\_A\\_Comprehensive\\_Review/links/55ced52108aee19936fc5e59/Present-Biological-Status-of-Potential-Medicinal-Plant-of-Amaranthus-viridis-A-Comprehensive-Review.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mohsina_Mukti2/publication/280730909_Present_Biological_Status_of_Potential_Medicinal_Plant_of_Amaranthus_viridis_A_Comprehensive_Review/links/55ced52108aee19936fc5e59/Present-Biological-Status-of-Potential-Medicinal-Plant-of-Amaranthus-viridis-A-Comprehensive-Review.pdf). Acesso em: 17 abr. 2025.

FORTALEZA. Manual de Arborização Urbana de Fortaleza. Fortaleza: Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA), 2020. Disponível em: [https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/manuais/manual\\_arborizacao.pdf](https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/manuais/manual_arborizacao.pdf). Acesso em: 30 abr. 2025.

FRANÇA, A. C. et al. Atividades alelopáticas de nim sobre o crescimento de sorgo, alface e picão-preto. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1374-1379, set./out. 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/Q346MLzqCYNy6gYgKPpxdwQ/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 30 abr. 2025.

GARCIA, S. D.; DE LARA, T. I. D. C. O impacto do uso dos agrotóxicos na saúde pública: revisão de literatura. *Saúde e Desenvolvimento Humano*, v. 8, n. 1, p. 85, 2 mar. 2020. Disponível em: [https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/saude\\_desenvolvimento/article/view/6087](https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/saude_desenvolvimento/article/view/6087). Acesso em: 30 abr. 2025.

GUI FERREIRA, A.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. Palestra proferida no VII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, Brasília, jul. 1999. Disponível em: <https://www.uv.mx/personal/tcarmona/files/2010/08/Gui-y-Alvez-19991.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2025.

KUMAR, V. S.; NAVARATNAM, V. Neem (*Azadirachta indica*): Prehistory to contemporary medicinal uses to humankind. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, v. 3, n. 7, p. 505-514, jul. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2221169113601057>. Acesso em: 30 abr. 2025.

L. R. Senna *Amaranthus* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB15409>>. Acesso em: 22 abr. 2025.

LIMA BOHNER, T. O.; ARAÚJO, L. E. B.; NISHIJIMA, T. O IMPACTO AMBIENTAL DO USO DE AGROTÓXICOS NO MEIO AMBIENTE E NA SAÚDE DOS TRABALHADORES RURAIS. Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM, v. 8, p. 329, 4 abr. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/8280>. Acesso em: 30 abr. 2025.

LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 4. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 1994. Disponível em: <https://archive.org/details/livro-manual-de-identificacao-de-plantas-daninhas-4o-ed.pdf/page/n7/mode/2up>. Acesso em: 17 abr. 2025.

MORO, E. SUPERMERCADOS E ALIMENTOS ORGÂNICOS NO BRASIL: ESTRATÉGIAS E TENDÊNCIAS; UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS CURSO DE CIÊNCIAS SOCIAIS [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/90120/247153.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 29 abr. 2025

MOSSINI, S. A. G.; KEMMELMEIER, C. A árvore nim (*Azadirachta indica* A. Juss): múltiplos usos. Acta Farmacêutica Bonaerense, v. 24, n. 1, p. 139–148, 2004. Disponível em: [https://www.academia.edu/35685108/A\\_arvore\\_Nim\\_Azadirachta\\_indica\\_A\\_Juss](https://www.academia.edu/35685108/A_arvore_Nim_Azadirachta_indica_A_Juss). Acesso em: 30 abr. 2025.

NEVES, B. P. d.; OLIVEIRA, Itamar. P. d.; NOGUEIRA, J. C. M. Cultivo e Utilização do Nim Indiano. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, dezembro 2003. Circular, n. 62. ISSN 1678-9636. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/212487/1/circ62.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2025.

NEVES, E. J. M.; CARPANEZZI, A. A. O Cultivo do Nim para Produção de Frutos no Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 8 p. (Circular Técnica, 162). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/315642/1/circtec162.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2025.

O FUTURO do agro é digital, e agora? Campo e Negócios: Grãos, Uberlândia, p. 14-16, jul. 2020. Disponível em: [https://issuu.com/miriam-revistacampoenegocios.c/docs/gr\\_os\\_julho\\_2020\\_email/14](https://issuu.com/miriam-revistacampoenegocios.c/docs/gr_os_julho_2020_email/14). Acesso em: 17 abr. 2025

OLIVEIRA, Laura Almeida de; CESAR, Kellyane Karen; VERAS, Daniel Silas. Análise cienciométrica associada ao impacto da Azadirachta Indica A. Juss (Neem) sobre a comunidade de Anthophila (Abelhas). Scientia Amazonia, v. 9, n. 2, p. CAm1-CAm12, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Laura-De-Oliveira-4/publication/341684759\\_Analise\\_cienciometrica\\_associada\\_ao\\_impacto\\_da\\_Azadirachta\\_Indica\\_A\\_Juss\\_Neem\\_sobre\\_a\\_comunidade\\_de\\_Anthophila\\_Abelhas/links/5f232fa2299bf1340494b652/Analise-cienciometrica-associada-ao-impacto-da-Azadirachta-Indica-A-Juss-Neem-sobre-a-comunidade-de-Anthophila-Abelhas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Laura-De-Oliveira-4/publication/341684759_Analise_cienciometrica_associada_ao_impacto_da_Azadirachta_Indica_A_Juss_Neem_sobre_a_comunidade_de_Anthophila_Abelhas/links/5f232fa2299bf1340494b652/Analise-cienciometrica-associada-ao-impacto-da-Azadirachta-Indica-A-Juss-Neem-sobre-a-comunidade-de-Anthophila-Abelhas.pdf). Acesso em: 30 abr. 2025.

OLIVEIRA.M.F; Controle de plantas daninhas métodos físicos, mecânicos, cultural, biológico, e alelopatia; Embrapa, Brasília DF, 2018; Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1103281/1/Controleplantasdaninhas.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2025.

PITELLI A.R. COMPETIÇÃO E CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS EM ÁREAS AGRÍCOLAS; UNESP/CAMPUS JABOTICABAL RODOVIA CARLOS TONANNI S/N o. [s.l: s.n.]. Disponível em: <[http://www.lpv.esalq.usp.br/sites/default/files/8%20-%20Leitura%20interferencia%20das%20plantas%20daninhas%20\\_0.pdf](http://www.lpv.esalq.usp.br/sites/default/files/8%20-%20Leitura%20interferencia%20das%20plantas%20daninhas%20_0.pdf)>. Acesso em: 22 abr. 2025.

PRATES, Hélio Teixeira; VIANA, Paulo Afonso; WAQUIL, José Magid. Atividade de extrato aquoso de folhas de nim (Azadirachta indica) sobre Spodoptera frugiperda. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, n. 3, p. 1-2, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/ckfw4Jws9sK6xZBnThXjXr/?la>. Acesso em: 30 abr. 2025.

PRATES, Hélio Teixeira; VIANA, Paulo Afonso; WAQUIL, José Magid. Atividade de extrato aquoso de folhas de nim (Azadirachta indica) sobre Spodoptera frugiperda. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, n. 3, p. 1-2, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/ckfw4Jws9sK6xZBnThXjXr/?la>. Acesso em: 08 jul. 2025.

RICKLI, Helena Cristina; FORTES, Andrea Maria Teixeira; SILVA, Paulo Sérgio Siberti da; PILATTI, Daiane Maria; HUTT, Daniele Regina. Efeito alelopático de extrato aquoso de folhas de Azadirachta indica A. Juss. em alface, soja, milho, feijão e Bidens pilosa. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, n. 2, p. 473–484, abr./jun. 2011. DOI: 10.5433/1679-0359.2011v32n2p473474. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744101008.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2025.

SALAM, Md Abdus; KATO-NOGUCHI, Hisashi. Evaluation of allelopathic potential of neem (Azadirachta indica A. Juss.) against seed germination and seedling growth of different test plant species. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, v.

12, n. 5, p. 19–25, 2018. Disponível em:  
<https://www.researchgate.net/publication/323053578>. Acesso em: 22 jul. 2025.

SALOMÃO, Pedro Emílio Amador; FERRO, Antônio Max Souza; RUAS, Wilson Ferreira. Herbicides in Brazil: a brief review. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 2, e32921990, 2020. Disponível em:  
<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1990>. Acesso em: 08 jul. 2025.

TREZZI, M. M. et al. Controle de azevém (*Lolium multiflorum*) e nabo (*Raphanus raphanistrum*) com glyphosate em aplicação isolada ou em mistura com latifolicidas. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, v. 23, n. 3, p. 503-510, 2005. DOI: 10.1590/S0100-83582005000300016. Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/pd/a/8PjyFPGMR7SWnCvjyFDfWDM/>. Acesso em: 17 abr. 2025.

VAZIN, F. The effects of pigweed redroot (*Amaranthus retroflexus*) weed competition and its economic thresholds in corn (*Zea mays*). *Planta Daninha*, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 477–485, set. 2012. Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/pd/a/sYjyV4t3vp3ZMK6LnnK7vbr/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 23 abr. 2025.

VI -No, A.; BIANCHI, M. BOLETIM TÉCNICO CCGL TEC Espécies daninhas do gênero *Amaranthus*: importância e controle. [s.l.: s.n.]. Disponível em:  
<[https://upherb.com.br/ebook/boletim\\_t%C3%A9cnico\\_39.pdf](https://upherb.com.br/ebook/boletim_t%C3%A9cnico_39.pdf)>. Acesso em: 17 abr. 2025.

VIVIAN, R. et al. Dormência em sementes de plantas daninhas como mecanismo de sobrevivência: breve revisão. *Planta Daninha*, v. 26, p. 695–706, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pd/a/8PjyFPGMR7SWnCvjyFDfWDM/#>. Acesso em: 17 abr. 2025.