MANEJO QUÍMICO NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA MANDIOCA

Maria Clara Silva Tinoco[1]

Maria José Pinheiro Corrêa[2]

Daniel dos Santos Rodrigues[3]

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura de grande relevância econômica e social, sobretudo para a agricultura familiar. No Brasil, apesar do elevado potencial produtivo, com rendimentos superiores a 100 t ha^{-1} de raízes, a produtividade média nacional ainda é baixa, em torno de 16 t ha^{-1} (IBGE, 2025). No Maranhão, a produção em 2023 foi de aproximadamente 398.360 toneladas, cultivadas em uma área de 49.913 hectares. Entre os municípios produtores, destaca-se Pinheiro, com produtividade média de 7,9 t ha^{-1}, demonstrando a necessidade de aprimoramento das práticas de manejo adotadas (IBGE, 2023).

Entre os principais fatores que limitam o rendimento da cultura, destaca-se a interferência das plantas daninhas, que competem por luz, água e nutrientes, afetando o desenvolvimento das raízes e o acúmulo de biomassa (De Andrade Mendonça *et al*., 2023; Fontes *et al*., 2021). A ausência de um controle eficiente pode resultar em reduções expressivas de produtividade, tornando o manejo dessas espécies uma etapa essencial no cultivo da mandioca.

No Maranhão, o cultivo da mandioca possui grande importância social, por envolver muitos produtores familiares que preservam tradições e mantêm a atividade como principal fonte de sustento (Pinheiro, 2019). Contudo, essas áreas geralmente apresentam elevado grau de infestação por espécies daninhas da família Poaceae, que dificultam o manejo manual ou mecânico. Nesse cenário, o uso de herbicidas constitui uma alternativa eficiente e de menor custo operacional em comparação às capinas e roçadas manuais.

Entretanto, o número de princípios ativos registrados para a cultura ainda é limitado, restringindo a adoção de programas de manejo químico mais amplos (Agrofit, 2024). A seletividade e a eficácia dos herbicidas são fatores determinantes para o sucesso do controle, uma vez que devem eliminar as plantas daninhas sem causar fitotoxicidade à cultura (Fontes *et al.*, 2021).

Entre os produtos disponíveis, destaca-se o Cletodim, herbicida inibidor da enzima Acetil-Coenzima A Carboxilase (ACCase), responsável pela biossíntese de ácidos graxos. Sua ação provoca a interrupção da divisão celular e o colapso dos tecidos meristemáticos, resultando na morte gradual das gramíneas entre sete e quatorze dias após a aplicação (Rodrigues e Almeida, 2011). Além disso, apresenta baixa persistência no solo, com meia vida média de três dias, reduzindo o risco de efeitos residuais (Santos, 2023). Essa limitação no número de herbicidas registrados evidencia a necessidade de continuidade dos estudos e da atualização dos registros de defensivos agrícolas, com o objetivo de ampliar as opções de manejo químico sustentável para os produtores de mandioca.

O Estado do Maranhão apresenta condições favoráveis para o cultivo da mandioca, mas mantém baixos índices produtivos especialmente pelas práticas de manejo inadequadas, porém

1 Discente em Agronomia, Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: claraescola12@gmail.com
2 Doutora em Agronomia, Docente do Departamento de Biologia da Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: mariacorrea@professor.uema.br
3 Discente em Agronomia, Universidade Estadual do Maranhão. E-mail: daniel88251845@gmail.com

o desenvolvimento dessa cadeia produtiva pode representar uma alternativa potencial para garantir a geração de renda e melhorar a segurança alimentar de muitas famílias no campo.

Este trabalho tem por objetivo geral avaliar o efeito de diferentes doses de herbicida aplicados em pós-emergência para controle de plantas daninhas na cultura da mandioca, sendo objetivos específicos: avaliar a seletividade do herbicida aplicado em pós-emergência sobre o crescimento e desenvolvimento da cultura da mandioca; avaliar a eficácia de controle das plantas daninhas pela aplicação do herbicida em pós-emergência sobre o crescimento e desenvolvimento da cultura da mandioca e, identificar as principais plantas espontâneas na cultura da mandioca.

METODOLOGIA

O experimento foi implantado em setembro de 2024 na área do produtor rural localizado na Quinta da Mata no município de São José de Ribamar, localizado sobre as seguintes coordenadas latitude S 2º 34´02" e longitude W 44º 08'27", com análises realizadas no Laboratório de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas (LAPAD) situado no prédio do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) em São Luís - MA.

Segundo a classificação de Köppen, o clima local é caracterizado como 'Aw', o que indica um clima equatorial quente e úmido. A região é caracterizada por um clima bem definido com estação chuvosa de janeiro a junho, com uma média de 2010 mm de chuva, seguida de uma estação seca de julho a dezembro, com uma média de apenas 180 mm de chuva. A temperatura média anual é de 26,1 ºC, com variações que vão de 23,3 ºC a 30,4 ºC, e a umidade relativa média é de 88% (INPE, 2009). O solo é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico Arênico (EMBRAPA, 2018).

Os resultados da análise química da amostragem de solo, realizada na camada de 0-20 cm foram: pH CaCl2: 3,7; P: 6 mg dm-3; K: 0,8 mmolc/dm3; Ca: 18 mmolc/dm3; Mg: 5 mmolc/dm3; H+Al: 42 mmolc/dm3; CTC (T): 65,8 mmolc/dm3; soma de bases: 23,8 mmolc/dm3; e matéria orgânica: 20 g/dm3.

A área foi preparada por meio da roçagem e a correção de solo foi realizada com a aplicação de 1,7 t ha-1 de calcário. As parcelas experimentais foram constituídas por 24 m2 com quatro linhas de seis metros de comprimento, espaçadas por 1,0 m, e entre plantas o espaçamento foi de 0,60 m. A área útil (9,6 m2) foi composta pelas duas linhas centrais, desconsiderando-se uma planta de mandioca em cada extremidade.

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram T1 – Testemunha capinada (TC); T2 – Testemunha sem capina (TS); T3 – Aplicação de 0,084 kg ingrediente ativo (i.a) ha^{-1} de Cletodim, equivalente a 0,35 L ha^{-1} do produto comercial; T4 – 0,096 kg i.a. ha^{-1} (0,40 L ha^{-1} do produto comercial); T5 – 0,108 kg i.a. ha^{-1} (0,45 L ha^{-1} do produto comercial). A testemunha foi o tratamento T1 e T2 sem aplicação de herbicida.

A cultivar de mandioca utilizada foi a BRS 399 (mandioca pão) e destaca-se pelo elevado potencial produtivo e precocidade, com colheita em sete meses após o plantio. Essa cultivar apresenta raízes com crescimento predominantemente horizontal, o que facilita o arranquio e a colheita. Sua produtividade média é de 38,3 t. ha-1, e suas raízes possuem polpa de coloração amarela, indicando elevados teores de betacaroteno, precursor da vitamina A, que a torna nutricionalmente mais rica. Além disso, apresenta tempo reduzido de cozimento e resistência a duas das principais doenças da cultura: a bacteriose e o superalongamento (EMPRAPA, 2014).

As manivas-semente utilizadas no plantio foram cortadas com 12 cm de comprimento, selecionadas e depositadas manualmente nas covas, sendo posteriormente cobertas com solo.

O sistema de irrigação utilizado foi por aspersão com vazão de 225 L/h e raio de alcance de aproximadamente 4 metros.

A adubação de plantio da mandioca foi realizada com 50 kg ha-1 de N ; 70 kg ha-1 de P2O5 e 60 kg ha-1 de K2O nas formas de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio,

respectivamente. Aos 30 e 60 dias após o plantio (DAP) foi realizada a adubação de cobertura parcelada com 30 kg ha-1 de N e 90 kg ha-1 de K2O na forma de ureia e de cloreto de potássio, respectivamente.

Aos 13 dias após o plantio (DAP) foi realizado a aplicação das doses do herbicida Cletodim nas parcelas com utilização de pulverizador costal pressurizado por CO2 a pressão constante, equipado de barra com quatro bicos de pulverização tipo jato leque plano "Teejet" XR 110.02, espaçadas de 0,5 m, com pressão de trabalho de 20 psi, proporcionando volume de calda aproximadamente de 200 L ha-1.

No momento da aplicação foram registrados valores de 72% de umidade relativa e 30,8 ºC de temperatura média do ar com a presença de ventos de 6 km/h. Após 7; 14; 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) do herbicida, foram realizadas avaliações de fitointoxicação da cultura com a utilização de escala proposta pela European Weed Research Council (EWRC, 1964) e adaptada por Rolim (1989), atribuindo a cada unidade experimental uma nota de 0 a 100%, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Método de avalição visual de fitointoxicação, segundo a escala de European Weed Research Council (EWRC, 1964) adaptado de Rolim (1989).

EFEITO DO HERBICIDA SOBRE A CULTURA		
ESCALA (%)	**DESCRIÇÃO**	**INJÚRIA**
0	SEM EFEITO	Sem injúria
10	EFEITOS LEVES	Ligeira descoloração e menor porte
20		Descoloração e menor porte/stand
30		Injúria mais pronunciada mas não duradoura
40		Injúria moderada, cultura em recuperação
50	EFEITOS MODERADOS	Injúria duradoura, recuperação duvidosa
60		Injúria duradoura, sem recuperação
70		Injúria severa com perda de stand
80	EFEITOS SEVEROS	Cultura quase totalmente destruída
90		Apenas algumas plantas sobreviventes
100	EFEITOS TOTAIS	Destruição total

Fonte: (EWRC,1995) adaptada de (Rolim,1989).

Na mesma época foi avaliada a eficácia de controle das plantas daninhas proporcionado pelo herbicida. A eficiência de controle foi expressa em percentual, onde "0%" indicou sem efeito e "100%" representou controle excelente das plantas daninhas, conforme a escala de avaliação proposta por Rolim (1989), apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Avaliação de controle de plantas daninhas, segundo escala proposta por Rolim (1989).

EFICIÊNCIA DE CONTROLE DE PLANTA DANINHAS		
NOTA	**% DE CONTROLE**	**AVALIAÇÃO**
9	99,1 - 100,0	Excelente (E)
8	96,6 - 99,0	Muito bom (MB)
7	92,6 - 96,5	Bom (B)
6	85,1 - 92,5	Suficiente (S)
5	75,1 - 85,0	Duvidoso (D)
4	60,1 - 75,0	Insuficiente (I)
3	40,1 - 60,0	Mau (M)
2	15,1 - 40,0	Péssimo (P)
1	0 - 15,0	Sem efeito (SE)

Fonte: Rolim (1989).

A colheita foi realizada em 1º de agosto de 2025, aos 227 dias após o plantio (DAP). Nesse período, avaliou-se a comunidade de plantas daninhas por meio da determinação da massa de matéria seca. Para a amostragem, utilizou-se um quadrado inventário de 0,25 m^2 (0,50 × 0,50 m), lançado aleatoriamente três vezes na área útil de cada parcela. As plantas foram coletadas rente ao solo, contabilizadas e identificadas em nível de família, gênero e espécie, com base em bibliografia especializada. Em seguida, o material foi acondicionado em sacos de papel e levado à estufa de circulação forçada de ar, mantida a 65–70 °C por 72 h, até atingir massa constante. Após a secagem, as amostras foram pesadas em balança de precisão para obtenção da massa de matéria seca e os valores obtidos extrapolados para gramas de matéria seca por metro quadrado.

A produtividade de raízes foi determinada a partir da colheita das duas linhas centrais de cada parcela, correspondendo à área útil de 9,6 m^2. Nessa área, foram amostradas 16 plantas da linha central, utilizadas para a mensuração dos índices de produtividade. A produção de raízes frescas por parcela foi obtida pela pesagem de todas as raízes colhidas na área útil, possibilitando a estimativa da produtividade em escala de campo. Em seguida, os valores foram convertidos para toneladas por hectare (t ha^{-1}).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). A comparação das médias de cada variável dependente obtida nos tratamentos foi realizada pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram conduzidas utilizando o software AgroEstat, versão 1.1.0.712 (Barbosa; Maldonado Junior, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação de fitointoxicação da mandioca

Nas avaliações visuais de fitointoxicação na cultura da mandioca, realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) do herbicida Cletodim, foi observado diferença estatisticamente significativa apenas na avaliação de 7 DAA entre os tratamentos com as diferentes doses do herbicida (Tabela 3).

Tabela 3 - Porcentagem de avaliação de fitointoxicação da mandioca aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos aplicados com herbicida Cletodim em pós-emergência, segundo a escala de EWRC (1964) adaptado de Rolim (1989). São Luís - MA, 2025.

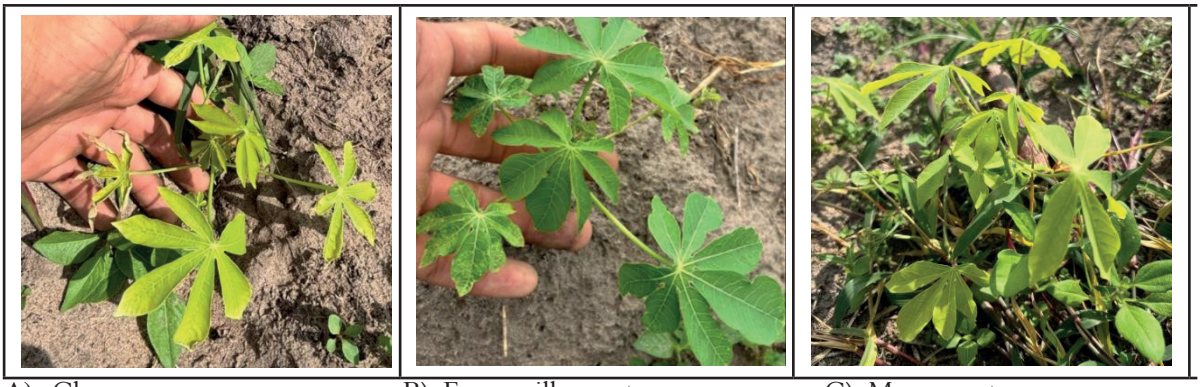
DOSES DE CLETODIM	FITOINTOXICAÇÃO DA CULTURA (%)							
1 – Testemunha capinada (TC)	7 DAA		14 DAA		21 DAA		28 DAA	
T2 – Testemunha sem capina (TS)	0,0	C	0,0	B	0,0	B	0,0	B
T3 – 0,084 kg (i.a) ha^{-1}	20,0	B	40,0	A	25,5	A	22,5	A
T4 – 0,096 kg (i.a) ha^{-1}	42,5	A	42,5	A	31,3	A	27,5	A
T5 – 0,108 kg (i.a) ha^{-1}	42,5	A	42,5	A	35,0	A	32,5	A
CV	13,0		18,3		39,6		30,0	

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
DAA – Dias após a aplicação do herbicida.

Fonte: Autoria, 2025.

Aos 7 DAA, as doses de 0,096 e 0,108 kg (i.a) ha^{-1} apresentaram os maiores valores percentuais de efeitos de fitointoxicação, ambos com 42,5% de injúrias causadas pelo herbicida. Nessa fase, 20 dias após o plantio (DAP), foram observados sintomas como clorose, encarquilhamento das folhas e menor porte das plântulas da mandioca, caracterizados como efeito leves de acordo com a escala de avaliação utilizada, não houve mortalidade das plantas avaliadas (Figura 1).

Figura 1. Sintomas de fitointoxicação da mandioca causados pela aplicação em pós-emergência do herbicida Cletodim observados aos 7 DAA, São Luís - MA, 2025.



A) Clorose B) Encarquilhamento C) Menor porte

Fonte: Autoria, 2025.

Nas avaliações realizadas aos 14, 21 e 28 DAA, não houve diferença estatisticamente significativa entre as diferentes doses do herbicida aplicada. Trabalho conduzido por Fontes *et al*. (2021) com aplicação em pós-emergência do Cletodim não provocou sintomas de fitotoxicidade nas plantas de mandioca BRS Purus quando avaliados aos 14 e 28 DAA, resultado semelhante ao encontrado nesta pesquisa.

Esses resultados demostram a persistência dos efeitos do herbicida ao longo do tempo, com destaque para a redução no porte de stand, um efeito mais duradouro é prejudicial à cultura. A dose de 0,084 kg i.a ha-^{1} foi a que causou menores injúrias à cultura, sugerindo que essa dose pode ser uma opção viável ao manejo da mandioca.

Avaliação de controle de planta daninhas

As avaliações visuais de controle de plantas daninhas foram realizadas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) do herbicida Cletodim. Nas avaliações de 7 e 14 dias após a aplicação (DAA) do herbicida foi observado diferença estatisticamente significativa (Tabela 4).

Tabela 4 - Porcentagem de controle das plantas daninhas de folha estreita aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos aplicados o herbicida Cletodim em pós- emergência com base a escala de avaliação de Rolim (1989). São Luís - MA, 2025.

TRATAMENTOS	CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS (%)											
	7 DAA			14 DAA			21 DAA			28 DAA		
T1 – Testemunha capinada (TC)	100,0	(E)	A	100,0	(E)	A	100,0	(E)	A	100,0	(E)	A
T2 – Testemunha sem capina (TS)	0,0	(SE)	C	0,0	(SE)	C	0,0	(SE)	B	0,0	(SE)	B
T3 – 0,084 kg (i.a) ha-^{1}	84,3	(D)	B	76,3	(D)	B	76,3	(D)	A	82,8	(D)	A
T4 – 0,096 kg (i.a) ha-^{1}	89,3	(S)	Ab	77,5	(D)	B	77,5	(D)	A	81,3	(D)	A
T5 – 0,108 kg (i.a) ha-^{1}	85,0	(D)	B	87,5	(S)	Ab	87,5	(S)	A	91,3	(S)	A
CV	6,8			8,5			11,6			12,1		

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAA – Dias após a aplicação do herbicida. Descrição de avaliação: Excelente (E); Muito bom (MB); Bom (B); Suficiente (S); Duvidoso (D); Insuficiente (I); Mau (M); Péssimo (P); Sem efeito (SE).

Fonte: Autoria, 2025.

Aos 7 DAA, a dose intermediária de 0,096 kg (i.a) ha-¹ de Cletodim proporcionou um controle de 89,3%, classificando como controle satisfatório de acordo com a escala de avaliação adotada, enquanto as doses de 0,084 kg (i.a) ha-¹ e 0,108 kg (i.a) ha-¹ resultaram em controle de 84,3 e 85%, respectivamente, ambos classificados com controle duvidosos, não diferindo estatisticamente.

Foram observados sintomas iniciais de fitointoxicação das plantas daninhas como necrose, clorose foliar e retardamento do crescimento (Figura 2). De acordo com Silva (2023), tais sintomas comumente associados ao herbicida Cletodim que promove necrose do ponto de crescimento, localizado acima do nó, facilitando desprendimento das folhas. Além disso, as folhas mais velhas tendem a adquirir um aspecto avermelhado ou arroxeado, indicando danos celulares e comprometimento fotossintético.

Figura 2 - Sintomas de injurias em plantas daninhas causadas pela aplicação em pós-emergência do herbicida Cletodim observados aos 7 DAA, São Luís - MA, 2025.



Fonte: Autoria, 2025.

Maciel, Constantin e Goto (2002) avaliando a eficiência de controle do capim-colchão (*Digitaria horizontalis*) na cultura da melancia, a partir de 7 DAA também obtiveram valores de controle para as doses de 84, 96 e 108 g (i.a.) ha-1 de Cletodim acima de 80%, considerado eficiente.

Aos 14 DAA, a dose de 0,108 kg (i.a) ha-¹ atingiu um controle satisfatória de 87,5% não diferindo da testemunha com capina. Contudo as doses de 0,084 kg (i.a) ha-¹ e 0,096 kg (i.a) ha-¹ com controle de 76,3 e 77,5%, respectivamente, se classificaram como controle duvidoso, não diferindo estatisticamente. Nas avaliações de 21 e 28 DAA, a maior dosagem de 0,108 kg (i.a) ha-¹ apresentou controle satisfatório e as demais doses controle duvidoso.

A meia vida do herbicida Cletodim no solo é de três dias, com baixa persistência no solo, compensada pela sua ação sistêmica na planta com rápida absorção foliar e translocação pelo floema (Santos, 2023).

É relevante destacar que o preparo da área incluiu apenas uma roçagem, o que resultou em uma comunidade de plantas daninhas em diferentes estágios de desenvolvimento durante as avaliações. Essa variabilidade pode ter comprometido a eficácia do herbicida, uma vez que espécies em estágios avançados (como perenes com sistemas radiculares consolidados) apresentam maior resistência a controles superficiais.

O corte mecânico superficial, embora reduza a parte aérea das plantas daninhas, não elimina suas estruturas radiculares. Espécies com reservas energéticas em raízes ou rizomas têm capacidade de rebrota rápida, diferentemente das plantas anuais originadas do banco de sementes. Dessa forma, a ausência de revolvimento do solo, como o uso de grades ou enxadas, permitiu a persistência de propágulos vegetativos, facilitando a regeneração das plantas daninhas e reduzindo a ação do herbicida.

Essa questão ressalta a importância de integrar métodos de manejo: a combinação de controle químico com práticas mecânicas (como a incorporação de restos vegetais) seria estratégica para suprimir tanto a germinação de sementes quanto a rebrota de espécies perenes, otimizando o controle em sistemas de cultivo sensíveis, como a mandioca.

Composição florística

Foram identificados 1.107 indivíduos de plantas espontâneas, distribuídos em 17 espécies pertencentes a 10 famílias botânicas, sendo 23,5 % do grupo das monocotiledôneas e 76,5%, das eudicotiledôneas. As famílias mais abundantes em número de espécies foram a Asteraceae e Rubiaceae, ambas com três espécies, seguidas por Poaceae, Lamiaceae e Fabaceae, com duas espécies cada (Tabela 5).

Tabela 4 - Porcentagem de controle das plantas daninhas de folha estreita aos 7, 14, 21 e 28 dias após a aplicação (DAA) dos tratamentos aplicados o herbicida Cletodim em pós- emergência com base a escala de avaliação de Rolim (1989). São Luís - MA, 2025.

TRATAMENTOS	CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS (%)											
	7 DAA			14 DAA			21 DAA			28 DAA		
T1 – Testemunha capinada (TC)	100,0	(E)	A	100,0	(E)	A	100,0	(E)	A	100,0	(E)	A
T2 – Testemunha sem capina (TS)	0,0	(SE)	C	0,0	(SE)	C	0,0	(SE)	B	0,0	(SE)	B
T3 – 0,084 kg (i.a) ha-¹	84,3	(D)	B	76,3	(D)	B	76,3	(D)	A	82,8	(D)	A
T4 – 0,096 kg (i.a) ha-¹	89,3	(S)	Ab	77,5	(D)	B	77,5	(D)	A	81,3	(D)	A
T5 – 0,108 kg (i.a) ha-¹	85,0	(D)	B	87,5	(S)	Ab	87,5	(S)	A	91,3	(S)	A
CV	6,8			8,5			11,6			12,1		

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DAA – Dias após a aplicação do herbicida. Descrição de avaliação: Excelente (E); Muito bom (MB); Bom (B); Suficiente (S); Duvidoso (D); Insuficiente (I); Mau (M); Péssimo (P); Sem efeito (SE).

Fonte: Autoria, 2025.

O maior número de indivíduos foi obtido na testemunha sem capina, com 475 indivíduos, distribuídos em 6 espécies, sendo a *Digitaria ciliaris* a mais representativa com aproximadamente 57% dos indivíduos, evidenciando alta dominância. Em contrapartida, a maior dose, 0,108 kg i.a. ha-¹ de Cletodim, apresentou a maior riqueza de espécies, embora com menor número total de indivíduos (294), indicando uma redução na dominância de espécies do grupo das monocotiledônea pelo herbicida, permitindo o estabelecimento de espécies do grupo das eudicotiledôneas, como Rubiaceae e Fabaceae.

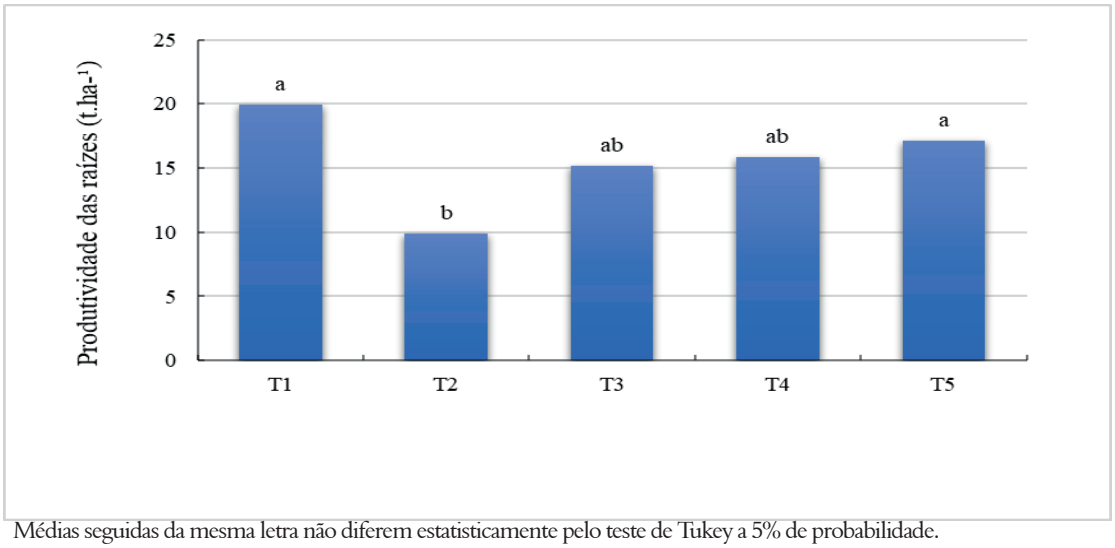
Ressalta-se que as espécies da família Poaceae são amplamente distribuídas e predominantes em virtude de sua disseminação facilitada pela presença de diásporos e grande quantidade de sementes produzidas (Santos *et al*., 2020). O Cletodim é um herbicida que inibe a atividade da enzima acetilcoenzima A carboxilase (ACCase) e a síntese de lipídios nas plantas da família Poaceae (Rodrigues; Almeida, 2011).

Nos tratamentos com aplicação do herbicida, houve redução na densidade de plantas da família Poaceae, principal alvo do Cletodim, permitindo o estabelecimento e a maior representatividade de espécies dicotiledôneas, resultando em maior riqueza de espécies desse grupo botânico.

Produtividade de raízes e massa de matéria seca

A produtividade de raízes de mandioca apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, conforme o teste de Tukey a 5% de probabilidade (Figura 3). A testemunha capinada apresentou a maior média, de 19,9 t ha^{-1}, diferenciando-se da testemunha sem capina, que obteve 9,8 t ha^{-1}. Essa redução na produtividade decorre do impacto negativo da competição das plantas, que compromete significativamente o rendimento da cultura na ausência de manejo adequado.

Figura 3 - Produtividade das raízes de mandioca colhidas aos 227 dias após o plantio (DAP) expressa em toneladas por hectare em função dos tratamentos: T1 – Testemunha capinada; T2 – Testemunha sem capina (TS); T3 – Aplicação de 0,084 kg ingrediente ativo (i.a) ha^{-1} de Cletodim; T4 – 0,096 kg i.a. ha^{-1}; T5 – 0,108 kg i.a. ha^{-1}. São Luís – MA, 2025.



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autoria, 2025.

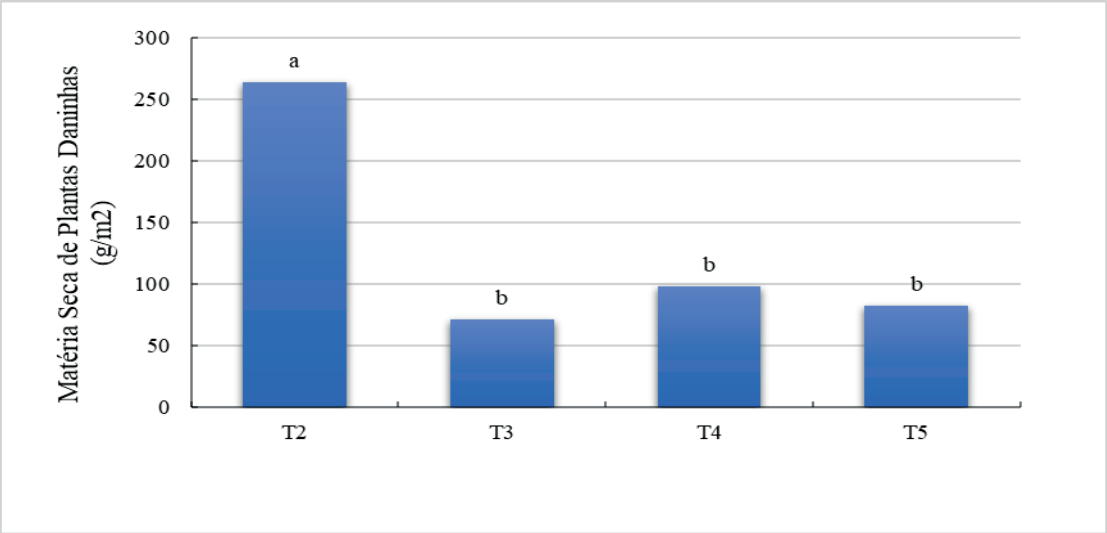
Nos tratamentos com herbicida, houve aumento expressivo da produtividade em relação ao tratamento sem controle de plantas daninhas. A dose de 0,108 kg i.a. ha^{-1} apresentou produtividade de 17,1 t ha^{-1}, estatisticamente semelhante à testemunha capinada. Já as doses intermediárias (0,084 kg i.a. ha^{-1} e 0,096 kg i.a. ha^{-1}) resultaram em médias de 15,1 t ha^{-1} e 15,8 t ha^{-1}, respectivamente. Esses dados evidenciam a eficácia do controle químico na mitigação dos efeitos da matocompetição, com resultados comparáveis à eficiência do manejo manual. Estudos recentes corroboram esses achados, mostrando que a aplicação de herbicidas em pré-emergência se mostrou seletiva e eficaz para a cultura da mandioca, resultando em melhor desempenho produtivo (Santiago *et al.*, 2022).

A interferência de plantas daninhas durante todo o ciclo da cultura reduziu a produtividade de raízes em 60%, quando considerado os tratamentos testemunhas com e sem capina. Resultados semelhantes foram encontrados por Santa (2025), que constataram redução de até 70% na produtividade da mandioca devido à interferência das plantas, em razão da competição por água, luz, nutrientes e espaço.

A análise da massa seca das plantas daninhas permitiu compreender a relação direta entre competição e produtividade da mandioca. O tratamento sem capina apresentou a maior produção de matéria seca, atingindo 263,74 g m^{-2}, diferindo significativamente dos demais tratamentos que receberam herbicida (Figura 4). Essa elevada biomassa de plantas daninhas

explica a menor produtividade observada neste tratamento, devido à intensa competição por recursos. Por outro lado, os tratamentos com herbicida reduziram expressivamente a massa seca das plantas daninhas, refletindo no aumento da produtividade da cultura, mostrando que o controle químico foi eficiente em reduzir a competição.

Figura 4 - Matéria seca de plantas daninhas nos tratamentos T2 – Testemunha sem capina (TS); T3 – Aplicação de 0,084 kg ingrediente ativo (i.a) ha-^{1} de Cletodim; T4 – 0,096 kg i.a. ha-^{1}; T5 – 0,108 kg i.a. ha-^{1}. São luís – MA, 2025.



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Fonte: Autoria, 2025.

Resultados semelhantes foram observados por Fontes, Atroch e De Moraes (2025) em milho resistente ao glifosato, onde o tratamento sem capina apresentou maior produção de massa seca da parte aérea (389,75 g m^{-2}) em comparação aos tratamentos com herbicida, confirmando que a biomassa das plantas daninhas influencia diretamente o rendimento da cultura.

CONCLUSÃO

O herbicida Cletodim demonstrou seletividade à mandioca cultivar BRS 399 e eficácia no controle de plantas daninhas de folhas estreitas, configurando-se como uma alternativa viável ao manejo químico da cultura. Embora doses mais elevadas (0,096 e 0,108 kg i.a. ha^{-1}) tenham induzido sintomas transitórios de fitointoxicação aos 7 DAA, como clorose foliar, encarquilhamento e redução do porte das plântulas, não foi registrada mortalidade de plantas, indicando capacidade de recuperação da cultura.

No que se refere à eficácia, as doses testadas proporcionaram controle classificado como duvidoso, com índices entre 84,3 e 85%, evidenciando a necessidade de ajustes nas estratégias de manejo. Do ponto de vista florístico, a aplicação do herbicida promoveu redução significativa na densidade de espécies da família Poaceae, alvo primário do Cletodim, favorecendo o estabelecimento e a maior representatividade de eudicotiledôneas.

Em relação à produtividade, a dose de 0,108 kg i.a. ha^{-1} resultou em 17,1 t ha^{-1}, estatisticamente equivalente à testemunha capinada, reforçando o potencial do controle químico na mitigação dos efeitos da matocompetição, responsável por redução de aproximadamente 60% na produtividade de raízes.

No entanto, o espectro de ação restrito do Cletodim impõe limitações ao controle de

eudicotiledôneas, exigindo estratégias complementares de manejo integrado. Para pesquisas futuras, recomenda-se a avaliação do Cletodim em associação com herbicidas de amplo espectro, bem como estudos em diferentes condições e com outras cultivares de mandioca, a fim de consolidar as recomendações de uso.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA), pelo financiamento da bolsa de iniciação científica, e à UEMA, pela infraestrutura laboratorial disponibilizada.

À equipe do Laboratório de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), pela colaboração e auxílio na execução das atividades experimentais.

Ao Sr. Mario Godoi, pela concessão da área experimental e materiais para a condução do trabalho, e ao técnico Raimundo Nonato Viana Santos, pelo suporte operacional durante a condução dos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, E. N.; LIMA, P. C. **Efeito de doses de herbicida para a cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).** In: EPAMIG. Projeto Mandioca, relatório 76/79. Belo Horizonte: EPAMIG, 1982. p. 130-135.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos.** Versão 1.1. Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **BRS 399: nova cultivar de mandioca de mesa, de polpa amarela, para o Paraná e o Mato Grosso do Sul.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2014. (folder).

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL (EWRC). Report of the 3rd and 4th meetings of EWRC. Committee of Methods in Weed Research. **Weed Research**, Oxford, v. 4, p. 88, 1964.

FONTES, J. R. A.; ATROCH, A. L.; DE MORAIS, R. R. Controle de plantas daninhas em milho resistente ao glifosato cultivado em Manaus, Amazonas. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 6, p. e0714648973, 2025. DOI: 10.33448/rsd-v14i6.48973. Disponível em: https://rsdjournal.org/rsd/article/view/48973.

FONTES, J. R. A.; OLIVEIRA, I. J. DE; MORAIS, R. R. Seletividade e eficácia de herbicidas para o controle de plantas daninhas na mandioca. **Agrotrópica**, Ilhéus, v. 33, n. 1, p. 69-78, 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção de mandioca: Estado do Maranhão.** Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mandioca/ma.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Levantamento sistemático da produção agrícola (LSPA).** Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=resultados.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas.** 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2003. 640 p.

MACIEL, C. G.; CONSTANTIN, J.; GOTO, R. Seletividade e eficiência agronômica de herbicidas no controle de capim-colchão na cultura da melancia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 474-476, 2002.

OLIVEIRA JR., R. S. Seletividade e eficiência de trifluralin e diuron aplicados em diferentes formas na cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Unimar**, v. 16, n. 2, p. 317-325, 1994.

OLIVEIRA JR., R. S.; INOUE, M. H. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: Oliveira Jr., R. S.; Constantin, J.; Inoue, M. H. **Biologia e manejo de plantas daninhas.** Curitiba: Omnipax, 2011. p. 243-261.

Pinheiro, J. C. D. A realidade da mandioca no Maranhão. São Luís: **Editora Pascal**, v. 75, 2019.

PITELLI, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Jornal Consherb**, v. 1, n. 2, p. 1-7, 2000.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. Londrina: Edição dos autores, 2011. 697 p.

SANTA, A. Í. D. **Estratégias de manejo das plantas apresentadas na cultura da mandioca em diferentes sistemas de cultivo e texturas de solo.** 2025. 148 f. Tese (Doutorado em Agronomia) — Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2025. Disponível em: https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/7744/2/Anderson_Santa_2025.pdf.

SANTIAGO, A. D.; PROCÓPIO, S. O. DE; BRAZ, G. B. P. **Sistema Suprimato: manejo de plantas daninhas na cultura da mandioca.** Circular Técnica, Brasília, DF, 2022. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1139059/1/Circular-T-91-versao-4.pdf.

SANTOS, RAIMUNDO N. V. *et al*. Green Manure Intercropped with Okra for Spontaneous Plant Suppression. **Journal of Agricultural Studies**, v. 8, n. 4, p. 507-522, 2020.

SCARIOT, C. A.; COSTA, N. V. DA; BOSQUESE, E. P.; ANDRADE, D. C. DE; SONTAG, D. A. Seletividade e eficiência de herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 3, p. 300-307, 2013.

SILVA, D. V. *et al*. Manejo de plantas daninhas na cultura da mandioca. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 901-910, 2012.

SILVA, DA K. S. **Cletodim**. WeedOut, 2023. Disponível em https://weedout.com.br/Cletodim/.

SILVA, F. M. L. *et al.* Moléculas de herbicidas seletivos à cultura da mandioca. **Revista Trópica — Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 3, n. 2, p. 61, 2009. DOI: https://doi.org/10.0000/rtcab.v3i2.42.

SISTEMA DE AGROTÓXICOS FITOSSANITÁRIOS DO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO **(AGROFIT)**. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons.

UPL DO BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE INSUMOS AGROPECUÁRIOS (UPL). **SELECT 240 EC**: bula. Campinas: UPL, 2023. 24 p. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2025-01/select_240_ec_.pdf.