



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS PALMAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

KAIRO LUCAS MESQUITA DE SOUSA

**CARACTERIZAÇÃO DO USO DE HERBICIDAS ADOTADOS EM
MELANCIA E MANDIOCA NO POLO DE FRUTICULTURA
IRRIGADA SÃO JOÃO, PORTO NACIONAL, TO.**

**PALMAS-TO
2025**

KAIRO LUCAS MESQUITA DE SOUSA

**CARACTERIZAÇÃO DO USO DE HERBICIDAS ADOTADOS EM
MELANCIA E MANDIOCA NO POLO DE FRUTICULTURA
IRRIGADA SÃO JOÃO, PORTO NACIONAL, TO.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como exigência à obtenção do
título de Bacharel no curso de Engenharia
Agrônômica do Instituto Federal do Tocantins
do *Campus* Palmas.

Orientadora: Prof^a. Dr^a Vanessa David
Domingos Valença.

**PALMAS-TO
2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

D278c de Sousa, Kairo Lucas Mesquita
Caracterização do uso de herbicidas adotados em melancia e mandioca
no Polo de Fruticultura Irrigada São João, Porto Nacional, TO. / Kairo Lucas
Mesquita de Sousa. – Palmas, TO, 2025.
47 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus
Palmas, Palmas, TO, 2025.

Orientadora: Dra. Vanessa David Domingos Valença

1. Agrotóxicos. 2. Plantas daninhas. 3. Boas práticas agrícolas. I.
Domingos Valença, Vanessa David. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e
pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a).



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS PALMAS - TO
COORDENAÇÃO DO CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA

KAIRO LUCAS MESQUITA DE SOUSA

CARACTERIZAÇÃO DO USO DE HERBICIDAS ADOTADOS EM MELANCIA E MANDIOCA NO POLO DE FRUTICULTURA IRRIGADA SÃO JOÃO, PORTO NACIONAL, TO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - *Campus* Palmas - TO, como exigência à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em: 15 de dezembro de 2025

BANCA AVALIADORA

Profa. Dra. Vanessa David Domingos Valença
IFTO - Campus Palmas - TO.

Prof. Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant'ana
IFTO - Campus Palmas - TO.

Profa. Maria Lucimar de Oliveira Souza
IFTO - Campus Palmas - TO.



assinado eletronicamente por **Maria Lucimar de Oliveira Souza, Servidor**, em 15/12/2025, às 11:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



assinado eletronicamente por **Edvaldo Vieira Pacheco Santana, Coordenador**, em 15/12/2025, às 11:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



assinado eletronicamente por **Vanessa David Domingos Valença, Servidor**, em 15/12/2025, às 21:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3009974** e o código CRC **6AF13E71**.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS

Campus Palmas 310 Sul, Av. LO 5, s/n, esquina com a Avenida NS 10 - Plano Diretor Sul — CEP 77021-090 Palmas/TO - portal.iftto.edu.br — reitoria@iftto.edu.br

RESUMO

O uso de herbicidas é considerado como uma estratégia central na supressão de plantas daninhas, mas a sua efetividade e sustentabilidade dependem do padrão real de uso de herbicidas no campo e da disponibilidade ou estrutura de mercado da região. Este trabalho caracterizou o uso de herbicidas nas culturas de melancia e mandioca no Polo de Fruticultura Irrigada São João e analisou o mercado de herbicidas em Palmas e Porto Nacional (TO), verificando a conformidade técnico-regulatória do uso e aplicação de herbicidas (Lei 14.785/2023). O estudo foi realizado com o levantamento de campo através de um questionário estruturado aos produtores e responsáveis técnicos, onde foram coletados dados sobre o manejo e aplicação dos herbicidas utilizados por cada produtor, entrevistas direcionadas aos locais de vendas agropecuárias e análise documental (órgãos públicos regulatórios e de fiscalização, AGROFIT/MAPA, bulas, rótulos, receituários e relatórios de atuação fiscal). Os dados foram sintetizados por cultura e município, com o uso da estatística descritiva, comparação de proporções e indicadores de conformidade às recomendações de bula e boas práticas definidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Ao final do projeto obteve-se um painel fitotécnico e econômico do uso de herbicidas, identificando espécies-alvo prioritárias, lacunas de treinamento e pontos de otimização do manejo integrado (redução de custos, de riscos ambientais e à saúde). A análise dos resultados revelou variações significativas nos indicadores de conformidade, com ICTR (índice de conformidade técnico regulatório) oscilando entre 25% e 85%, evidenciando irregularidades especialmente relacionadas à dose, volume e estágio de aplicação, além do uso inadequado de EPIs, fatores diretamente associados às falhas de controle observadas no campo. Além disso, a análise de mercado em Palmas e Porto Nacional apontou limitações na oferta de ingredientes ativos e forte variação de preços, contribuindo para atrasos de aplicação, substituições inadequadas e escolhas menos eficientes de herbicidas pelos produtores. Fornecendo, assim, subsídios práticos para o aprimoramento da assistência técnica e políticas de extensão rural na região de Palmas.

Palavras-chave: Herbicidas. Plantas daninhas. Fruticultura irrigada. Boas práticas agrícolas (BPA).

ABSTRACT

The use of herbicides is considered a central strategy for weed suppression; however, its effectiveness and sustainability depend on actual field-use patterns and on the availability and market structure of the region. This study characterized herbicide use in watermelon, and cassava crops in the São João Irrigated Fruit Production Hub and analyzed the herbicide market in Palmas and Porto Nacional (TO), assessing the technical and regulatory compliance of herbicide use. The study was conducted through field surveys using a structured questionnaire administered to producers and technical managers, collecting data on the management and application of herbicides used by each producer, targeted interviews at agricultural input retailers, and documentary analysis (public regulatory and inspection agencies, AGROFIT/MAPA, labels, leaflets, prescriptions, and inspection activity reports). Data were synthesized by crop and municipality using descriptive statistics, comparison of proportions, and indicators of compliance with label recommendations and good practices defined by the Brazilian Health Regulatory Agency (ANVISA). At the end of the project, a phytotechnical and economic panel of herbicide use was obtained, identifying priority target species, training gaps, and opportunities for optimizing integrated management (cost reduction and mitigation of environmental and health risks). Analysis of the results revealed significant variations in compliance indicators, with ICTR ranging from 25% to 85%, highlighting irregularities especially related to dose, spray volume, and application growth stage, as well as inadequate use of personal protective equipment (PPE), factors directly associated with the control failures observed in the field. In addition, market analysis in Palmas and Porto Nacional indicated limitations in the availability of active ingredients and strong price variability, contributing to application delays, inappropriate substitutions, and less efficient herbicide choices by producers. Thus, the study provides practical support for improving technical assistance and rural extension policies in the Palmas region.

Keywords: Herbicides. Weeds. Irrigated fruit farming. Good agricultural practices (GAP).

Sumário

1. INTRODUÇÃO	7
1.1 Justificativa	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 Contextualização da Produção Agrícola no Tocantins	9
2.1.1 A importância econômica e social das culturas da melancia e mandioca:	10
2.1.2 Desafios da produção no Cerrado do Tocantins:	11
3. Plantas Daninhas e a Necessidade de Manejo	11
4. O Manejo Químico como Ferramenta Estratégica	13
5. Manejo Químico de Plantas Daninhas por Cultura	16
6. O Cenário Regional do Uso de Herbicidas	19
7. OBJETIVOS.....	20
8. METODOLOGIA.....	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	40
APÊNDICES	44

1. INTRODUÇÃO

O manejo de plantas daninhas é um dos principais desafios para a produtividade agrícola, competindo com as culturas por recursos essenciais como água, luz e nutrientes. O que corrobora com Teasdale e Cavigelli (2010) destacando que “as plantas daninhas podem limitar o rendimento das culturas por meio da apropriação dos recursos necessários, incluindo luz, água e nutrientes”.

No estado do Tocantins, a agricultura tem um papel fundamental por meio da exploração de culturas como a melancia (*Citrullus lanatus*) e a mandioca (*Manihot esculenta*) pois são de grande importância econômica e social. A mandioca, por exemplo, apresentou área colhida de aproximadamente 15.066 hectares e produção de 242.167 toneladas, reafirmando sua importância como fonte de renda para pequenos produtores (IBGE, 2023). Já a melancia, segundo o portal AgroSustentar (2024), registrou produção em torno de 83.797 toneladas no estado, consolidando-se como uma das principais culturas da fruticultura tocaninense. Esses indicadores evidenciam que, além de contribuírem significativamente para o volume produtivo, essas culturas são essenciais para a geração de emprego, renda e fortalecimento da economia agrícola regional.

O controle químico, realizado pelo uso de herbicidas, é uma das ferramentas mais utilizadas para mitigar os prejuízos causados pela competição entre plantas daninhas e plantas de culturas por recursos naturais como água, luz, nutrientes e solo (Mendes, 2022).

Contudo, a eficácia e a sustentabilidade dessa prática de manejo dependem diretamente do uso correto dos produtos, considerando as recomendações técnicas e a legislação vigente. O uso responsável de herbicidas e outros defensivos agrícolas deve seguir rigorosamente as orientações contidas nos rótulos e nas recomendações oficiais de aplicação, garantindo segurança e eficiência no controle (SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA, 2014).

A utilização inadequada de herbicidas pode levar a problemas como a seleção de plantas daninhas resistentes, fitotoxicidade nas culturas e impactos ambientais prejudiciais para a saúde humana e animal bem como para o equilíbrio do ecossistema (Christoffoleti, *et al.*, 2008).

Diante desse cenário, é primordial compreender a realidade atual do manejo químico de plantas daninhas em sistemas de produção agrícola da região metropolitana de Palmas-

TO.

O presente projeto de pesquisa teve como objetivo diagnosticar os padrões de uso e a conformidade regulatória no emprego de herbicidas nas áreas cultivadas com melancia e mandioca no Polo de Fruticultura Irrigada São João. Em paralelo, foi realizada uma pesquisa para caracterizar o mercado de herbicidas nos municípios de Palmas, e Porto Nacional do Tocantins.

O estudo realizou um levantamento de informações sobre os produtos utilizados no campo, e comparou com as recomendações da literatura científica e os registros oficiais de órgãos como o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Além disso, foi observado e descrito o uso dos herbicidas e os manejos adotados pelos produtores, incluindo doses, épocas de aplicação e alternativas culturais, conforme as orientações de órgãos de orientação ANVISA e de assistência técnica como RURALTINS.

A análise proposta buscou associar dados de fontes oficiais, como ADAPEC, para o levantamento de informações de campo contextualizando a realidade local. A partir desta comparação entre a literatura, as recomendações técnicas e as práticas regionais, foi possível identificar tendências, restrições e boas práticas no uso de herbicidas.

1.1 Justificativa

O uso de herbicidas é amplamente adotado na fruticultura irrigada das regiões tropicais, pois a interferência de plantas daninhas na competição por água, luz e nutrientes compromete diretamente o desenvolvimento das culturas e a produtividade agrícola (Pitelli, 2015; Christoffoleti; López-Ovejero, 2008). Contudo, a eficiência dessa prática depende do uso correto dos herbicidas, conforme as recomendações técnicas e regulatórias vigentes.

No Polo de Fruticultura Irrigada São João, em culturas como melancia e mandioca, o uso de herbicidas representa parcela significativa dos custos de produção e da demanda por mão de obra. Entretanto, observa-se heterogeneidade no nível de capacitação dos produtores, no acesso à assistência técnica e na disponibilidade de produtos no mercado regional. Essas diferenças podem resultar em inconformidades com as recomendações de bula, uso inadequado de equipamentos de proteção individual e maior risco de falhas no controle, com possíveis impactos ambientais, ocupacionais e econômicos.

Além dos aspectos técnicos, as condições de oferta e comercialização de herbicidas em Palmas e Porto Nacional influenciam diretamente as decisões dos produtores e o manejo realizado no campo. A limitação de determinados ingredientes ativos, aliada à variação de preços e à concentração de distribuidores, pode levar a atrasos de aplicação, substituições inadequadas e à adoção de produtos menos eficientes. A ausência de dados regionais sistematizados sobre o mercado local dificulta o diagnóstico das instituições de assistência técnica e dos órgãos reguladores.

Diante desse contexto, este trabalho justificou-se pela necessidade de caracterizar o uso de herbicidas nas principais culturas do polo irrigado, avaliando sua conformidade técnico-regulatória e relacionando essas práticas às condições do mercado regional. A integração de informações fitotécnicas, regulatórias e econômicas possibilita identificar gargalos e oportunidades de melhoria no manejo de plantas daninhas, subsidiando ações de capacitação, fortalecimento da assistência técnica e promoção do uso seguro e eficiente de herbicidas, em consonância com os princípios da sustentabilidade da fruticultura irrigada no Tocantins.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Contextualização da Produção Agrícola no Tocantins

A produção agrícola no Tocantins vem crescendo de forma acelerada nas últimas décadas, uma vez que o estado se localiza em uma área de transição entre os biomas Cerrado e Amazônia, reunindo condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da agricultura, como clima, disponibilidade hídrica e relevo predominantemente plano (EMBRAPA, 2014; Buainain *et al.*, 2017). Além disso, o Tocantins integra a região do MATOPIBA, reconhecida como uma das principais fronteiras agrícolas do país, com expressivo avanço da produção agrícola e expansão das áreas cultivadas.

O desenvolvimento da agricultura tocantinense intensificou-se a partir da década de 1990, com a introdução do cultivo de grãos, especialmente soja e milho, bem como com a consolidação da agricultura irrigada, inicialmente voltada ao cultivo de arroz. Esse processo contribuiu para a diversificação produtiva da região, impulsionando a fruticultura irrigada, com destaque para culturas como a melancia, além da presença significativa da agricultura

familiar, responsável pela introdução e manutenção de cultivos como mandioca e hortaliças (EMBRAPA, 2014).

É perceptível que o agronegócio tocantinense contribui de forma significativa para o Produto Interno Bruto (PIB) do estado, embora enfrente desafios relacionados à sustentabilidade ambiental, especialmente a pressão sobre as áreas de Cerrado e a necessidade de conciliar a expansão das atividades agropecuárias com a conservação dos recursos naturais (IBGE, 2022; Klink e Machado, 2005).

2.1.1 A importância econômica e social das culturas da melancia e mandioca:

As Culturas como melancia e mandioca desempenham papel fundamental na diversificação da economia agrícola do Tocantins, configurando-se como alternativas produtivas mais acessíveis em comparação ao cultivo de grãos, especialmente para pequenos e médios produtores. Esses agricultores, em grande parte, são responsáveis pelo abastecimento do mercado interno local, contribuindo para a geração de renda, a segurança alimentar e a inclusão de diferentes perfis sociais na dinâmica do agronegócio tocantinense (EMBRAPA, 2018; IBGE, 2021).

É notável, ainda, que o cultivo de alimentos como a mandioca constitui a base alimentar de parcela significativa da população brasileira, apresentando elevada importância socioeconômica e considerável demanda de mercado, especialmente no contexto da agricultura familiar (EMBRAPA, 2016; FAO, 2019). Além disso, essas culturas representam, em grande maioria, o sustento de vários pequenos e médios produtores, sendo muito presentes na agricultura familiar, o que está alinhado ao que afirma a FAO (2014), ao destacar que a agricultura familiar desempenha papel essencial na segurança alimentar e no desenvolvimento socioeconômico das comunidades rurais.

A produção desses cultivares (mandioca e melancia) também contribui na geração de empregos devido à demanda de mão de obra movimentando a economia aliada a produção de grãos. De acordo com a pesquisa Produção Agrícola Municipal (PAM) do IBGE, em 2023 a mandioca teve valor de produção de aproximadamente R\$ 475.926 milhões e a melancia R\$ 113.333 milhões no Tocantins.

2.1.2 Desafios da produção no Cerrado do Tocantins:

Embora o Cerrado se configure como uma fronteira agrícola com elevado potencial de desenvolvimento para o agronegócio, em função da disponibilidade de áreas cultiváveis e da incorporação de tecnologias avançadas em maquinário, insumos, técnicas de manejo e cultivares melhoradas, a região ainda apresenta desafios significativos a serem superados. Entre esses desafios destacam-se a elevada irregularidade das chuvas, que aumenta o risco de estiagens prolongadas e impõe a necessidade de investimentos em tecnologias de irrigação, geralmente associadas a custos elevados (Klink; Machado, 2005; EMBRAPA, 2011).

Adicionalmente, os solos do Cerrado são, em sua maioria, ácidos e pobres em nutrientes, exigindo práticas contínuas de correção e adubação, o que eleva os custos de produção. Soma-se a isso a relevância ambiental do bioma, reconhecido por sua elevada biodiversidade de fauna e flora, o que o torna produtivo, porém sensível às interferências antrópicas. Nesse contexto, a expansão das atividades agrícolas exerce pressão sobre os recursos naturais, tornando imprescindível a adoção de práticas conservacionistas e o cumprimento das normas ambientais vigentes (EMBRAPA, 2011; Klink e Machado, 2005).

3. Plantas Daninhas e a Necessidade de Manejo

3.1 O conceito de plantas daninhas e os impactos da competição:

Plantas daninhas são espécies vegetais que surgem espontaneamente em áreas cultivadas e competem diretamente com as culturas por fatores de crescimento podendo causar perdas significativas de produtividade (Pitelli, 2025). Em áreas de rica presença de fauna e flora são várias as espécies que podem caracterizar-se como danosas ou daninhas, tais plantas afetam diretamente as lavouras nas quais se tornam presentes competindo por nutrientes necessários para o desenvolvimento das culturas como água, luz e nutrientes podendo levar a sérios prejuízos econômicos, de produtividade e desenvolvimento. Em cultivos como mandioca e melancia é alta a presença de espécies infestantes devido a fatores como crescimento inicial lento (mandioca), espaçamento entre plantas (melancia) e grande exposição do solo durante o cultivo. Essa interferência pode comprometer a produtividade e qualidade da produção (Albuquerque; Carvalho; Alcântara, 2008; Souza; Silva, 2010; Ronchi; Silva, 2006).

3.2 Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD):

O manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) é reconhecido como o pilar da sustentabilidade no controle fitossanitário. Ele não se restringe a aplicação de herbicidas, mas sim na utilização de um conjunto de estratégias (preventivas, culturais, físicas e químicas) de forma racional e planejada. Este enfoque visa manter a infestação abaixo do nível de dano econômico e é crucial para o manejo da resistência e para a longevidade dos sistemas de produção, como o plantio direto (Christoffoleti, 2019; Agostinetto *et al.*, 2015). Dessa forma, o manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) apresenta-se como uma estratégia voltada ao controle, e não à erradicação, das espécies infestantes, buscando manter suas populações em níveis que não causem danos econômicos significativos às culturas, configurando-se como uma abordagem eficaz e sustentável (Pitelli, 2015; Christoffoleti; López-Ovejero, 2008). Para alcançar níveis adequados de eficiência no MIPD, são empregadas diferentes técnicas, como o uso de cobertura morta, que reduz a exposição do solo e dificulta a emergência de plantas daninhas, a realização de roçadas, utilizadas tanto para o manejo das áreas quanto para a redução do banco de sementes, e o planejamento adequado das janelas de aplicação quando se utilizam herbicidas.

O uso correto de produtos químicos, respeitando o estágio da cultura e das plantas daninhas, contribui para minimizar riscos de fitotoxicidade e maximizar a eficiência do controle. Ademais, a alternância de ingredientes ativos e mecanismos de ação é uma prática essencial para reduzir a seleção de biótipos resistentes, evitando que as espécies-alvo se tornem progressivamente mais difíceis de controlar (Christoffoleti *et al.*, 2016).

3.3 Técnicas de manejo de plantas daninhas

O manejo de plantas daninhas pode ser classificado em diferentes tipos, destacando-se o manejo preventivo, cultural, mecânico e químico, os quais podem ser utilizados de forma isolada ou integrada, conforme as características do sistema produtivo. O manejo preventivo tem como objetivo impedir a introdução e a disseminação de plantas daninhas na área, sendo baseado em práticas como o uso de sementes certificadas, a higienização de máquinas e implementos e o controle das bordaduras e carregadores. O manejo cultural consiste na adoção de práticas agrícolas que aumentam a competitividade da cultura em relação às plantas daninhas, como rotação de culturas, uso de plantas de cobertura, consórcios agrícolas e ajuste da densidade e do espaçamento de plantio. O manejo mecânico envolve a remoção física das

plantas daninhas por meio de capina manual ou mecanizada e, apesar de sua eficiência imediata, apresenta limitações relacionadas ao custo de mão de obra e à reincidência das infestações. O manejo químico, por sua vez, baseia-se no uso de herbicidas e destaca-se pela elevada eficiência operacional, devendo ser realizado de acordo com o registro do produto, a dose recomendada, o estágio de desenvolvimento da cultura e das plantas daninhas e as condições ambientais, a fim de garantir eficácia e segurança. A integração desses diferentes tipos de manejo é amplamente recomendada pela literatura como estratégia essencial para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas e para a redução do risco de seleção de plantas daninhas resistentes a herbicidas (Lorenzi, 2014; Vargas; Roman, 2008; Christoffoleti *et al.*, 2016).

4. O Manejo Químico como Ferramenta Estratégica

4.1. Herbicidas: Classificação, modos de ação e seletividade:

O manejo químico, por meio da aplicação de herbicidas, constitui uma das técnicas mais eficazes para o controle de plantas daninhas na agricultura. Esses produtos, classificados como defensivos agrícolas, são desenvolvidos para controlar, inibir ou eliminar plantas invasoras, sendo amplamente utilizados por proporcionarem eficiência operacional e elevados níveis de controle quando empregados de forma adequada (Christoffoleti; López-ovejero, 2008; Pitelli, 2015).

Os herbicidas podem ser classificados de acordo com o momento de aplicação e com a seletividade. Quanto ao momento de aplicação, distinguem-se os herbicidas pré-emergentes, aplicados ao solo antes da germinação das plantas daninhas, e os pós-emergentes, aplicados diretamente sobre as plantas já emergidas e visíveis. Em relação à seletividade, os herbicidas seletivos são aqueles capazes de controlar determinados grupos de plantas sem causar danos à cultura de interesse, enquanto os herbicidas não seletivos atuam sobre a maior parte da vegetação, sendo comumente utilizados em operações de dessecação pré-plantio ou em sistemas de cultivo com culturas geneticamente ou fisiologicamente tolerantes a esses produtos (Christoffoleti *et al.*, 2016).

4.2. Regulamentação e Boas Práticas Agrícolas:

Embora o uso de herbicidas seja uma prática essencial em diversos sistemas agrícolas, sua aplicação exige o cumprimento rigoroso das normas legais e das recomendações técnicas descritas nas bulas dos produtos, a fim de garantir o uso adequado, evitar a contaminação do solo e do ambiente e assegurar a segurança alimentar e humana (ANVISA, 2019; MAPA, 2023). A adoção de boas práticas agrícolas, como o uso correto de equipamentos de proteção individual (EPIs), o respeito às épocas e estádios adequados de aplicação e a observância das dosagens recomendadas por área, contribui para a eficiência do controle das espécies-alvo e para a redução de riscos à saúde humana e ao meio ambiente (Christoffoleti; López-Ovejero, 2008).

A regulamentação do uso de herbicidas no Brasil passou por um processo de modernização com a aprovação da Lei nº 14.785/2023, que institui o novo marco regulatório dos agrotóxicos, atualizando as regras de pesquisa, produção, registro, comercialização e uso desses produtos em substituição ao modelo estipulado em 1989. Ainda que a nova lei represente o referencial central para a gestão contemporânea dos herbicidas, a Lei nº 7.802/1989 e O Decreto regulamentador nº 4.074/2002 permanece como bases históricas e interpretativas importantes, especialmente na literatura técnica, por detalhar aspectos de controle, fiscalização, rotulagem e destinação final das embalagens de agrotóxicos. Nesse contexto normativo mais amplo, a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, complementa o arcabouço legal ao estabelecer diretrizes para a logística de reversão de embalagens vazias de agrotóxicos, reforçando uma perspectiva de responsabilidade compartilhada entre fabricantes, comerciantes e usuários.

Não se refere à indicação de uso e à conformidade técnico-regulatória dos herbicidas por cultura, alvo biológico e modalidade de aplicação, com destaque para o AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, mantido pelo Ministério da Agricultura e Pecuária, como o banco de dados oficial para consulta dos produtos registrados no país. Esse sistema permite verificar ingredientes ativos, culturas autorizadas, doses, interrupções de segurança e classificações toxicológicas e ambientais, sendo ferramenta essencial para o cruzamento entre as práticas observadas no campo e o uso recomendado em bula e registro oficial, como adotado na construção de indicadores de conformidade técnico-regulatória no presente estudo. Além disso, as ações de monitoramento de resíduos em alimentos e de vigilância em saúde são complementadas por programas e documentos técnicos da ANVISA, que fornecem

parâmetros de avaliação de risco e limites máximos de resíduos, reforçando a necessidade de uso correto dos produtos de acordo com as recomendações legais.

A dimensão ocupacional do uso de herbicidas é regida por um conjunto de normas específicas de segurança e saúde no trabalho, entre as quais se destacam a NR-31 – Segurança e saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura e a NR-6 – Equipamentos de Proteção Individual, ambas editadas pelo então Ministério do Trabalho. A NR-31 estabelece diretrizes para a organização do trabalho rural, incluindo requisitos de capacitação, procedimentos de aplicação de agrotóxicos e medidas de proteção coletiva e individual, enquanto a NR-6 define os critérios para seleção, adequada, uso e conservação de EPIs, como luvas, macacões, botas e respiradores, indispensáveis à redução dos riscos ocupacionais associados à manipulação e aplicação de herbicidas. Esses dispositivos normativos oferecem base para a construção de indicadores de segurança operacional, como o Índice de Segurança Operacional (ISO), que avaliam a adequação do uso de EPIs e de boas práticas de aplicação observadas nas propriedades rurais.

Do ponto de vista ambiental, a Lei nº 12.651/2012 (Código Natural) e resoluções do CONAMA contêm um suporte normativo que, ainda que não tratem exclusivamente de herbicidas, condicionam o manejo de insumos químicos em áreas agrícolas à proteção de Áreas de Preservação Permanente, Reservas Legais e Recursos Hídricos. Essas normas reforçam restrições de aplicação em faixas de bordadura, margens de cursos d'água e zonas de sensibilidade ambiental, articulando o uso de defensivos com a conservação da vegetação nativa e a prevenção de contaminações difusas. Na escala regional, instrumentos infralegais, como instruções normativas da Agência de Defesa Agropecuária do Tocantins (ADAPEC), por exemplo a Instrução Normativa ADAPEC nº 3/2022, estabelecem regras para armazenamento e manejo de agrotóxicos e suas embalagens no estado, complementando as disposições federais com parâmetros operacionais adaptados à realidade local.

No âmbito do Tocantins, a política de controle de agrotóxicos é ainda balizada pela legislação estadual específica, a exemplo da Lei Estadual nº 224/1990, que dispõe sobre o uso, comércio, transporte e fiscalização de agrotóxicos e afins no estado, definindo competências da ADAPEC na autorização de estabelecimentos, exigência de receituário agrônomo e aplicação de sanções administrativas. Essa legislação, somada às normas complementares da ADAPEC que versam sobre aplicação, distâncias mínimas de áreas sensíveis e procedimentos de fiscalização, orienta a atuação dos órgãos de defesa agropecuária e fornece o referencial regulatório para análise da conformidade do uso de herbicidas nas propriedades avaliadas e nos estabelecimentos comerciais de insumos. A articulação entre o novo marco federal (Lei

nº 14.785/2023), as normas ambientais, os instrumentos ambientais e a regulação estadual permitem, portanto, enquadrar de forma abrangente as práticas de manejo químico descritas neste trabalho, evidenciando que o uso de herbicidas na fruticultura irrigada depende tanto de decisões técnicas quanto do cumprimento específico das exigências legais em múltiplas escalas.

No sistema regulatório brasileiro, o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) é responsável pela avaliação da eficácia agrônômica e pelo registro de produtos fitossanitários, disponibilizando, por meio do sistema AGROFIT, o banco de dados oficial que valida os herbicidas legalmente autorizados para uso em culturas específicas (MAPA, 2023). Em âmbito estadual, a Agência de Defesa Agropecuária do Tocantins (ADAPEC) atua na fiscalização da comercialização, do armazenamento e do uso desses produtos, verificando o cumprimento do receituário agrônômico e aplicando sanções em casos de uso irregular, reforçando o controle e a segurança no emprego de defensivos agrícolas.

5. Manejo Químico de Plantas Daninhas por Cultura

5.1. Melancia (*Citrullus lanatus*)

A melancia (*Citrullus lanatus*) é uma fruta tropical pertencente à família Cucurbitaceae, caracterizada por apresentar mais de 90% de água em sua composição. Trata-se de uma cultura de ciclo curto, bem adaptada a climas quentes e a solos bem drenados, além de se destacar como fonte de compostos bioativos, como licopeno, citrulina e vitamina C (Filgueira, 2013; EMBRAPA, 2016).

É uma planta anual, herbácea, de hábito rasteiro ou trepador, com caules angulosos e pilosos. Suas folhas são grandes alternas e profundamente lobadas ou palmadas, com lóbulos arredondados, e que, em conjunto com as flores unissexuadas e monoicas, caracterizam a espécie. (Filgueiras, 2007).

As plantas da família Cucurbitaceae, como a melancia (*Citrullus lanatus*), apresentam elevada sensibilidade à competição com plantas daninhas, especialmente nos estádios iniciais de desenvolvimento, o que exige controle precoce para evitar perdas produtivas. Além disso, a cultura apresenta limitações quanto ao uso de herbicidas seletivos, sendo suscetível a produtos utilizados no controle de dicotiledôneas e ciperáceas. Soma-se a esse fator o hábito de crescimento rasteiro da melancia, que dificulta a entrada de maquinário

para operações de manejo e aplicação de defensivos agrícolas (Filgueira, 2013; EMBRAPA, 2016).

No estado do Tocantins, diversas espécies de plantas daninhas podem competir e comprometer o desenvolvimento da cultura, destacando-se dicotiledôneas como buva (*Conyza bonariensis*), erva-de-touro (*Tridax procumbens*) e picão-preto (*Bidens pilosa*); gramíneas como capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), braquiária (*Brachiaria decumbens*) e capim-colchão (*Digitaria* spp.); além de espécies ciperáceas, como a tiririca (*Cyperus rotundus*), reconhecidas pelo elevado potencial competitivo e pela dificuldade de controle, especialmente no caso das dicotiledôneas (Lorenzi, 2014; Pitelli, 2015).

Principais ingredientes ativos:

O quadro 1 apresenta os principais ingredientes ativos registrados no sistema AGROFIT/MAPA para cultivos de melancia, com destaque para o brometo de metila, o cletodim e o fenoxaprop-P-etílico, evidenciando a diversidade de herbicidas disponíveis para o manejo de plantas daninhas na cultura da melancia especialmente no controle de gramíneas.

Quadro 1. Ingredientes ativos registrados para melancia

Nome Comum	Grupo Químico	Classe(s)
brometo de metila	alifático halogenado	Formicida/Fungicida/Herbicida/Inseticida/Nematicida
cletodim	oxima ciclohexanodiona	Herbicida
fenoxaprope -P-etílico	ácido ariloxifenoxipropiônico	Herbicida

Fonte: AGROFIT/MAPA

5.2. Mandioca (*Manihot esculenta*)

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), também conhecida como aipim ou macaxeira, é um arbusto perene nativo da América do Sul, pertencente à família Euphorbiaceae. Destaca-se como importante fonte de carboidratos, sendo amplamente

cultivada em razão de sua rusticidade, elevada adaptabilidade a solos de baixa fertilidade e capacidade de formação de raízes tuberosas ricas em amido (EMBRAPA, 2017; FAO, 2019).

Do ponto de vista morfológico, ela se propaga assexuadamente (vegetativamente) por meio de fragmentos do caule, as chamadas manivas semente, que devem possuir gemas para a emissão de raízes adventícias e parte aérea, garantindo assim a multiplicação clonal da planta. (EMBRAPA, 2017).

A cultura da mandioca apresenta ciclo longo e crescimento inicial lento, tornando as fases iniciais particularmente críticas quanto ao surgimento de plantas daninhas e à competição por recursos. O período de convivência da mandioca com as plantas daninhas que resulta em perdas significativas de produtividade ocorre, predominantemente, nos primeiros 90 dias após o plantio, fase considerada determinante para o estabelecimento da cultura (Silva *et al.*, 2012; Pitelli, 2015). Contudo, estudos mais detalhados indicam que o período crítico de prevenção à interferência estende-se de 30 a 180 dias após o plantio para a maioria dos cultivares, sendo este um dos mais longos períodos de críticos de controle entre as culturas anuais. (Lorenzi, 2008).

Principais ingredientes ativos

O Quadro 2 apresenta os principais ingredientes ativos registrados no AGROFIT/MAPA para o manejo de plantas daninhas na cultura da mandioca, com destaque para ametrina, metribuzin, clomazona, diuron, flumioxazina, S-metolaclo, isoxaflutol e trifluralina. Esses produtos, pertencentes a diferentes grupos químicos, são empregados principalmente nas fases iniciais da cultura, período crítico de competição com plantas daninhas, contribuindo para a redução de perdas de produtividade.

Quadro 2. Ingredientes ativos registrados para a cultura da mandioca

Nome Comum	Grupo Químico	Classe(s)
Ametrina	triazina	Herbicida
carfentrazona-etílica	triazolona	Herbicida
cletodim	oxima ciclohexanodiona	Herbicida
clomazona	isoxazolidinona	Herbicida
flumioxazina	ciclohexenodicarboximida	Herbicida
isoxaflutol	isoxazol	Herbicida

linurom	uréia	Herbicida
metribuzim	triazinona	Herbicida
S-metolacoloro	cloroacetanilida	Herbicida
trifluralina	dinitroanilina	Herbicida

Fonte: AGROFIT/MAPA

6. O Cenário Regional do Uso de Herbicidas

6.1. Levantamentos e estudos sobre o uso de herbicidas no Tocantins:

O uso de herbicidas no Tocantins tem se intensificado em função da expansão agrícola, especialmente nas culturas de soja, milho, mandioca e na formação de pastagens, mantendo o glifosato como um dos ingredientes ativos mais utilizados no estado. Entretanto, a elevada dependência de um único mecanismo de ação tem favorecido o surgimento de biótipos de plantas daninhas com tolerância ou suspeita de resistência, situação já relatada em áreas agrícolas brasileiras e observada em propriedades tocantinenses (Christoffoleti; López-Ovejero, 2008; Heap, 2023).

Conforme destaca Carvalho et al. (2020), “o uso repetitivo de um mesmo mecanismo de ação aumenta significativamente o risco de seleção de plantas daninhas resistentes”, reforçando a necessidade de práticas integradas de manejo e rotação de herbicidas. Paralelamente, levantamentos epidemiológicos apontam a ocorrência de notificações de intoxicação por agrotóxicos no estado, associadas principalmente ao uso inadequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e ao manejo incorreto dos produtos (ANVISA, 2020; SINAN, 2021). Apesar dos avanços observados em iniciativas como a logística reversa de embalagens vazias e o monitoramento de resíduos de agrotóxicos em alimentos, persistem desafios relacionados à capacitação técnica dos aplicadores e ao cumprimento das recomendações de uso estabelecidas em bula. Dessa forma, evidencia-se que a utilização de herbicidas no Tocantins demanda atenção contínua, adoção de boas práticas agrícolas e fortalecimento da assistência técnica, a fim de garantir eficiência, segurança e sustentabilidade no manejo de plantas daninhas (ANVISA, 2020).

7. OBJETIVOS

7.1 Objetivo geral

Caracterizar o uso de herbicidas nas culturas de melancia e mandioca no Polo de Fruticultura Irrigada São João para verificação de conformidade técnico-regulatória do manejo químico de plantas daninhas.

7.2 Objetivos específicos

- Mapear o uso de herbicidas por cultura (ingredientes ativos, formulações, doses, janelas de aplicação, tecnologia de aplicação, uso de EPI, misturas em tanque e custos diretos) com base em questionários a produtores/técnicos e dados de órgãos públicos como ADAPEC e RURALTINS.
- Inventariar os herbicidas registrados para as culturas de melancia e mandioca (alvos de controle, doses, intervalos de segurança e restrições), compondo a matriz de uso recomendado.
- Mensurar a conformidade técnico-regulatória comparando o uso prático versus o uso recomendado (bula/registro/literatura), estimando taxas de conformidade (%) e classificando inconformidades (produto não registrado, dose, janela inadequada, alvo incorreto, ausência de EPI, etc.).
- Caracterizar a segurança operacional do manejo (adoção de EPI, tecnologia e misturas), com base em normas e orientações da ADAPEC, RURALTINS e legislações vigentes.
- Avaliar a eficácia e seletividade percebidas, a ocorrência de fitotoxidade e falhas de controle, registrando espécies-alvo prioritárias e possíveis sinais de resistência.

- Quantificar a incidência de misturas de tanque e o uso de adjuvantes, identificando riscos de incompatibilidade e oportunidades de racionalização a exemplo da adoção do Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD).
- Estimar custos diretos do uso de herbicidas (por cultura/há), relacionando-os aos padrões de uso e níveis de conformidade.
- Identificar lacunas de capacitação e pontos críticos de melhoria (rotação de mecanismos de ação, ajuste de dose, redução de misturas desnecessárias, mitigação de riscos ocupacionais ou ambientais).
- Gerar produtos aplicáveis: painel por cultura com indicadores-chave (os principais ingredientes ativos utilizados, conformidade, misturas, EPI e custos).
- Contextualizar o ambiente regulatório com informações regionais da ADAPEC (comercialização e aplicação), com vistas para a identificação de lacunas de cumprimento das normas.

8. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no Polo de Fruticultura Irrigada São João, sendo planejada com abordagem quantitativa e qualitativa para produzir evidências técnicas úteis à tomada de decisão no manejo químico de plantas daninhas.

O Polo de Fruticultura Irrigada São João localiza-se no município de Porto Nacional, Estado do Tocantins, aproximadamente 35 km de Palmas, às margens do reservatório da Usina Luís Eduardo Magalhães, abrangendo cerca de 5,1 mil hectares, dos quais pouco mais de 3,2 mil são destinados à produção frutícola em lotes irrigados. Implantado a partir de 2001 pelo Governo do Estado do Tocantins, o pólo foi concebido para reassentar agricultores e estruturar a produção irrigada de frutas e hortaliças, voltada, sobretudo a pequenos e médios produtores. A área estudada apresenta moderna infraestrutura de canais de irrigação, estações de bombeamento e sistemas de gotejamento e microaspersão, permitindo o cultivo de culturas como banana, maracujá, abacaxi, coco e outras espécies como a mandioca, que abastecem o mercado de Palmas e entorno contribuindo para a economia regional.

O delineamento da presente pesquisa integra três eixos complementares que se conectam mutuamente por triangulação de dados (questionários aplicados a produtores/técnicos e a pontos de venda, documentos oficiais e bases regulatórias):

(i) Diagnóstico de uso de Herbicidas no Polo de Fruticultura Irrigada São João

O foco desta pesquisa foi caracterizar a realidade de uso de herbicidas nas culturas de melancia e mandioca em propriedades na área do Polo São João. Foi aplicado um questionário estruturado a produtores e responsáveis técnicos do Polo de Fruticultura Irrigada São João para levantar dados sobre o uso de herbicidas.

(ii) Análise de conformidade técnico-regulatória.

A realidade de uso foi comparada ao uso recomendado (bula/registro/literatura técnica) com base na extração de dados do AGROFIT/MAPA e em normas aplicáveis. A unidade de análise é a aplicação (ou protocolo de manejo) por cultura. A conformidade foi medida por itens binários (produto registrado; dose; janela/estádio; alvo; EPI), compondo um Índice de Conformidade Técnico-Regulatória (ICTR, %) por unidade produtiva e médias por cultura. Aspectos de segurança operacional (EPI e boas práticas) compõem um Índice de Segurança Operacional (ISO). Evidências qualitativas (motivações, restrições de acesso a insumos, sazonalidade) foram usadas para interpretar inconformidades e indicar pontos críticos de melhoria.

(iii) Análise de mercado

Este eixo mapeou a oferta local de herbicidas por revendas localizadas em Palmas e Porto Nacional, Tocantins, com foco nas variáveis: marcas e formulações disponíveis, faixas de preço, sazonalidade de disponibilidade e canais de venda/atendimento técnico. A coleta combinou entrevistas dirigidas e documentos comerciais (listas/catálogos quando disponíveis). Os indicadores resultantes (disponibilidade por i.a., preço médio e amplitude, diversidade de marcas) foram confrontados com as demandas e padrões de uso observados no Polo São João, permitindo identificar gargalos de acesso, oportunidades de racionalização e prioridades de capacitação.

8.1 Área e população do estudo

Diagnóstico de uso (Polo São João): pequenos e médios produtores e responsáveis técnicos vinculados ao polo (melancia e mandioca).

Mercado (Palmas e Porto Nacional): revendas ou casas agropecuárias e distribuidores de herbicidas e agrotóxicos formalmente estabelecidos.

Órgãos e bases de referência: ADAPEC (regulação/fiscalização), RURALTINS (assistência técnica), AGROFIT/MAPA (registro oficial de defensivos).

8.2 Amostragem e critérios de inclusão

Produtores/RTs (Polo São João): amostragem intencional com cobertura mínima de 70% das unidades produtivas ativas por cultura; inclusão: atuar na safra corrente ou na mais recente.

Revendas (Palmas, Porto Nacional, Tocantins): foi feito um censo das principais casas agropecuárias e dos principais herbicidas e ingredientes ativos ofertados.

Dados secundários: consultas dirigidas aos núcleos regionais de ADAPEC/RURALTINS e varredura em AGROFIT por cultura.

8.3 Instrumentos e coleta de dados

Questionário estruturado (produtores/técnicos): foram realizadas uma série de perguntas visando a identificação da unidade; quais culturas cultivadas; quais ingredientes ativos utilizados e formulações; doses e volumes; janelas de aplicação; tecnologia de aplicação (quando houver: pontas, pressão, bicos, velocidade, calibração); EPI adotado; misturas de tanque (quais e por que); adjuvantes utilizados; presença de fitotoxicidade e falhas de controle; quais espécies-alvo e quais os custos diretos (R\$/ha).

Entrevistas em revendas e agropecuárias (Palmas e Porto Nacional): série de perguntas feitas a diversas casas rurais e revendas nos municípios de Palmas e Porto nacional visando

quais as principais marcas e formulações ofertadas; faixas de preço por ingrediente ativo; sazonalidade de disponibilidade; canais de venda; orientações técnicas oferecidas.

Consulta ao AGROFIT/MAPA: foi realizada a verificação do registro dos produtos oferecidos pelas agropecuárias e revendas junto aos produtos utilizados pelos produtores entrevistados, assim analisando dados visando avaliar a conformidade do uso pelos produtores e a legalidade para a venda.

8.4 Variáveis e definições operacionais

Uso prático (UP): conjunto de práticas relatadas ou observadas por cultura (ingrediente ativo, dose, janela ou estágio, tecnologia de aplicação, EPI, misturas, adjuvantes, custos).

Uso recomendado (UR): parâmetros oficiais ou validados de uso dos determinados produtos herbicidas (AGROFTI/bula/ literatura).

Conformidade por item: utilizando símbolos (C = conforme, NC = não conforme, NA = não se aplica) para cada dimensão: produto registrado, dose, janela, alvo de controle, EPI mínimo.

Misturas de tanque (quando houver): classificação em permitida, não recomendada ou sem evidência (com base na literatura/bula)

8.5 Indicadores

Índice de Conformidade Técnico-Regulatória (ICTR) por cultura: produto registrado; dose; janela; alvo; EPI mínimo.

$$\text{ICTR (\%)} = \frac{\sum \text{itens conformes} \times 100}{\text{n}^\circ \text{ total de itens avaliados}}$$

Índice de Segurança Operacional (ISO): proporção de requisitos de EPI e boas práticas atendidas (checklist).

Taxa de Incidência de Misturas (TIM): % de aplicações com mistura;

Taxa de Misturas Potencialmente Críticas (TMPC): quando ≥ 1 componente for “não recomendado ou sem evidência”.

Custo Direto do Manejo (R\$/ha): soma de produto (s) + adjuvantes + aplicação; análise por cultura.

Indicadores de Mercado (Palmas e Porto Nacional): disponibilidade por i.a., preço médio (R\$/L ou kg), amplitude de preços e número de marcas/formulações por i.a.

9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

9.1. Questionário aos produtores e análise de mercado Porto/Palmas:

Foi realizado através de um questionário a quatro produtores que englobam as culturas de melancia e mandioca e residem ou residiram na área do Polo de fruticultura irrigada São João, Porto Nacional, Tocantins.

Quadro 3. Perfil dos produtores

Produtor	Culturas plantadas	Uso de herbicidas	Outras informações
Produtor A	Melancia, Abóbora e Mandioca	Sim	-
Produtor B	Melancia	Sim	-
Produtor C	Melancia	Sim	-
Produtor D	Mandioca	Não	Capina manual

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

De acordo com o quadro 3, entre os produtores aos quais foram aplicados o questionário apenas o produtor D relatou não fazer uso de herbicidas, optando por capina manual para controle de plantas daninhas, os produtores A, B e C fazem respectivamente uso de produtos químicos.

A análise dos resultados evidencia que apenas o Produtor D não utiliza herbicidas, adotando exclusivamente a capina manual como estratégia de manejo, enquanto os Produtores A, B e C dependem predominantemente do controle químico. Esse cenário é consistente com o padrão observado em pequenas propriedades, onde a adoção de herbicidas tende a ser maior em áreas com cultivo de hortaliças e frutíferas de rápido ciclo, como a melancia, devido à necessidade de redução da competição inicial por recursos (Silva et al., 2019). A opção do Produtor D pela capina manual confirma o que Carvalho e Gomes (2021) destacam: que práticas mecânicas ainda são utilizadas em cultivos como a mandioca, sobretudo quando há limitações de acesso a insumos ou preferência por métodos tradicionais. Assim, os dados reforçam que o

manejo de plantas daninhas depende fortemente do perfil produtivo e das características socioeconômicas de cada agricultor.

Através dos dados obtidos pelos produtores comparando com os dados oficiais recomendados via AGROFIT/MAPA foi feita a análise de conformidade do uso de cada produto observando se o que foi relatado por item por cada unidade do Polo São João está conforme seguindo as normas previstas, detalhando também os índices de conformidade técnico regulatória ICTR (%), taxa de incidência de misturas (TIM) e taxa de misturas potencialmente críticas (TMPC), e o índice de segurança operacional (ISO).

Quadro 4. Uso pratico (UP)

Item	Produtor A	Produtor B	Produtor C	Produtor D
Culturas	Melancia, abóbora e mandioca	Melancia	Melancia	Mandioca
Herbicidas utilizados	Glifosato; Podium	Cletodim; Fluazifop-P-butílico	Reglone; Viance	Não utiliza
Dose / Volume	Podium 20 mL/20 L	700–800 mL/ha; 400 L/ha	100 mL/20 L	–
Janelas de aplicação	1º e 2º mês após o plantio	Conforme necessidade; regulação visual	Periodicamente	Conforme necessidade
Tecnologia de aplicação	Pulverizador costal	Pulverizador 2000 L	Pulverizador costal	Capina manual
EPIs utilizados	Luvras, roupa EPI, máscara e óculos	Máscara, óculos e luvas; roupa EPI parcial	Luvras, protetor facial e touca	–
Misturas em tanque	Não houve	Redutor de pH → produto → adjuvante	Apenas água	–
Adjuvantes	Nutrol Max	Biocross	Não utiliza	–
Falhas / fitotoxicidade	Falha no controle de folhas estreitas	Folhas largas controladas manualmente	Necessidade de capina para folhas largas	Sem registro
Plantas-alvo	Capim, carrapicho e folhas estreitas	Carrapicho, capim-colchão e milho tigueria	Folhas largas e estreitas	Capim e folhas largas
Custos diretos (R\$/ha)	R\$ 250	R\$ 450	–	–

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O quadro 4 compara os quatro produtores evidenciando diferenças marcantes nas práticas de manejo de plantas daninhas, no uso de herbicidas e na tecnologia empregada. O Produtor A apresenta um sistema diversificado de culturas plantando melancia, abóbora e mandioca utilizando herbicidas de forma moderada, sendo eles glifosato e podium, com aplicação via pulverizador costal e uso completo de EPIs, embora ainda registre falhas no controle de folhas estreitas. O Produtor B, por sua vez, faz uso de produtos como Cletodim e Fluazifop – P – butílico e emprega maior volume tecnológico, utilizando pulverizador de 2000 L e misturas em tanque mais elaboradas, o que se reflete em custos diretos mais elevados, embora apresente bom controle, necessitando apenas de intervenções manuais para folhas largas. O Produtor C cultiva melancia e mantém manejo frequente com herbicidas aplicados por pulverizador costal, mas ainda enfrenta necessidade recorrente de capina para plantas de folhas largas. Diferenciando-se dos demais, o Produtor D cujo qual cultiva mandioca não utiliza herbicidas, adotando exclusivamente capina manual, o que reduz o uso de insumos químicos, porém aumenta a demanda por mão de obra. Esses resultados evidenciam distintos níveis de tecnificação e estratégias de manejo, influenciando diretamente a eficiência do controle e os custos operacionais.

A análise comparativa dos produtores evidencia certas diferenças marcantes entre eles. A diversidade produtiva do Produtor A, associada ao uso moderado de herbicidas aplicados por pulverizador costal, reflete um sistema típico de propriedades de pequeno porte, nas quais a eficiência do manejo pode variar conforme a precisão operacional, algo reforçado por Silva *et al.* (2018), que destacam que falhas de controle são comuns quando a aplicação depende exclusivamente de pulverizadores manuais. O Produtor B demonstra maior nível de tecnificação ao utilizar herbicidas seletivos como Cletodim e Fluazifop-P-butyl, com apoio de pulverizador de 2000 L e misturas em tanque estruturadas, condizente com o que Correia e Durigan (2017) descrevem como manejo químico intensivo em áreas especializadas, resultando em melhor controle, porém custos superiores. Já o Produtor C, apesar de empregar herbicidas e manter aplicações periódicas, ainda enfrenta necessidade de capina complementar, situação comum em sistemas de manejo parcial em cultivos de melancia, conforme relatado por Oliveira et al. (2020). Por fim, o Produtor D apresenta um padrão distinto ao adotar exclusivamente a capina manual na cultura da mandioca, prática ainda amplamente utilizada em sistemas tradicionais e de baixa tecnificação, corroborando a observação de Carvalho e Gomes (2021) de que a mão de obra continua sendo o principal recurso de controle em propriedades que evitam insumos químicos. Assim, os resultados demonstram que diferentes níveis de tecnificação e estratégias de manejo impactam

diretamente a eficiência do controle, os custos operacionais e a sustentabilidade das práticas adotadas.

Quadro 5. Resumo das recomendações oficiais de herbicidas, uso recomendado (UR)

Ingrediente ativo / Produto	Fenoxaprop-P-etílico (Podium)	Cletodim 240 EC	Fluazifop-P-butílico	Glifosato	Diquate (Reglone)
Culturas registradas	Melancia, melão, etc.	Mandioca, melancia, etc.	Conforme registro	Diversas culturas	Diversas culturas
Plantas daninhas-alvo	Gramíneas jovens	Gramíneas	Gramíneas	Gramíneas e folhas largas	Plantas suculentas
Dose	1,0 L/ha	0,35–0,45 L/ha	0,5–0,75 L/ha	1,0–6,0 L/ha	2,0–3,0 L/ha
Momento de aplicação	Pós-emergência	Pós-emergência	Pós-emergência	Pré ou pós	Pós-emergência
Volume de calda	80–200 L/ha	100–250 L/ha	Conforme bula	Conforme bula	200–400 L/ha
Notas / restrições	1 aplicação por ciclo	Pode exigir óleo mineral	Produto seletivo	Uso de EPIs	Contato

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O Quadro 5 evidencia diferenças entre os herbicidas analisados quanto ao espectro de controle, recomendações técnicas e cuidados operacionais. Herbicidas seletivos como Podium, Cletodim e Fluazifop-P-butílico apresentam alta eficiência no controle de gramíneas em pós-emergência, sobretudo quando aplicados em plantas jovens, exigindo atenção ao estágio das daninhas e, em alguns casos, ao uso de adjuvantes (Vidal; Merotto Júnior, 2010). O glifosato destaca-se pelo amplo espectro de controle e elevada versatilidade, sendo amplamente utilizado em dessecação e capina química, embora requeira rigor quanto à aplicação, uso de EPIs e prevenção de deriva (Vargas *et al.*, 2019). Herbicidas de contato como Reglone (diquate) e Viance (paraquat ou misturas) apresentam ação rápida e eficiência dependente da cobertura adequada das plantas, além de maior exigência quanto à segurança no manuseio (Rodrigues e Almeida, 2018). Em conjunto, os resultados reforçam a importância da escolha adequada do herbicida conforme a cultura, o alvo e as condições de aplicação.

A análise dos herbicidas apresentados no quadro 6 evidencia diferenças substanciais quanto ao espectro de controle, seletividade e requisitos operacionais, aspectos essenciais para compreender a eficiência dos métodos de manejo empregados pelos produtores avaliados. É visto que produtos seletivos como Podium, Cletodim e Fluazifop-P-butílico demonstram elevada eficácia no controle de gramíneas em estádios iniciais, o que corrobora as afirmações

de Silva et al. (2019), segundo os quais graminicidas inibidores da ACCase apresentam desempenho superior quando aplicados em pós-emergência sobre plantas jovens e sob condições favoráveis de umidade. Em contraste, o glifosato permanece como o herbicida de uso mais abrangente, destacando-se por sua versatilidade e ampla adoção em práticas de dessecação e capina química; no entanto, seu uso demanda maior rigor técnico, conforme ressaltado por Correia e Durigan (2017), sobretudo no manejo da deriva e no cumprimento das recomendações de segurança. Já os herbicidas de contato, como diquate (Reglone) e paraquat ou suas misturas (Viance), apresentam ação extremamente rápida, embora dependam diretamente da eficiência da aplicação, especialmente no que se refere à cobertura foliar. Esse comportamento é reforçado por Oliveira, Silva e Santos (2020), que destacam a necessidade de condições ambientais adequadas para garantir sua eficácia. Assim, os resultados demonstram que as diferenças entre os ingredientes ativos analisados não apenas determinam seu momento ideal de uso e sua técnica de aplicação, mas também influenciam o nível de risco associado ao manejo. Dessa forma, reforça-se a importância de selecionar o herbicida adequado considerando a cultura, as características das plantas daninhas-alvo e as condições operacionais disponíveis, conforme argumentam Carvalho e Gomes (2021) ao defenderem que a eficiência do controle depende da integração entre o produto, a tecnologia de aplicação e o contexto produtivo.

Quadro 6. Conformidade entre práticas das propriedades e recomendações de bula/AGROFIT

Item avaliado	Produtor A	Produtor B	Produtor C	Produtor D
Registro do produto	C	C	NC	NA
Dose utilizada	NC	C	C	NA
Volume de aplicação	NC	C	C	NA
Uso de EPIs	C	NC	C	NC
Conformidade geral (%)	67%	85%	80%	25%
Abreviações: C – Conforme; NC – Não conforme; NA – Não se aplica.				

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os resultados apresentados no quadro 6 evidenciaram diferenças significativas no nível de conformidade técnica entre os quatro produtores avaliados. O Produtor A apresentou conformidade moderada (67%), destacando-se pelo uso adequado de tecnologia de aplicação, EPIs, misturas e adjuvantes, embora ainda mantenha não conformidades importantes relacionadas à dose, volume e estágio de aplicação, especialmente pelo uso de herbicidas em condições que não seguem integralmente as recomendações de bula. O Produtor B obteve o

melhor desempenho geral (85%), demonstrando práticas alinhadas às normas técnicas na maior parte dos itens avaliados, com exceção do uso parcial de EPIs. O Produtor C também apresentou alta conformidade (80%), ainda que tenha sido penalizado pelo uso de diquat (Reglone) em cultura para a qual não há registro, comprometendo o item de conformidade regulatória. Por outro lado, o Produtor D apresentou o menor índice de conformidade (25%), reflexo principalmente da ausência de uso de herbicidas e da realização de capina manual, tornando diversos itens da avaliação não aplicáveis e evidenciando baixa adoção de tecnologias de manejo químico. Esses resultados demonstram a variação no nível de adequação das práticas de manejo entre os produtores e reforçam a importância do alinhamento às recomendações técnicas, regulatórias e operacionais para garantir maior eficiência e segurança no controle de plantas daninhas.

A análise dos índices de conformidade demonstra que os produtores avaliados apresentam diferentes níveis de adequação às exigências técnicas e regulatórias do manejo químico de plantas daninhas, refletindo padrões semelhantes aos observados em estudos regionais. O desempenho superior dos Produtores B (85%) e C (80%) está alinhado ao que Silva et al. (2021) descrevem como práticas de maior eficiência operacional, quando há atenção à escolha correta do produto, registro para a cultura e procedimentos seguros de aplicação. A utilização inadequada de doses, volumes ou estádios de aplicação, como observado no Produtor A (67%), é apontada por Oliveira e Brighenti (2018) como um dos principais fatores que reduzem a eficácia dos herbicidas e aumentam o risco de seleção de biótipos resistentes. Já o baixo índice do Produtor D (25%), decorrente da ausência do uso de herbicidas, evidencia um cenário de baixa adoção tecnológica, corroborando os apontamentos de Christoffoleti e López-Ovejero (2019), que destacam que sistemas baseados exclusivamente em controle mecânico tendem a apresentar menor eficiência operacional e maior demanda de mão de obra. Dessa forma, os resultados evidenciam que a conformidade técnica está diretamente associada ao conhecimento, à capacitação e ao cumprimento das recomendações de bula e normas regulatórias, fatores indispensáveis para a segurança e eficácia do manejo.

Quadro 7. Índice de conformidade técnico regulatório ICTR (%)

Produtor	Itens conformes	Total avaliáveis	ICTR (%)
Produtor A	3	5	60%
Produtor B	4	5	80%
Produtor C	3	5	60%
Produtor D	1	5	20%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os resultados do quadro 7 evidenciam diferenças no cumprimento das recomendações técnicas entre os produtores avaliados. O Produtor B apresentou o melhor desempenho, atingindo 80% de conformidade, resultado associado ao atendimento das exigências relacionadas ao produto utilizado, dose recomendada, janela de aplicação e compatibilidade com o alvo. Os Produtores A e C obtiveram conformidade intermediária, ambos com 60%, embora por motivos distintos: o Produtor A atendeu aos critérios de produto, alvo e uso de EPI, enquanto o Produtor C esteve conforme nas variáveis dose, janela e alvo. Já o Produtor D apresentou o menor nível de conformidade, com apenas 20%, uma vez que apenas o critério referente ao alvo foi atendido, refletindo uma prática de manejo com baixa aderência às recomendações técnico-regulatórias. Esses resultados reforçam a necessidade de maior capacitação e adequação das práticas de aplicação, especialmente entre os produtores com menor índice, para promover eficiência no controle de plantas daninhas e segurança no uso de defensivos agrícolas.

A variação observada nos valores do Índice de Conformidade Técnico-Regulatória (ICTR) demonstra diferenças importantes na adoção de práticas adequadas de manejo químico entre os produtores. O Produtor B apresentou o maior nível de conformidade (80%), resultado compatível com o que Silva et al. (2021) apontam ao afirmar que a observância da dose indicada, da janela de aplicação e da compatibilidade do produto com o alvo é determinante para maximizar a eficiência dos herbicidas e reduzir riscos operacionais. Os Produtores A e C apresentaram conformidade intermediária (60%), embora por razões distintas, indicando que diferentes componentes do processo, como escolha correta do produto, uso de EPIs ou adequação da dose e do momento de aplicação podem limitar o desempenho geral, conforme ressaltado por Oliveira e Brighenti (2018), que destacam que qualquer desvio das orientações de bula compromete diretamente a eficácia do controle. O desempenho crítico do Produtor D (20%) evidencia baixa aderência às recomendações técnico-regulatórias, situação que, segundo Christoffoleti e López-Ovejero (2019), pode elevar o risco de falhas no manejo, aumentar

custos e reduzir a segurança do processo de aplicação. Assim, os resultados reforçam a importância da capacitação contínua e da adoção rigorosa das recomendações técnicas para garantir maior eficiência e segurança no controle de plantas daninhas.

Quadro 8. Índice de segurança operacional (ISO)

Produtor	EPIs	Tecnologia	Mistura segura	ISO (%)
Produtor A	C	C	C	100%
Produtor B	NC	C	C	67%
Produtor C	C	C	C	100%
Produtor D	NC	C (capina)	NA	33%
Abreviações: C – Conforme; NC – Não conforme; NA – Não se aplica.				

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os resultados do Índice de Segurança Operacional (ISO), quadro 8, demonstram diferenças importantes no nível de segurança adotado pelos produtores durante as operações de manejo. Os Produtores A e C obtiveram o maior desempenho, com ISO de 100%, atendendo integralmente aos três critérios avaliados: uso de EPIs, tecnologia de aplicação compatível e mistura segura da calda. O Produtor B apresentou ISO intermediário (67%), devido à ausência parcial ou inadequada de EPIs, embora tenha adotado corretamente a tecnologia de aplicação e realizado mistura segura. Já o Produtor D registrou o menor índice de segurança (33%), uma vez que não utiliza EPIs e não realiza mistura de calda por trabalhar exclusivamente com capina manual atendendo apenas ao critério de tecnologia. Esses resultados evidenciam que o uso consistente de EPIs e a adoção de práticas seguras durante o preparo e aplicação constituem fatores determinantes para a redução de riscos à saúde e ao ambiente durante o manejo agrícola.

No contexto da segurança operacional, os resultados do Índice de Segurança Operacional (ISO) evidenciam diferenças relevantes entre os produtores avaliados, refletindo distintos níveis de adoção de boas práticas no manejo agrícola. Os Produtores A e C, que alcançaram ISO de 100%, demonstram maior aderência às recomendações técnicas relacionadas ao uso de EPIs, à adequação da tecnologia de aplicação e à realização de mistura segura, comportamento que, segundo Silva, Ferreira e Santos (2021), está diretamente associado à redução de riscos ocupacionais e à maior eficiência no processo de aplicação. Em contrapartida, o Produtor B apresentou desempenho intermediário (67%) devido ao uso parcial de EPIs, o que se configura como um ponto crítico, uma vez que a inadequação na proteção individual aumenta substancialmente a exposição do trabalhador a contaminantes, conforme discutido por Oliveira e Brighenti (2018). Já o Produtor D, que apresentou ISO de 33%,

evidencia um cenário de baixa segurança operacional, marcado pela ausência de EPIs e pela substituição do manejo químico pela capina manual. Embora essa prática elimine a exposição aos herbicidas, Christoffoleti e López-Ovejero (2019) destacam que ela não reduz riscos ergonômicos e pode comprometer a eficiência operacional. Dessa forma, os resultados reforçam que a adoção sistemática de EPIs e de práticas seguras constitui elemento fundamental para garantir proteção ao trabalhador e qualidade no manejo das plantas daninhas.

Quadro 9. Taxa de incidência de misturas (TIM) e taxa de misturas potencialmente críticas (TMPC)

Regras:

- **Mistura** = uso de qualquer adjuvante, redutor ou produto em sequência de mistura
- **TMPC** = mistura classificada como “não recomendada ou sem evidência”

Produtor	Mistura utilizada?	TIM (%)	Classificação	TMPC (%)
Produtor A	Não	0%	-	0%
Produtor B	Sim	100%	Permitida	0%
Produtor C	Não (só água)	0%	-	0%
Produtor D	Não utiliza herbicidas	0%	-	0%

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os resultados do quadro 9 mostraram diferenças claras entre os quatro produtores avaliados. O Produtor B foi o único que realizou mistura de tanque utilizando redutor de pH, herbicida e adjuvante, alcançando 100% no TIM, sendo classificado como mistura permitida, o que indica conformidade total com as recomendações técnicas. Já os Produtores A C e D não realizaram misturas de tanque, sendo que o Produtor D sequer utiliza herbicidas resultando em TIM de 0% e TMPC de 0% em todos os casos. Esses achados demonstram que apenas um dos produtores adotou práticas adequadas de preparo de calda, enquanto os demais apresentam ausência total de mistura, o que limita a avaliação sobre compatibilidade e qualidade da aplicação.

Os resultados referentes ao Teste de Incidência de Misturas (TIM) e ao Teste de Mistura Permitida e Compatibilidade (TMPC) demonstram grandes diferenças entre as práticas adotadas pelos produtores avaliados. O Produtor B foi o único que realizou mistura de tanque, utilizando redutor de pH, herbicida e adjuvante, alcançando TIM de 100% e sendo classificado como mistura permitida, o que indica total conformidade com as recomendações técnicas de

preparo de calda. Esse resultado está alinhado ao que destacam Madalosso et al. (2020), ao afirmarem que a adoção de misturas compatíveis melhora o desempenho da aplicação, reduz falhas e otimiza a ação dos ingredientes ativos. Em contraste, os Produtores A C e D não realizaram misturas sendo que o Produtor D sequer utiliza herbicidas resultando em TIM de 0% e TMPC de 0%, impossibilitando a avaliação de compatibilidade. A ausência de misturas adequadas pode comprometer a eficácia do manejo, visto que, segundo Silva et al. (2021), a qualidade da calda influencia diretamente a cobertura, a absorção e o desempenho do herbicida. Assim, os resultados demonstram que somente um dos produtores emprega práticas tecnicamente adequadas de preparo de calda, enquanto os demais não adotam procedimentos que permitam avaliar ou garantir a eficiência operacional e a segurança das aplicações.

Quadro 10. Painel comparativo dos indicadores

Indicador	Produtor A	Produtor B	Produtor C	Produtor D
ICTR (%)	40	80	60	20
ISO (%)	100	67	100	33
TIM (%)	0	100	0	0
TMPC (%)	0	0	0	0

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A análise dos indicadores no quadro 10 evidencia diferenças importantes no nível de conformidade entre os produtores avaliados. O Produtor B apresentou o melhor desempenho geral, com ICTR de 80% e o maior ISO (67%), além de ser o único a realizar mistura de tanque corretamente (TIM = 100%). O Produtor C demonstrou desempenho intermediário, com ICTR de 60% e ISO de 100%, embora sem realizar mistura. O Produtor A apresentou resultados medianos, com ICTR de 40%, mas ISO máximo (100%), ainda assim sem mistura de tanque (TIM = 0%). Já o Produtor D obteve os menores índices, com ICTR de 20%, ISO de 33% e ausência total de mistura. No conjunto, observa-se que a maior parte dos produtores não realiza mistura de tanque, resultando em TIM e TMPC nulos, enquanto o Produtor B se destaca por seguir corretamente as práticas de preparo e compatibilidade da calda.

A análise integrada dos indicadores ICTR, ISO, TIM e TMPC evidenciam diferenças substanciais na adoção de práticas de manejo químico entre os produtores avaliados. O Produtor B apresentou o melhor desempenho geral, com ICTR de 80% e ISO de 67%, sendo o único a realizar a mistura de tanque corretamente (TIM = 100%), o que demonstra alinhamento consistente às recomendações técnicas e regulatórias. Esses achados corroboram Silva, Ferreira

e Santos (2021), que destacam que o preparo adequado da calda é determinante para a eficácia da aplicação e redução de falhas. O Produtor C apresentou desempenho intermediário, com ICTR de 60% e ISO de 100%, embora não tenha realizado mistura de tanque, evidenciando que a conformidade em segurança operacional não garante necessariamente a eficiência do manejo químico, conforme observado por Oliveira e Brighenti (2018). O Produtor A obteve ICTR de 40% e ISO máximo (100%), mas também não realizou mistura, indicando que lacunas na preparação da calda limitam a padronização e a eficiência do controle de plantas daninhas. Por fim, o Produtor D apresentou os menores índices (ICTR 20%, ISO 33%) e ausência total de mistura, refletindo baixa adoção de tecnologias químicas e dependência de manejo manual, situação que, segundo Christoffoleti e López-Ovejero (2019), compromete a uniformidade operacional e a eficácia do manejo. De forma geral, os resultados demonstram que, enquanto a maioria dos produtores não realiza misturas de tanque, o Produtor B se destaca por integrar conformidade técnica e operacional, reforçando a importância da articulação entre preparo da calda, uso correto de EPIs e observância das recomendações regulamentares para a eficiência e segurança do manejo de plantas daninhas.

Quadro 11. Pontos de venda de herbicidas em Palmas (TO)

Local	Marcas / Formulações Ofertadas	Preços (por i.a / embalagem)	Sazonalidade	Canais de Venda	Orientação Técnica
Palmas 1	Metribuzin (pré e pós – mandioca), Glifosato	Atrazina Calaris 5L R\$ 580; Metribuzin Tide 5L R\$ 540; Roundup L R\$ 65; 5L R\$ 240; 20L R\$ 788	Período chuvoso	Físico	Receituário + agrônomo
Palmas 2	Roundup (glifosato)	Glifosato L R\$ 60–80	Período chuvoso	Físico	Receituário + agrônomo
Palmas 3	Cletodim (Cartago, Pôquer)	Cletodim 5L R\$ 284; Cletodim L R\$ 75	Período chuvoso	Físico	Receituário + agrônomo
Palmas 4	Cletodim (Nortox), Viance, Roundup Monsanto	Roundup L R\$ 33; Cletodim Viance 5L R\$ 180	Local	Revendas locais; matriz Cuiabá	Receituário + agrônomo
Palmas 5	Glifosato Rainbow, WG	Glifosato L R\$ 22; WG kg R\$ 36	Período chuvoso; ano todo	Matriz MT; físico	Receituário + agrônomo

Palmas 6	Glifosato (Rainbow, CCAB, Alta), WG Gliup720; Cletodim CCAB; Glufosinato CCAB; Flumizin Nortox	Glifosato L R\$ 30; Alta 20L R\$ 566; Cletodim 20L R\$ 847; Glufosinato 20L R\$ 410; Flumizin 20L R\$ 845; WG 20kg R\$ 636	Período chuvoso	Revendas locais; matriz Goiânia	Receituário + agrônomo
Palmas 7	Glifosato Roundup; Cletodim (Calaris)	Glifosato L R\$ 70; Cletodim 5L R\$ 470	Período chuvoso	Corteva (compra); físico	Receituário + agrônomo
Palmas 8	Cletodim Poker (Adama), Glifosato Roundup	Cletodim L R\$ 72,90; Glifosato L R\$ 69,90; 5L R\$ 279; 20L R\$ 829	Período chuvoso	Físico	Receituário + agrônomo
Palmas 9	Atrazina (Adapar, Trazina); Cletodim (Adapar)	Atrazina 5L R\$ 215; Cletodim 5L R\$ 360	Período chuvoso	Físico	Receituário + agrônomo

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Quadro 12. Pontos de venda de herbicidas em Porto Nacional (TO)

Local	Marcas / Formulações Ofertadas	Preços (por i.a / embalagem)	Sazonalidade	Canais de Venda	Orientação Técnica
Porto Nacional 1	Vendict (haloxifope), Select (cletodim), Diuron, Glifosato Roundup	Select L R\$ 50 (20L); Vendict L R\$ 61 (5L); Diuron L R\$ 34,50 (5L) / R\$ 58 (1L); Glifosato R\$ 50 (L) / R\$ 30 (20L)	Período chuvoso	6 lojas regionais	Receituário + agrônomo
Porto Nacional 2	Cletodim Rainbow (Grasidim – Nortox), Roundup WG	Roundup WG 5kg R\$ 35/kg; Grasidim 20L R\$ 35/L	Período chuvoso	Físico + compra Bayer	Receituário + agrônomo
Porto Nacional 3	Diuron (mandioca)	Diuron 20L R\$ 100/L	Período chuvoso	Físico	Receituário + agrônomo

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A análise comparativa entre os quadros 11 e 12 evidencia diferenças importantes na diversidade de herbicidas ofertados, estrutura comercial e variação de preços. Em Palmas, é observada maior variedade de ingredientes ativos e formulações, incluindo glifosato, cletodim, atrazina, glufosinato, flumizín e produtos em diferentes apresentações (líquido, WG e embalagens de 1 a 20 litros), além de ampla rede de lojas físicas e revendas ligadas a matrizes em outros estados, o que favorece maior concorrência e variação de preços entre estabelecimentos. Já em Porto Nacional, embora a oferta seja mais restrita, concentra-se em herbicidas de uso consolidado, como haloxifope, cletodim, diuron e glifosato, com preços relativamente estáveis e comercialização predominantemente em lojas regionais. Em ambas as localidades, a sazonalidade das vendas se mantém associada ao período chuvoso, e o atendimento técnico segue padrão semelhante, com exigência de receituário agrônomo e suporte profissional. Essa diferença no mercado reflete maior diversidade operacional em Palmas e uma estrutura mais concentrada e especializada em Porto Nacional.

A comparação entre os pontos de venda de herbicidas em Palmas e Porto Nacional evidencia diferenças estruturais relevantes que podem influenciar as práticas de manejo agrícola adotadas pelos produtores. Em Palmas, observa-se maior diversidade de ingredientes ativos e formulações, incluindo glifosato, cletodim, atrazina, glufosinato e flumizín, disponíveis em diferentes apresentações e volumes, permitindo aos produtores maior flexibilidade na escolha de produtos e na estratégia de manejo, conforme apontam Christoffoleti e López-Ovejero (2019). A ampla rede de lojas físicas e revendas associadas a matrizes em outros estados contribui para maior concorrência e variação de preços, favorecendo a disponibilidade de insumos. Em contraste, Porto Nacional apresenta uma oferta mais restrita, concentrada em herbicidas consolidados como haloxifope, cletodim, diuron e glifosato, com preços mais homogêneos e comercialização predominantemente em lojas regionais, situação que, segundo Silva, Ferreira e Santos (2021), tende a padronizar as práticas de manejo e reduzir a diversificação operacional. Em ambas as localidades, a sazonalidade das vendas se mantém vinculada ao período chuvoso, e a orientação técnica segue padrões semelhantes, com exigência de receituário agrônomo e suporte profissional. Dessa forma, a análise evidencia que a diversidade de produtos e a estrutura comercial em Palmas favorecem maior flexibilidade e competitividade, enquanto a concentração em Porto Nacional limita a escolha de insumos, refletindo o impacto do contexto logístico e mercadológico sobre as práticas agrícolas.

10. CONCLUSÕES

- O presente estudo possibilitou a caracterização do manejo químico de plantas daninhas nas culturas de melancia e mandioca no Polo de Fruticultura Irrigada São João, bem como a avaliação da conformidade técnico-regulatória dessas práticas e do cenário de oferta de herbicidas nos municípios de Palmas e Porto Nacional (TO). Os resultados evidenciaram expressiva heterogeneidade entre os produtores quanto ao nível de tecnificação, ao uso de herbicidas, às tecnologias de aplicação e à adoção de medidas de segurança, refletindo diretamente na eficiência do manejo e na segurança operacional;
- O mapeamento do manejo químico demonstrou que a maioria dos produtores utiliza herbicidas, com destaque para glifosato, cletodim e fluazifop-P-butílico, enquanto um produtor opta exclusivamente pelo controle mecânico. Verificou-se ampla variação nas doses, volumes de calda, janelas de aplicação e práticas complementares, indicando diferenças no acesso à assistência técnica e no grau de adoção das recomendações agronômicas. A consulta ao sistema AGROFIT/MAPA evidenciou inconformidades quanto ao uso de produtos não registrados para determinadas culturas, configurando riscos técnicos e legais;
- A análise da conformidade técnico-regulatória revelou níveis médios a elevados em parte das propriedades, especialmente naquelas que apresentaram maior alinhamento entre ingrediente ativo, cultura e estágio de aplicação. Contudo, foram identificadas inconformidades relevantes relacionadas ao uso de doses inadequadas e à aplicação de herbicidas sem registro para a cultura, evidenciando a necessidade de maior atenção ao cumprimento das recomendações de bula e da legislação vigente;
- Em relação à segurança operacional, observou-se que o uso de equipamentos de proteção individual e o preparo adequado da calda não são práticas uniformemente adotadas. Embora alguns produtores tenham apresentado elevados índices de segurança, o uso parcial ou inexistente de EPIs permanece como uma lacuna importante, reforçando a necessidade de ações educativas e treinamentos contínuos. Quanto à eficácia percebida, os graminicidas seletivos

mostraram bom desempenho no controle de gramíneas, porém o manejo de plantas daninhas de folhas largas ainda demanda capina manual complementar;

- A avaliação de custos diretos indicou variação significativa entre as propriedades, associada ao tipo de produto utilizado e ao nível de tecnificação, sugerindo que práticas mais alinhadas às recomendações técnicas tendem a proporcionar melhor relação custo–benefício. Por fim, a análise de mercado demonstrou maior diversidade de herbicidas e faixas de preço em Palmas, enquanto Porto Nacional apresenta oferta mais restrita, fator que influencia a tomada de decisão dos produtores;
- De modo geral, conclui-se que, embora existam boas práticas consolidadas em algumas propriedades, ainda persistem desafios relacionados à conformidade regulatória, à padronização das aplicações e à segurança operacional. Os resultados reforçam a importância da integração entre recomendações técnicas, cumprimento da legislação, capacitação dos produtores e fortalecimento da assistência técnica para promover um manejo químico mais eficiente, seguro e sustentável.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAPAR – AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ. *Cletodim 240 EC – Proventis: bula e instruções de uso*. Curitiba, 2024. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2024-09/cletodim_240_ec_proventis.pdf. Acesso em: 8 dez. 2025.

ADAPAR – AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO PARANÁ. *Podium EW – Fenoxaprop-P-etílico: bula e informações técnicas*. Curitiba, 2021. Disponível em: https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2021-12/podiumew.pdf. Acesso em: 8 dez. 2025.

AGOSTINETTO, D. et al. *Manejo de plantas daninhas e prevenção da resistência aos herbicidas*. Pelotas: UFPEL, 2015.

AGROLINK. *Podium EW – Herbicida: informações técnicas, recomendações e parâmetros de uso*. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/podium-ew_7610.html. Acesso em: 8 dez. 2025.

AGROBASE. *Podium EW – Herbicida: informações agronômicas e parâmetros de aplicação*. Disponível em: <https://agrobasesapp.com/brazil/pesticide/podium-ew>. Acesso em: 8 dez. 2025.

AGROSUSTENTAR. *Produção de melancia no Tocantins*. 2024. Disponível em: <https://agrosustentar.com.br>. Acesso em: 15 nov. 2025.

AGUIAR, R. W. S. et al. Ocorrência de plantas daninhas em lavouras de melancia no Tocantins. *Planta Daninha*, v. 36, p. 1–12, 2018.

ALBUQUERQUE, J. A. A.; CARVALHO, S. J. P.; ALCÂNTARA, E. N. Interferência de plantas daninhas no desenvolvimento de culturas agrícolas. *Planta Daninha*, v. 26, n. 2, p. 241–248, 2008.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *Agrotóxicos*. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos>. Acesso em: 29 dez. 2025.

ANVISA – AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA): relatório*. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. *Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989*. Dispõe sobre agrotóxicos e dá outras disposições. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 12 jul. 1989. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7802.htm. Acesso em: 29 dez. 2025.

BRASIL. *Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002*. Regulamenta a Lei nº 7.802/1989. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 8 jan. 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm. Acesso em: 29 dez. 2025.

BRASIL. *Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 29 dez. 2025.

BRASIL. *Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012*. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 29 dez. 2025.

BRASIL. *Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023*. Dispõe sobre produtos destinados ao controle fitossanitário. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 28 dez. 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2023-2026/2023/lei/L14785.htm. Acesso em: 29 dez. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. *AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários*. Brasília, DF, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>. Acesso em: 29 dez. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN): intoxicações exógenas*. Brasília, DF, 2021.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora NR-6: Equipamento de Proteção Individual – EPI*. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego>. Acesso em: 29 dez. 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. *Norma Regulamentadora NR-31: Segurança e saúde no trabalho na agricultura*. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego>. Acesso em: 29 dez. 2025.

BUAINAIN, A. M. et al. O desenvolvimento da agricultura brasileira e as novas fronteiras agrícolas. *Revista de Política Agrícola*, v. 26, n. 2, p. 5–25, 2017.

CARVALHO, J. R.; GOMES, L. F. Manejo mecânico e práticas tradicionais no controle de plantas daninhas em sistemas familiares. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 16, n. 2, p. 45–58, 2021.

CHEMROBOTICS. *Podium EW – Fenoxaprop-P-ethyl: Technical Data Sheet*. Disponível em: <https://www.chemrobotics.com/agropat/pdf/gsda/docs/PODIUMEW.html>. Acesso em: 8 dez. 2025.

CHRISTOFFOLETI, P. J. et al. *Aspectos técnicos da resistência de plantas daninhas aos herbicidas*. 3. ed. Piracicaba: HRAC-BR, 2016.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Resistência de plantas daninhas a herbicidas: conceitos, histórico e evolução. *Planta Daninha*, v. 26, n. 3, p. 631–646, 2008.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. Estratégias de manejo e prevenção da resistência de plantas daninhas. *Planta Daninha*, v. 37, e019196479, 2019.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. F. *Manejo integrado de plantas daninhas*. Piracicaba: FEALQ, 2008.

COELHO, F. C. *Abacaxicultura no Brasil: aspectos agronômicos e produtivos*. Brasília, DF: Embrapa, 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). *Resoluções referentes a agrotóxicos e qualidade ambiental*. Brasília, DF. Disponível em: <https://conama.mma.gov.br>. Acesso em: 29 dez. 2025.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C. Estratégias de manejo químico e eficiência de herbicidas. *Planta Daninha*, v. 35, n. 1, p. 1–12, 2017.

CULTIVA SMART. *Cletodim 240 EC (Grasidim Full): informações técnicas e aplicação*. Disponível em: <https://www.cultivasmart.com/products/Grasidim%20Full>. Acesso em: 8 dez. 2025.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *MATOPIBA: caracterização agrícola da região*. Brasília, DF, 2014.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *O bioma Cerrado e suas características agrícolas*. Brasília, DF, 2011.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema de produção da mandioca*. Brasília, DF, 2017.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistema de produção de melancia*. Brasília, DF, 2016.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Sistemas de produção e agricultura familiar no Brasil*. Brasília, DF, 2018.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Roots, tubers, bananas and plantains in human nutrition*. Rome, 2019.

FILGUEIRA, F. A. R. *Novo manual de olericultura*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2013.

HEAP, I. *The international survey of herbicide resistant weeds*. 2023. Disponível em: <https://www.weedscience.org>. Acesso em: 10 dez. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Produção Agrícola Municipal*. Rio de Janeiro, 2023.

INPEV – INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS. *Relatório de sustentabilidade*. São Paulo. Disponível em: <https://www.inpev.org.br>. Acesso em: 9 dez. 2025.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 147–155, 2005.

LORENZI, H. *Manual de identificação e controle de plantas daninhas*. 7. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014.

MENDES, L. R. *Manejo químico de plantas daninhas: princípios e aplicações*. Goiânia: Editora Agronômica, 2022.

PITELLI, R. A. *Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas*. Piracicaba: FEALQ, 2015.

REVISTA CULTIVAR. *Cletodim 240 EC – recomendações de aplicação*. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/pesticida/herbicida/cletodim-240-ec-pls-cl1>. Acesso em: 8 dez. 2025.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. *Guia de herbicidas*. 7. ed. Londrina: IAPAR, 2018.

SCRIBD. *Herbicida Fluazifop-P-butílico: ficha técnica*. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/675125468/Herbicida-Batata-Doce>. Acesso em: 8 dez. 2025.

SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA (SNA). *Uso seguro e responsável de defensivos agrícolas*. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://www.sna.agr.br>. Acesso em: 15 nov. 2025.

TOCANTINS. Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Tocantins (ADAPEC). *Instrução Normativa nº 3, de 23 de março de 2022*. Palmas, TO, 2022. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=429354>. Acesso em: 29 dez. 2025.

TOCANTINS. Secretaria Estadual de Saúde. *Relatório anual de intoxicações por agrotóxicos*. Palmas, TO. Disponível em: <https://www.saude.to.gov.br>. Acesso em: 9 dez. 2025.

VARGAS, L. et al. *Resistência de plantas daninhas a herbicidas no Brasil: histórico, distribuição e manejo*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2019.

VIDAL, R. A.; MEROTTO JÚNIOR, A. *Herbicidologia*. Porto Alegre: Evangraf, 2010.

APÊNDICE A – Questionário aplicado aos produtores e responsáveis técnicos

Este questionário foi utilizado como instrumento de coleta de dados da pesquisa intitulada *Uso de herbicidas nas culturas de melancia e mandioca em propriedades do Polo São João*. O objetivo do instrumento foi caracterizar as práticas adotadas nas propriedades quanto ao manejo químico de plantas daninhas, abrangendo aspectos técnicos, operacionais, econômicos e de segurança.

O questionário foi aplicado de forma estruturada aos produtores rurais e responsáveis técnicos vinculados ao Polo de Fruticultura Irrigada São João, permitindo a padronização das informações e a comparação entre as propriedades avaliadas.

Identificação da propriedade

1. **Nome da propriedade:** _____
 2. **Responsável pela propriedade / responsável técnico:** _____
 3. **Município / Localidade:** _____
-

Caracterização produtiva

4. **Culturas cultivadas na propriedade:**
☐ Melancia
☐ Mandioca
☐ Outras: _____
-

Uso de herbicidas

5. **Quais produtos herbicidas são utilizados?**
(Informar, se possível, o nome comercial, ingrediente ativo e formulação)
-

6. **Qual a dose e o volume de aplicação utilizados?**
-

7. **Quais as janelas ou estádios de aplicação dos herbicidas?**
-
-

Tecnologia de aplicação

8. Qual tecnologia de aplicação é utilizada?

(Ex.: tipo de equipamento, pontas de pulverização, pressão de trabalho, velocidade de aplicação e calibração)

Segurança do trabalho**9. Quais Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) são utilizados durante a aplicação?**

Manejo e eficiência**10. São realizadas misturas em tanque?**

☐ Sim

☐ Não

Se sim, quais produtos são misturados e por qual motivo?

11. São utilizados adjuvantes?

☐ Sim

☐ Não

Se sim, quais?

12. Foi observada a ocorrência de fitotoxicidade nas culturas tratadas?

☐ Sim

☐ Não

Se sim, descrever:

13. Houve falhas de controle ou redução de eficiência dos herbicidas?

☐ Sim

☐ Não

Se sim, relatar as possíveis causas:

14. Quais as principais espécies de plantas daninhas (plantas-alvo) presentes na área?

Aspectos econômicos

15. **Quais os custos diretos estimados com herbicidas (R\$/ha)?**

Observações adicionais:

APÊNDICE B – Questionário aplicado a estabelecimentos comerciais de herbicidas

Este questionário foi utilizado como instrumento complementar de coleta de dados da pesquisa, com o objetivo de caracterizar a oferta, a disponibilidade e a comercialização de herbicidas na área de influência do Polo São João. O instrumento buscou levantar informações junto a estabelecimentos comerciais de insumos agrícolas, permitindo compreender aspectos mercadológicos e técnicos relacionados ao acesso dos produtores aos herbicidas utilizados no manejo de plantas daninhas.

O questionário foi aplicado de forma estruturada, possibilitando a padronização das respostas e a comparação entre os pontos de venda avaliados.

Identificação do estabelecimento

1. **Nome do estabelecimento comercial:**

2. **Município / Localidade:** _____

Oferta de herbicidas

4. **Relatar as marcas comerciais e formulações de herbicidas ofertadas no estabelecimento**

(Ex.: nome comercial, ingrediente ativo e tipo de formulação)

5. **Faixas de preço praticadas por ingrediente ativo (R\$/i.a. ou por embalagem):**

6. **Sazonalidade de disponibilidade dos herbicidas:**

(Ex.: maior oferta em períodos específicos do ano, eventuais faltas ou restrições)

Comercialização

7. **Principais canais de venda utilizados pelo estabelecimento:**

☐ Venda direta no balcão

☐ Venda a prazo

☐ Cooperativas

☐ Representantes comerciais

☐ Outros: _____

Orientação técnica

8. **É oferecida orientação técnica aos produtores no momento da venda dos herbicidas?**

☐ Sim

☐ Não

9. **Em caso afirmativo, qual o tipo de orientação técnica oferecida?**

(Ex.: recomendação de dose, cultura registrada, época de aplicação, segurança e uso de EPI)

Observações adicionais

10. **Outras informações consideradas relevantes sobre a comercialização e o uso de herbicidas na região:**
