

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

Manejo de poda e enraizamento de Cannabis (*Cannabis sativa* L.)

Matheus Marrazzo Fernandes
Magister Scientiae

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2025**

MATHEUS MARRAZZO FERNANDES

Manejo de poda e enraizamento de Cannabis (*Cannabis sativa* L.)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Ricardo H. Silva Santos

Coorientador: Diego Ismael Rocha

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2025**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

F363m
2025
Fernandes, Matheus Marrazzo, 1991-
Manejo de poda e enraizamento de cannabis (*Cannabis
sativa L.*) / Matheus Marrazzo Fernandes. – Viçosa, MG, 2025.
1 dissertação eletrônica (48 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndices.

Orientador: Ricardo Henrique Silva Santos.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Agronomia, 2025.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.747>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Cânhamo - Manejo. 2. Cânhamo - Propagação por
estaquia - Efeito dos hormônios. 3. Canabinóides. I. Santos,
Ricardo Henrique Silva, 1963-. II. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Agronomia. Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia. III. Título.

CDD 22. ed. 583.451634

MATHEUS MARRAZZO FERNANDES

Manejo de poda e enraizamento de Cannabis (*Cannabis sativa* L.)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 18 de junho de 2025.

Assentimento:

Matheus Marrazzo Fernandes
Autor

Ricardo Henrique Silva Santos
Orientador

Essa dissertação foi assinada digitalmente pelo autor em 12/11/2025 às 14:59:24 e pelo orientador em 12/11/2025 às 16:01:12. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **DY2Z.IC4Z.W9BJ** e clique no botão 'Validar documento'.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar a pós-graduação,
À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À APEPI por ter recebido a pesquisa com braços abertos, ter incentivado e feito possível ser com essa planta que é tão pouco aceita e estudada em nossa sociedade. Agradeço ao Marcos e a Margareth pela possibilidade e a todos que trabalham na fazenda que participaram de alguma forma desse projeto.

A Deus.

Aos meus pais.

Ao professor Ricardo meu orientador e aos coorientadores, Derly e Diego.

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

RESUMO

FERNANDES, Matheus Marrazzo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2025. **Manejo de poda e enraizamento de Cannabis (*Cannabis sativa* L.)**. Orientador: Ricardo Henrique Silva Santos. Coorientador: Diego Ismael Rocha.

O cultivo da espécie *Cannabis sativa* L., conhecida por sua grande aplicabilidade medicinal, cultural e industrial, enfrenta desafios para criar seus métodos de produção em países tropicais, visando maximizar a produção de biomassa e compostos bioativos. Este estudo teve como objetivo avaliar (1) o efeito de diferentes sistemas de poda no crescimento vegetativo, na produção de matéria seca e nos extratos preparados com as inflorescências e (2) o efeito de hormônios sobre o enraizamento de estacas. Dois experimentos foram realizados com o cultivar 'Doctor': no primeiro avaliou-se três tipos de poda (apical, basal e apical+basal) e uma testemunha não podada, com 5 plantas por parcela em quatro repetições, analisando-se o crescimento vegetativo, a produção de matéria fresca e seca de inflorescências, o rendimento de extrato e o perfil de canabinoides (THC, CBD e CBG). As análises estatísticas indicaram que os sistemas de poda não resultaram em diferenças significativas nas variáveis analisadas, sugerindo variação mínima na morfologia e na composição química da planta. Os valores médios obtidos por planta foram: Altura de 74,4 cm; Largura da Copa de 71,05 cm; Matéria fresca de 0,329 kg; Matéria Seca de 0,086 kg; Rendimento de extrato de 9,05%; teor de CBD de 65,6%; teor de THC de 2,47% e teor de CBG de 2,50%. No segundo experimento avaliou-se a eficácia da aplicação de diferentes produtos para enraizamento em estacas, utilizando sete estacas por parcela com quatro blocos. Os produtos foram: AIB-0,3 (0,3% de ácido indol-3-butírico), AIB-0,6 (0,6% de ácido AIB), AIB-GA3 (0,6% AIB + GA3 com 0,03% de ácido giberélico) e testemunha (sem aplicação de produtos). A avaliação baseou-se na presença/ausência de raízes e no comprimento das primeiras, segundas e terceiras maiores raízes, ao final de 18 dias. Os resultados mostraram que o tratamento com AIB-0,3 promoveu maior presença e tamanho das raízes, seguido pela testemunha, ambos significativamente superiores aos tratamentos com AIB-0,6 e AIB-GA3. Este resultado destaca o potencial do AIB-0,3 como promotor de enraizamento de qualidade para estacas de cannabis, contribuindo para a melhoria das práticas de propagação da cultura.

Palavras-chave: maconha; manejo; enraizamento; canabinoides; cultivo

ABSTRACT

FERNANDES, Matheus Marrazzo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2025. **Pruning and rooting management of Cannabis (*Cannabis sativa* L.)**. Adviser: Ricardo Henrique Silva Santos. Co-adviser: Diego Ismael Rocha.

The *Cannabis sativa* L. crop, known for its extensive medicinal, cultural, and industrial applicability, faces challenges in optimizing and developing its cultivation methods in tropical countries, aiming to maximize biomass production and bioactive compounds. This study aimed to evaluate (1) the effect of different pruning systems on vegetative growth, dry matter production, and extracts from the inflorescences, and (2) the effect of hormones on rooting in cannabis cuttings. Two experiments were conducted with the 'Doctor' cultivar: the first evaluated three types of pruning (apical, basal, and apical+basal) and a non-pruned control, with 5 plants per plot in four replications, analyzing vegetative growth, fresh and dry inflorescence matter production, extract yield, and cannabinoid profile (THC, CBD, and CBG). Statistical analyses indicated that none of the pruning systems showed significant differences, suggesting minimal variation in the plant's morphology and chemical composition. The average values, per plant, obtained were: Height of 74.4 cm; Canopy Diameter of 71.05 cm; Fresh Matter of 0.329 kg; Dry Matter of 0.086 kg; Extract yield 9.05%; CBD content of 65.6%; THC content of 2.47%; and CBG content of 2.50%. The second experiment evaluated the effectiveness of the application of different rooting treatments (IBA-0,3, IBA-0,6, IBA+GA3, and control) in cuttings, using seven cuttings per plot with four blocks. The concentrations of the hormones were: IBA-0,3 (0.3% indole-3-butyric acid), IBA-0,6 (0.6% IBA), and IBAGA3 (0.6% IBA + 0.03% gibberellic acid). The evaluation focused on the presence/absence of roots, and the length of the first, second, and third longest roots after 18 days. The results showed that the IBA-0,3 treatment promoted the highest efficiency in terms of root presence and size, followed by the control, both significantly superior to the treatments with IBA-0,6, either alone or combined with GA3. This result highlights the potential of IBA-0,3 as a quality rooting promoter for cannabis cuttings, potentially contributing to the improvement of propagation practices.

Keywords: pot; pruning; rooting; cannabinoids; cultivation

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tratamentos de poda. Testemunha, Poda Basal, Poda Apical, Poda Apical / Basal.....	18
Figura 2 - Crescimento médio das plantas em altura (cm), após a poda.....	23
Figura 3 - Crescimento médio das plantas em largura de copa (cm) após a poda..	24
Figura 4 - Correlação entre altura e largura das plantas (cm).....	25

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1 - Cronograma de poda.....	19
Tabela 2 - Médias de altura e largura de copa no florescimento de plantas de cannabis submetidas a diferentes sistemas de poda.....	23
Tabela 3 - Médias de matéria fresca e matéria seca para cada tratamento.....	26
Tabela 4 - Médias do rendimento de extrato de cada tratamento e o percentual de CBD, THC e CBG.....	26
Tabela 5 - Análise de variância (ANOVA) para altura das plantas.....	33
Tabela 6 - Análise de variância (ANOVA) para largura da copa.....	33
Tabela 7 - Análise de variância (ANOVA) para o teor de matéria fresca.....	33
Tabela 8 - Análise de variância (ANOVA) para o teor de matéria seca.....	33
Tabela 9 - Análise de variância (ANOVA) para o rendimento de óleo.....	34
Tabela 10 - Análise de variância (ANOVA) para o teor de canabidiol (CBD).....	34
Tabela 11 - Análise de variância (ANOVA) para o teor de Δ 9-tetrahydrocannabinol (THC).....	34
Tabela 12 - Análise de variância (ANOVA) para o teor de canabigerol (CBG).....	34

CAPÍTULO 2

Tabela 1 - Resultados da análise de variância (ANOVA) para o parâmetro presença de raiz.....	42
Tabela 2 - Resultados do teste Tukey para o parâmetro presença de raiz.....	42
Tabela 3 - Tabela 3 - Resultados do teste Tukey para o parâmetro comprimento médio das três maiores raízes (primeiras, segundas e terceiras) de cada tratamento e média total do comprimento das três maiores raízes de cada tratamento.....	44

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: MANEJO DE PODAS	10
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3. OBJETIVOS.....	15
3.1. Objetivo Geral	15
3.2. Objetivos específicos	15
4. MATERIAIS E MÉTODOS	16
4.1. Aspectos Gerais.....	16
4.2. Tratamentos e condução das plantas	16
4.3. Parâmetros Avaliados	20
4.4. Análise Estatística.....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1. Altura e largura da Copa	23
5.2. Extrato e perfil de canabinoides	26
6. CONCLUSÕES.....	28
7. REFERÊNCIAS	29
8. APÊNDICES	33
APÊNDICE 1	33
APÊNDICE 2.....	33
APÊNDICE 3.....	34
CAPÍTULO 2 - ENRAIZAMENTO	35
1. INTRODUÇÃO.....	35
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	37
3. OBJETIVOS.....	39
3.1. Objetivo geral	39
3.2. Objetivos específicos	39
4. MATERIAIS E MÉTODOS	40
4.1. Aspectos Gerais.....	40
4.2. Tratamentos e condução das plantas	40
4.3. Parâmetros avaliados	40
4.4. Análise Estatística.....	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1. Presença de raízes	42

4.2. Tamanho das raízes	43
5. CONCLUSÃO	45
6. REFERÊNCIAS	46

CAPÍTULO 1: MANEJO DE PODAS

1. INTRODUÇÃO

A cannabis (*Cannabis sativa* L.), conhecida popularmente como maconha, é uma espécie com história de uso que remonta a milhares de anos. Originalmente cultivada na Ásia Central, a planta foi empregada em diversas finalidades, incluindo usos medicinais, recreativos e industriais (Russo *et al.*, 2008; Perez *et al.*, 2020). Medicinalmente, tem sido utilizada para aliviar sintomas de dor crônica, epilepsia, esclerose múltipla, náuseas e vômitos associados à quimioterapia, além de atuar como um potencial anti-inflamatório e ansiolítico (Blessing *et al.*, 2015; National Academies of Sciences *et al.*, 2017).

A descoberta do sistema endocanabinoide e a compreensão da interação entre canabinoides e seus receptores fornecem respaldo científico significativo para o emprego medicinal da cannabis (Silva, 2024). O reconhecimento dos efeitos terapêuticos do CBD (canabidiol) e do THC (Δ^9 -tetrahydrocannabinol) tem levado a uma aceitação crescente do uso terapêutico dessa espécie no meio médico e farmacêutico (De Lima *et al.*, 2021; Ribeiro *et al.*, 2021).

Além de suas aplicações medicinais, a cannabis possui importância econômica notável. As fibras da planta podem ser utilizadas na produção de tecidos, papéis e materiais de construção; o óleo extraído de suas sementes é empregado em produtos alimentícios e cosméticos (Small *et al.*, 2017). Sendo pertencente à família Cannabaceae, a cannabis é uma espécie dioica de dia curto, com inflorescências ricas em óleos essenciais, canabinoides (como THC e CBD) e terpenos (Medeiros *et al.*, 2020, Trancoso *et al.*, 2022). A qualidade e a potência desses compostos são influenciadas pela seleção de variedades e pelas condições de cultivo (Small *et al.*, 2002).

Nos últimos anos, a crescente legalização e aceitação do uso da cannabis para fins medicinais e recreativos em diversos países impulsionou pesquisas sobre técnicas agrônomicas voltadas para maximizar a produtividade e a qualidade da planta. Esse avanço viabilizou o desenvolvimento de práticas agrícolas mais sofisticadas, incluindo sistemas de iluminação, controle ambiental e aprimoramento de métodos de manejo, como a poda (Bilodeau *et al.*, 2019; Danziger e Bernstein, 2021). Assim, o interesse por estratégias de cultivo que aumentem o potencial

produtivo da cannabis tem crescido significativamente (Lydon *et al.*, 1987; Small, 2017).

Apesar do interesse crescente, ainda não há consenso na literatura sobre as melhores práticas de manejo da arquitetura da planta, em especial no que se refere à poda, para se obter máxima produtividade e qualidade das inflorescências. Há lacunas referentes à eficácia de diferentes métodos de poda, bem como à influência dessas técnicas sobre o perfil de canabinoides. Diante disso, este estudo tem por objetivo avaliar o efeito de diferentes tipos de poda no crescimento vegetativo, na produção de matéria seca e na composição de canabinoides das inflorescências de cannabis, contribuindo para o desenvolvimento de práticas de cultivo mais eficazes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A poda, que envolve a remoção seletiva de partes da planta, é uma prática agrônômica amplamente utilizada para melhorar sua estrutura, saúde e produtividade (Ahmad *et al.*, 2014). Pesquisas realizadas com diversas espécies vegetais demonstram que a poda pode exercer influência significativa no crescimento e na produtividade.

Em pomares comerciais de macieiras, a poda regular não apenas mantém o equilíbrio entre o crescimento vegetativo e reprodutivo, mas também melhora a penetração de luz e o arejamento no interior da copa, contribuindo para o aumento da qualidade e do rendimento dos frutos (Uselis *et al.*, 2021). Para a maçã 'Fuji', a poda verde realizada em épocas estratégicas melhorou também o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante, evidenciando o papel dessa prática no aumento da eficiência no uso de recursos e na produção de frutos de alta qualidade (Souza *et al.*, 2018).

Em videiras, as podas de inverno e de verão são consideradas práticas essenciais para o controle do vigor, a uniformidade da brotação e o equilíbrio entre folhas e frutos. Ao ajustar o número de gemas frutíferas, essas intervenções regulam a carga produtiva e garantem melhores condições para a maturação, refletindo-se em maior qualidade dos cachos e composição aromática das uvas (Keller, 2010).

No caso de plantas medicinais, intervenções na estrutura vegetativa também têm apresentado efeitos positivos sobre a produção de metabólitos secundários. Por exemplo, na espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*), diferentes níveis de poda associados a condições de luminosidade mostraram impacto significativo no desenvolvimento da planta, influenciando diretamente o número de folhas por ramo e a produção de biomassa. Em ambientes sombreados, a poda promoveu aumento da área foliar e capacidade de renovação das plantas, características importantes para a otimização da produção de compostos bioativos (Souza *et al.*, 2008).

Para a cultura da cannabis, a poda pode influenciar diretamente no crescimento vegetativo, na produtividade e na qualidade de suas inflorescências, promovendo maior uniformidade do perfil fitoquímico de canabinoides. Ao remover seletivamente partes da planta, como galhos e folhas, a poda aumenta a penetração de luz no dossel, redistribuindo os recursos da planta e promovendo o desenvolvimento mais

robusto das inflorescências, que são a principal fonte de compostos bioativos como THC, CBD e CBG (Danziger e Bernstein, 2021).

A poda apical, que remove a parte superior da planta (geralmente as duas primeiras gemas do ramo principal), promove um crescimento mais uniforme das inflorescências laterais. Por outro lado, a poda basal, retirada de todas as brotações, folhas e ramos (menores que 1 cm de diâmetro, comumente) da parte inferior da planta, melhora a ventilação e reduz o risco de doenças, resultando em plantas mais saudáveis. Ambas as técnicas podem aumentar significativamente o rendimento das inflorescências e a concentração de compostos como THC e CBD (Danziger; Bernstein, 2021; Trancoso *et al.*, 2022).

Um estudo avaliou o efeito da poda apical no desenvolvimento e teor de CBD em duas variedades de cânhamo (Fedora 17 e Felina) (Roussis *et al.*, 2022). Os resultados indicaram que a remoção do ápice reduziu a altura das plantas, mas aumentou a matéria seca das inflorescências e a concentração de CBD, destacando que o manejo da arquitetura da planta pode melhorar a qualidade fitoquímica e aumentar a produção de compostos de interesse (Roussis *et al.*, 2022).

Esse achado reforça a importância de práticas agronômicas bem planejadas, como demonstrado por outro estudo que revisou práticas de cultivo e processamento da cannabis (Potter, 2014). Este último destacou, também, a influência de fatores como genética e condições de cultivo na variabilidade dos teores de canabinoides, enfatizando que o manejo adequado pode otimizar a uniformidade e a produção de compostos ativos (Potter, 2014).

Na literatura existente, há um consenso sobre os benefícios gerais da poda no cultivo de cannabis, particularmente na melhoria da produtividade e da qualidade das inflorescências. No entanto, existem controvérsias significativas relacionadas à intensidade da poda e seus efeitos a longo prazo nas plantas (Danziger; Bernstein, 2021). Poda intensa pode estressar excessivamente as plantas, resultando em redução do crescimento vegetativo e da produção a longo prazo (Massuela *et al.*, 2022).

Por outro lado, práticas integradas, como a combinação de poda com estresse hídrico controlado, podem maximizar os benefícios sem comprometer a saúde das plantas (Caplan *et al.*, 2019; Massuela *et al.*, 2019). Essas práticas podem aumentar significativamente a matéria seca das inflorescências e a concentração de

canabinoides (Caplan *et al.*, 2019). Contudo, os autores ressaltaram a importância de um manejo cuidadoso para evitar efeitos indesejados.

É evidente a necessidade de mais estudos para compreender plenamente os efeitos da poda a longo prazo em cannabis, considerando que as respostas das plantas podem variar significativamente entre diferentes genótipos, o que exige práticas de manejo adaptadas para cada variedade (Trancoso *et al.*, 2022). Embora haja consenso sobre os benefícios gerais da poda, persistem controvérsias e lacunas na compreensão da intensidade ideal e de suas implicações duradouras, o que demanda diretrizes claras e embasadas em evidências.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar três sistemas de poda para produção de inflorescências: poda apical, poda basal e, podas apical e basal combinadas; rendimento de extrato bruto e teor de seus componentes, em uma cultivar medicinal de *Cannabis sativa* L.

3.2. Objetivos específicos

- Avaliar e caracterizar o crescimento das plantas após os tratamentos de poda;
- Determinar o efeito da poda na biomassa de inflorescências;
- Caracterizar o rendimento de extrato e o perfil de canabinoides após a condução dos diferentes sistemas de poda.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Aspectos Gerais

Todas as atividades relacionadas ao plantio, condução das culturas, coleta de dados, bem como a manipulação de vegetais e substratos para produção ou extração de compostos, foram realizadas exclusivamente nas instalações da Associação de Apoio à Pesquisa e Pacientes de Cannabis Medicinal (APEPI).

O experimento foi conduzido na sede campestre da APEPI, localizada na cidade de Paty do Alferes – RJ, Brasil. O clima é da região é do tipo Cw da classificação de Köppen, com temperatura média anual de 20 °C, e precipitação média anual de aproximadamente 1.200 mm (Delgado *et al.*, 2004; Pinheiro *et al.*, 2004).

4.2. Tratamentos e condução das plantas

Para a realização do experimento, 100 estacas de 15 cm foram selecionadas de uma mesma planta matriz do cultivar 'Doctor', sendo enraizadas em substrato composto por 25% de fibra de coco, 25% de fibra de coco fino e 50% vermiculita. As estacas foram mantidas 21 dias em sala de crescimento com umidade relativa média de 80%, acompanhada pelo *setpoint* para acionamento do exaustor caso necessário, temperatura média de 20 ± 2 °C e fotoperíodo de 18 horas, proporcionado por duas lâmpadas fluorescentes de 18 W.

Após enraizamento, as estacas foram transplantadas para vasos plásticos pretos de 1 L, contendo substrato composto por 40% de fibra de coco, 50% de terra vegetal e 10% de casca de arroz carbonizada, e aclimatadas por 21 dias sob estufa. A estufa foi coberta com tela sombreadora 50%, com as estacas recebendo complementação luminosa artificial a partir das 17 horas, prolongando o dia da planta para 18 horas de luz. A complementação foi feita com refletores de Led 25 W à prova d'água branco frio.

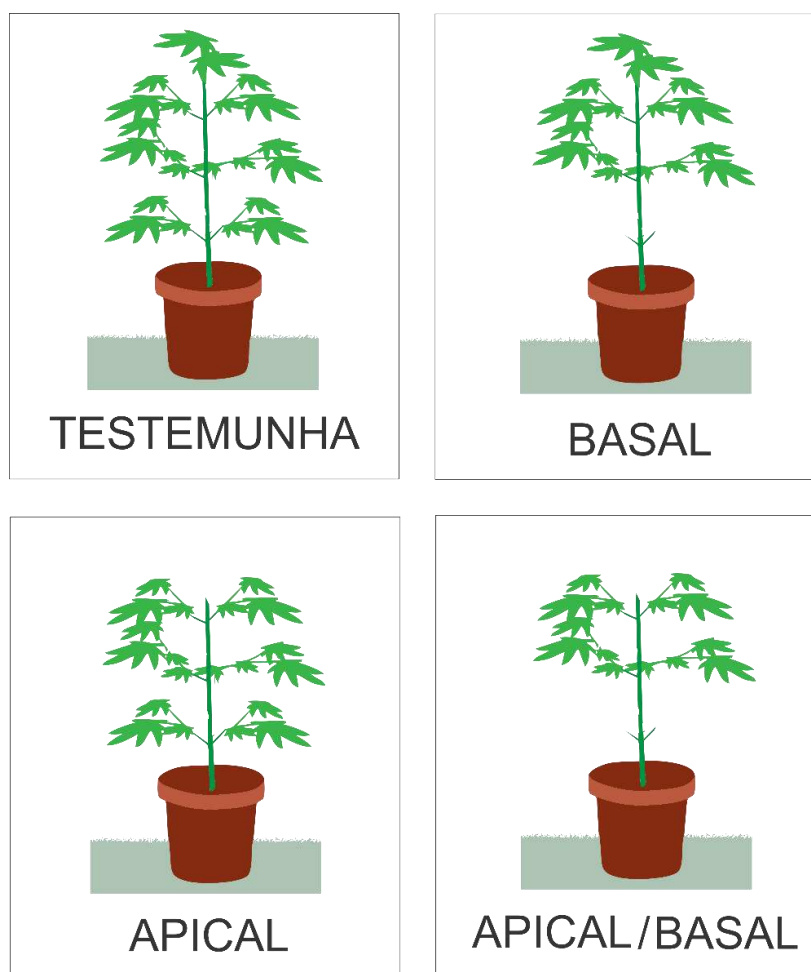
Após esse período, as mudas foram transplantadas para sacola de 20 L com substrato composto por 40% de fibra de coco grossa, 10% fibra de coco fina, 10% casca de arroz carbonizada e 40% de terra vegetal. Em seguida, foram levadas para a área de produção a céu aberto para dar início a fase de vegetação propriamente dita, na qual seguiram com o mesmo tempo diário de complementação de luz, feita por refletor de Led 50 w à prova d'água branco frio.

A partir de 7 dias de vegetação, até o fim dessa fase, as plantas foram fertilizadas semanalmente com 2 L de preparado com suplementos como bokashi (35 L/1000 L), fermentado de alga (120 mL/1000 L) e matéria húmica (80 g/1000 L). Quinzenalmente foi aplicado um produto à base de *Trichoderma* (200 mL/1000 L), para promover o controle biológico de patógenos até a fase de florescimento.

As plantas foram dispostas na área de crescimento vegetativo devido à homogeneidade do local. Ao alcançarem 4 semanas de vegetação e altura média de 48,6 cm, as plantas passaram pelo processo de poda (semana 0). Foram realizados três tipos de poda (Figura 1), conforme descrição abaixo:

- Poda Apical: Remoção do meristema apical (gema terminal) da planta. A técnica foi realizada ao cortar as duas primeiras gemas do ramo principal, promovendo o crescimento de ramos laterais e, assim, permitindo uma arquitetura mais espalhada e densa.
- Poda Basal: Retirada de todas as brotações, folhas e ramos (menores que 1 cm de diâmetro) até 20 cm do colo da planta;
- Poda Apical / Basal: Aplicação conjunta dos dois métodos de poda;
- Testemunha: Plantas sem qualquer poda.

Figura 1 - Tratamentos de poda. Testemunha, Poda Basal, Poda Apical, Poda Apical / Basal



Fonte: Elaboração do autor

Duas semanas após a poda (semana 2), ao atingirem 6 semanas de vegetação, as plantas foram transplantadas e tiveram a sua complementação luminosa retirada para dar início ao processo de floração. Os transplantes foram para uma estufa coberta em canteiro suspenso de área 1,6 x 12 m, com substrato de 30% fibra de coco grossa, 10% fibra de coco fina, 10% de chips de coco, 10% casca de arroz carbonizada e 40% de terra vegetal. Foram dispostas 20 plantas por canteiro e cada canteiro consistiu em um bloco experimental. As plantas foram dispostas em linha única com espaçamento de 80 cm.

As irrigações de floração foram feitas uma vez por dia com 4,0 L de água por planta. Semanalmente cada planta foi fertirrigada com 4,0 L de solução com os suplementos bokashi (35 L/1000 L), fermentado de alga (120 mL/1000 L) e matéria húmica (80 g/1000 L), com aplicação do produto à base de *Trichoderma* (200 mL/1000 L). Na semana 4, com duas semanas de floração, as plantas receberam uma limpeza,

retirando somente as folhas maiores do interior dos ramos. Essa é uma prática padrão da fazenda da APEPI, e visa aumentar a circulação do ar e a incidência luminosa direta.

Antes da colheita, as inflorescências foram observadas utilizando lupa digital. Esse procedimento permitiu uma análise mais detalhada dos tricomas presentes nas inflorescências, que são as estruturas responsáveis pela produção e armazenamento dos canabinoides, incluindo o CBD e o THC. Com base nessa análise, foi possível determinar o momento ideal para a colheita, considerando a maturidade e a cor dos tricomas.

A colheita foi realizada na parte da manhã, 65 dias a partir do início do florescimento (semana 11). Esse intervalo foi definido com o objetivo de favorecer a obtenção de inflorescências com perfil químico desejado, além de evitar problemas com fungos. O processo foi iniciado com a trima (processo de retirada das folhas presentes nas inflorescências) das plantas, na qual as folhas foram retiradas ainda com a planta viva no canteiro.

Após a trima (Tabela 1), as plantas foram cortadas individualmente em cada parcela e etiquetadas, sendo cuidadosamente levadas para a debulha, que consistiu na retirada das inflorescências dos galhos. Essa etapa foi importante para separar as partes utilizadas no produto final. Durante todo o processo de colheita, foram adotadas medidas rigorosas de assepsia, utilizando-se toucas, máscaras e luvas para evitar contaminações e garantir a qualidade microbiológica dos produtos.

Tabela 1 - Cronograma de poda

Dias / Planta	70 dias (semana 0)	96 dias (semana 4)	149 dias (semana 11)
Poda	Tratamentos	Limpeza interna	Trima

Fonte: Elaboração do autor

Uma vez colhidas e debulhadas, as inflorescências foram armazenadas em caixas plásticas tampadas, uma caixa etiquetada para cada parcela de 5 plantas, garantindo a proteção contra a luz e umidade e facilitando o transporte para a área de secagem. Na sala de secagem as parcelas foram pesadas e registradas no sistema de controle e rastreabilidade.

Posteriormente, as inflorescências foram acondicionadas em desidratadores. Após a retirada de água, tendo atingido 20% da sua massa inicial, as inflorescências

foram retiradas dos desidratadores e enviadas até a sala de moagem para o processo de cominuição em moinho de facas. As inflorescências foram embaladas, identificadas e enviadas ao laboratório da APEPI.

4.3. Parâmetros Avaliados

As coletas de dados foram realizadas nas seguintes datas: Semana 0 (semana em que a poda foi realizada); Semana 4; Semana 6; Semana 8; Semana 11. Os seguintes parâmetros foram avaliados:

- Altura de planta;
- Largura da copa;
- Matéria fresca e seca de inflorescências;
- Rendimento de extrato bruto;
- Perfil de canabinoides na composição do extrato bruto.

A altura da planta foi medida utilizando trena milimetrada. A trena foi posicionada verticalmente desde a superfície do substrato até o ápice meristemático da planta. Com o objetivo de garantir a precisão das medições, a trena foi posicionada paralela ao caule principal. As medições foram realizadas em centímetros (cm) e registradas imediatamente após a coleta dos dados.

A largura da copa da planta foi determinada medindo-se a distância entre as extremidades das folhas mais distantes em lados opostos da planta. As medições foram realizadas em dois eixos perpendiculares: longitudinal (paralelo ao comprimento dos canteiros) e transversal (perpendicular ao comprimento dos canteiros). Utilizou-se trena milimetrada. As medidas foram registradas em centímetros (cm). Para permitir uma estimativa mais precisa de cada planta, calculou-se a largura média da copa utilizando a fórmula: $\text{Largura média da copa} = \text{Largura (Longitudinal + transversal)}/2$.

A matéria fresca das inflorescências em gramas foi obtida pesando as flores, em balança analítica de precisão, imediatamente após a colheita, sem qualquer processo de secagem prévio. As inflorescências foram cuidadosamente removidas das plantas e colocadas em caixas plásticas de armazenagem previamente identificadas. As inflorescências foram secas em desidratador industrial do modelo PEG100 por meio de circulação de ar com controle de umidade e temperatura à 50 °C. A secagem foi conduzida até que as amostras atingissem massa constante, indicando teor de

umidade residual de 20%. Após a secagem, foi determinada a massa da matéria seca das inflorescências.

Para obtenção da massa de extrato bruto, as inflorescências já secas foram em seguida trituradas em moinho de facas e posteriormente acondicionadas em embalagens hermeticamente fechadas sob refrigeração (10 °C). O material moído foi submerso em álcool de cereais (92,8 °GL) em proporção 1:7 (p/v) mantido em sistema de maceração dinâmica por 30 minutos e em seguida filtrado e evaporado em capela de exaustão. O extrato obtido foi pesado (gramas) em balança analítica.

Para a determinação da composição do óleo, o extrato bruto foi analisado em sistema de cromatografia líquida de alta eficiência Nexera X2 (Shimadzu, Kyoto, Japão), composto por sistema de bombeamento quaternário, separação cromatográfica realizada coluna de fase reversa Cortecs Shield RP18 (150 x 4,6 mm, 2,7 µm; Waters Corp, Massachusetts, EUA), mantida a 35 °C. A eluição foi realizada em modo isocrático, com fase móvel composta por água ultrapura contendo ácido fórmico (A) e acetonitrila (B), com vazão de 2 mL/min. A detecção foi realizada por arranjo de diodos, adquirindo espectros de 200 a 400 nm (quantificação em 254 nm).

A quantificação foi feita utilizando-se padrões certificados de tetrahydrocanabivarina (THCV), ácido tetrahydrocanabivarina (THCVA), canabidivarina (CBDV), ácido canabidiólico (CBDA), ácido canabigerólico (CBGA), canabigerol (CBG), canabidiol (CBD), canabinol (CBN), Δ^9 -tetrahydrocanabinol (Δ^9 -THC), Δ^8 -tetrahydrocanabinol (Δ^8 -THC), canabicromeno (CBC) e ácido tetrahydrocanabivarínico (THCVA) adquiridos da Cerilliant (Round Rock, TX, EUA) e a acetonitrila e ácido fórmico que foram adquiridos da Merck (Darmstadt, Alemanha). Foi utilizado água deionizada ultrapura Milli-Q RG da Millipore (Billerica, Massachusetts, EUA).

4.4. Análise Estatística

Para a análise estatística dos dados obtidos no experimento, primeiramente foram verificados os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias. A normalidade dos resíduos foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk, a um nível de significância de 5%, constatando-se que os mesmos são normalmente distribuídos. Em seguida, a homogeneidade das variâncias foi verificada pelo teste de O'Neill & Mathews, também a um nível de significância de 5%, indicando que as variâncias dos tratamentos são homogêneas.

Com a confirmação desses pressupostos, optou-se pela utilização de métodos paramétricos. Foi realizada uma análise de variância (ANOVA), e o teste F, a fim de comparar as variâncias, sob nível de significância ($p < 0,05$). Foi utilizado o teste de Tukey para comparações múltiplas entre médias, visando identificar diferenças pontuais entre os tratamentos. Além disso, aplicou-se a regressão linear para avaliar a relação entre variáveis quantitativas, fornecendo uma descrição mais detalhada e preditiva dos efeitos analisados.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (R Core Team, 2024), adotando-se um nível de significância de 5%. Essa abordagem permitiu assegurar a robustez dos resultados e a confiabilidade das inferências estatísticas obtidas no estudo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística indicou, por meio do teste de Shapiro-Wilk, a um nível de significância de 5%, que os resíduos são normalmente distribuídos. Também foi observado, através do teste de O'Neill & Mathews, a um nível de significância de 5%, que as variâncias dos tratamentos são homogêneas.

5.1. Altura e largura da Copa

Não houve efeito das podas sobre o incremento em altura e largura da copa (Tabela 2) das plantas. Os crescimentos médios ao longo do tempo são apresentados nas Figuras 2 e 3 (mais informações no apêndice 1).

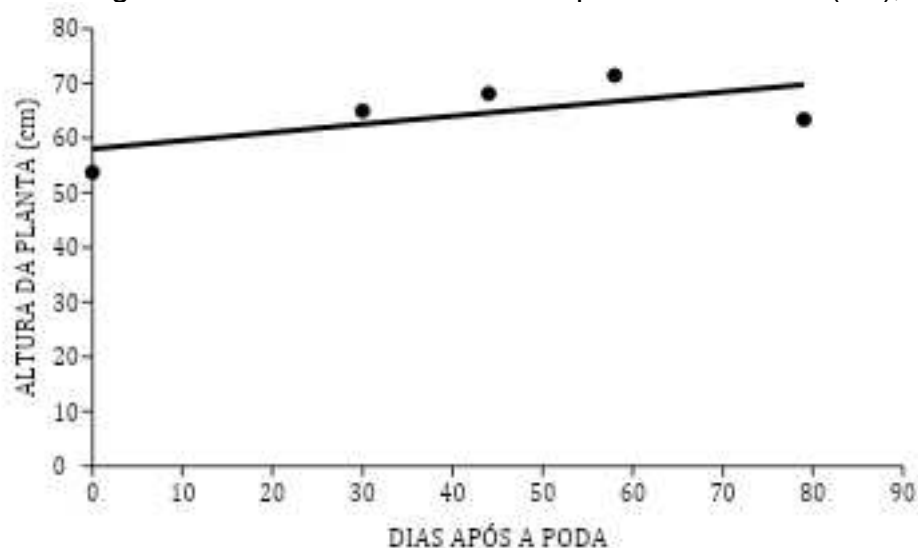
Tabela 2 - Médias de altura e largura de copa no florescimento de plantas de cannabis submetidas a diferentes sistemas de poda.

Tratamento	Altura (cm)	Largura (cm)
Testemunha	76,70 a	66,45 a
Apical	73,65 a	70,70 a
Basal	78,25 a	71,70 a
Apical/basal	74,40 a	71,05 a

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

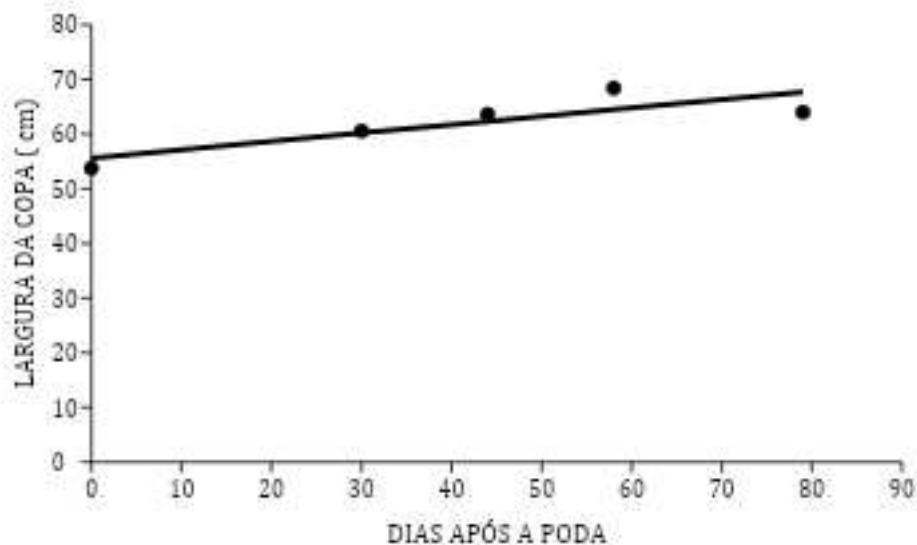
Fonte: Elaboração do autor

Figura 2 - Crescimento médio das plantas em altura (cm), após a poda



Fonte: Elaboração do autor

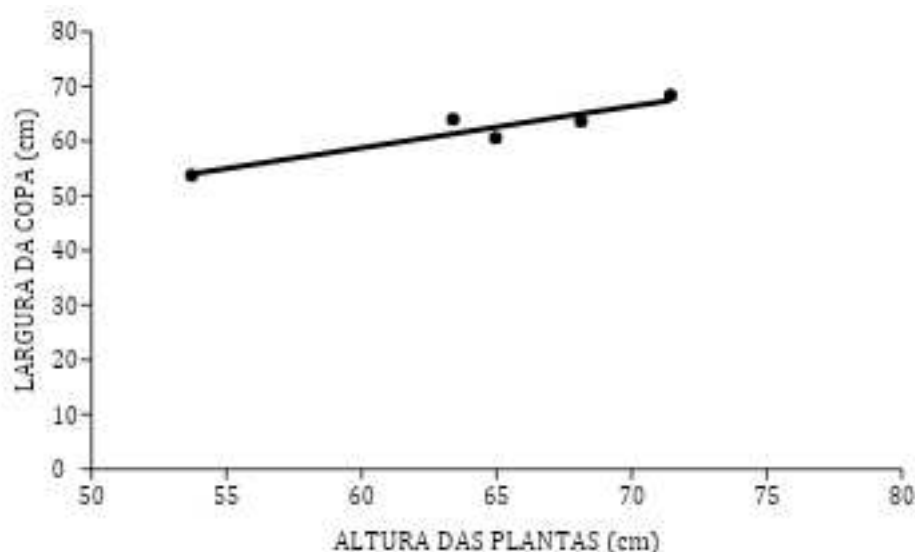
Figura 3 - Crescimento médio das plantas em largura de copa (cm) após a poda



Fonte: Elaboração do autor

Conforme os dados apresentados na Tabela 2, não houve efeito significativo dos sistemas de poda sobre a altura ou largura da copa. Esse resultado vai de encontro às informações presentes na literatura existente, nas quais a poda apical tende a aumentar a largura da copa, pelo alongamento dos brotos laterais; enquanto a poda basal comumente gera um aumento na altura final da planta (Massuela, 2022). Contudo, apesar de a poda não ter influenciado diretamente o crescimento ou produção das plantas, observou-se uma maior uniformidade da arquitetura das plantas submetidas à poda apical/basal. Essa característica, considerada desejável pela APEPI, motivou a adoção desse sistema de manejo. A figura 4 apresenta a associação entre altura e largura da copa das plantas de *Cannabis sativa* submetidas a diferentes sistemas de poda.

Figura 4 - Correlação entre altura e largura das plantas (cm)



Fonte: Autoria própria.

A análise de regressão linear revelou correlação positiva entre as variáveis, indicando que indivíduos mais altos tendem a apresentar maior expansão da copa. Essa relação destaca a importância do manejo arquitetural, como a poda, na modulação do desenvolvimento vegetativo, contribuindo para a eficiência fotossintética e incremento de biomassa (Trancoso, 2022).

Os valores médios de matéria fresca e seca das inflorescências, apresentados na Tabela 3, indicam que os tratamentos de poda não resultaram em diferenças significativas em relação à testemunha (mais informações no apêndice 2).

Tabela 3 - Médias de matéria fresca e matéria seca para cada sistema de poda

Tratamento	Matéria fresca (Kg)	Matéria seca (Kg)
Testemunha	0,338 a	0,088 a
Apical	0,371 a	0,092 a
Basal	0,329 a	0,086 a
Apical/basal	0,359 a	0,094 a

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Fonte: Autoria própria.

Estes dados são contrários a informações encontradas por outros autores, os quais identificaram que a poda, mais especificamente a poda apical, resultou em aumentos de 13 a 25 %, na produção de biomassa de inflorescência (Folina *et al.*, 2020; Massuela, 2022). Contudo, os resultados do atual estudo corroboram com outras pesquisas anteriores que sugerem que diferentes técnicas de poda, incluindo

a apical, devido a diferenças nas genéticas ou climáticas, podem não impactar diretamente na biomassa total das inflorescências (Campbell *et al.*, 2019; Danziger e Bernstein, 2021; Massuela *et al.*, 2022; Dilena *et al.*, 2023).

5.2. Extrato e perfil de canabinoides

As diferenças de rendimento de extratos e o perfil de canabinoides, detalhadas na Tabela 4, foram não significativas, indicando que as práticas de poda, isoladamente, têm um impacto limitado ou nulo na composição química das inflorescências (mais informações no apêndice 3).

Tabela 4 - Médias do rendimento de extrato de cada sistema de poda e o percentual de CBD, THC e CBG

Tratamento	Rendimento %	CBD %	THC %	CBG %
Testemunha	8,442 a	72,8 a	2,70 a	2,91 a
Apical	8,297 a	61,9 a	2,46 a	2,46 a
Basal	9,057 a	65,6 a	2,47 a	2,50 a
Apical/Basal	9,275 a	71,7 a	2,52 a	2,56 a

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Fonte: Autoria própria.

Esse resultado está em concordância com o que se encontra na literatura atual, na qual sugere-se que tanto a poda apical, quanto à basal, tendem a não afetar significativamente o rendimento de canabinoides (Campbell *et al.*, 2019; Danziger e Bernstein, 2021; Massuela *et al.*, 2022; Dilena *et al.*, 2023). No entanto, em outras pesquisas, o efeito da poda apical esteve associado ao aumento da concentração de determinados canabinoides, como o CBD (Folina *et al.*, 2020)

De modo geral, os resultados indicam que as práticas de poda, conforme avaliadas neste estudo, não alteram significativamente os parâmetros de crescimento vegetativo, biomassa ou composição química das inflorescências de cannabis. Embora a arquitetura da planta possa ser ajustada, as podas realizadas não demonstraram vantagens claras em termos de rendimento ou qualidade dos compostos bioativos.

É importante ressaltar que, logo após a realização da poda, houve um período de instabilidade energética na fazenda da associação, com subseqüentes horas sem luz, durante tais dias. Isto causou um desbalanço do fotoperíodo, levando as plantas

ao estágio floral de forma precoce. A precocidade na transição dos estágios (vegetativo para floral) pode ter contribuído para que os efeitos da poda fossem minimizados, afinal, a planta não teve o período vegetativo necessário para se desenvolver após a poda. Portanto a poda apenas modificou a arquitetura da planta e retirou parte de sua biomassa, reduzindo o número de flores, já que após a poda os ramos subsequentes não se desenvolveram como deveriam.

Além disso, diferenças mais significativas entre os tratamentos poderiam ter sido alcançadas com maior tempo de cultivo, como observado nos resultados do estudo de Danziger e Bernstein, 2021. Neste caso, os autores mantiveram as plantas em estágio vegetativo por 100 dias, com 60 dias de desenvolvimento vegetativo após a poda, o que contribuiu para a expressão de efeitos distintos entre os tratamentos, com diferenças significativas na altura das plantas.

Quanto à composição química das inflorescências. Estudos futuros poderiam combinar as técnicas de poda aqui apresentadas, com a técnica de desfolha, feitas no mesmo momento, e/ou aumentar o número de podas apicais, a fim de buscar resultados mais expressivos na alteração do perfil de canabinoides. Afinal, a desfolha e as podas sucessivas são tratamentos eficientes para aumentar a intensidade de luz que chega às inflorescências e as folhas da planta, especialmente no interior da copa, contribuindo para melhores taxas fotossintéticas, que refletem em uma maior produção de compostos secundários, além de reduzir gradientes microclimáticos, gerando uma maior uniformidade na condição de cultivo e na composição química das inflorescências (Danziger e Bernstein, 2021).

Apesar dos resultados dos tratamentos não terem diferido significativamente, pesquisas futuras envolvendo outras condições de cultivo, genótipos ou abordagens de manejo, podem revelar diferenças mais marcantes. Dessa forma, mantém-se aberta a oportunidade de aprofundar o conhecimento e otimizar as práticas de poda no cultivo da cannabis.

6. CONCLUSÕES

Independentemente do tipo de poda adotada, a variedade de cannabis medicinal “Doctor” apresentou crescimento vegetativo e produção de inflorescências bastante semelhantes, sugerindo que nenhum dos métodos avaliados se destacou claramente em relação aos outros.

Com a poda foi possível obter maior homogeneidade na arquitetura das plantas, sendo essa uma característica desejável no contexto produtivo da associação. Além disso, existe a possibilidade de aliar a poda a outros tipos de manejo como o controle de luminosidade e de estresse hídrico a fim de buscar resultados mais significativos.

7. REFERÊNCIAS

- BLESSING, E. M.; STEENKAMP, M. M.; MANZANARES, J.; MARMAR, C. R. Cannabidiol as a potential treatment for anxiety disorders. **Neurotherapeutics**, v. 12, n. 4, p. 825-836, 2015. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26341731/>>. Acesso em: 17 set. 2025.
- CAMPBELL, B. J.; BERRADA, A. F.; HUDALLA, C.; AMADUCCI, S.; MCKAY, J. K. Genotype× environment interactions of industrial hemp cultivars highlight diverse responses to environmental factors. **Agrosystems, Geosciences & Environment**, v. 2, n. 1, p. 1-11, 2019. Disponível em: <<https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2134/age2018.11.0057>>. Acesso em: 17 set. 2025.
- CAPLAN, D.; DIXON, M.; ZHENG, Y. Increasing inflorescence dry weight and cannabinoid content in medical cannabis using controlled drought stress. **HortScience**, v. 54, n. 5, p. 964-969, 2019. Disponível em: <<https://journals.ashs.org/view/journals/hortsci/54/5/article-p964.xml>>. Acesso em: 17 set. 2025.
- CHANDRA, S.; LATA, H.; MEHMEDIC, Z.; KHAN, I. A.; ELSOHLI, M. A. Light dependence of photosynthesis and water vapor exchange characteristics in different high Δ9-THC yielding varieties of *Cannabis sativa* L. **Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants**, v. 2, p. 39-47, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214786115000078?via%3Dihub>>. Acesso em: 17 set. 2025.
- CRISPIM MASSUELA, D.; HARTUNG, J.; MUNZ, S.; ERPENBACH, F.; GRAEFF-HÖNNINGER, S. Impact of harvest time and pruning technique on total CBD concentration and yield of medicinal cannabis. **Plants**, v. 11, n. 1, p. 140, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2223-7747/11/1/140/pdf?version=1641443166>>. Acesso em: 17 set. 2025.
- DANZIGER, N.; BERNSTEIN, N. Plant architecture manipulation increases cannabinoid standardization in 'drug-type' medical cannabis. **Industrial Crops and Products**, v. 167, p. 113528, 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669021002922>>. Acesso em: 17 set. 2025.
- DANZIGER, N.; BERNSTEIN, N. Shape matters: plant architecture affects chemical uniformity in large-size medical cannabis plants. **Plants**, v. 10, p. 1834, 2021. DOI: 10.3390/plants10091834. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2223-7747/10/9/1834>>. Acesso em: 17 set. 2025.
- DE LIMA, A. A.; ALEXANDRE, U. C.; SANTOS, J. S. O uso da maconha (*Cannabis sativa* L.) na indústria farmacêutica: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e46101219829-e46101219829, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.19829>>. Acesso em: 17 set. 2025.
- DELGADO, I. F.; PAUMGARTTEN, F. J. R. Intoxicações e uso de pesticidas por agricultores do Município de Paty do Alferes, Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de**

Saúde Pública, v. 20, p. 180-186, 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csp/a/BMghr87V7tXf6LRsXs57dHx/?format=html&lang=pt>>. Acesso em: 17 set. 2025.

DILENA, E.; CLOSE, D. C.; HUNT, I.; GARLAND, S. M. Investigating how nitrogen nutrition and pruning impacts on CBD and THC concentration and plant biomass of *Cannabis sativa*. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 19533, 2023. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/s41598-023-46369-5>>. Acesso em: 17 set. 2025.

EICHHORN BILODEAU, S.; WU, B. S.; RUFYIKIRI, A. S.; MACPHERSON, S.; LEFSRUD, M. An update on plant photobiology and implications for cannabis production. **Frontiers in plant science**, v. 10, p. 296, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2019.00296>>. Acesso em: 17 set. 2025.

FAYAZ AHMAD, F. A.; HAMID, F. S.; SAIR SARWAR, S. S.; ABDUL WAHEED, A. W.; SOHAIL ASLAM, S. A.; SHAMSUL ISLAM, S. I.; IJAZ ALI, I. A. Effect of different pruning times on the yield of tea (*Camellia sinensis* L.) under the climatic conditions of Mansehra-Pakistan. **Sarhad Journal of Agriculture**, v. 30, n. 3, p. 305-309, 2014. Disponível em: <<file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/21--2487-2012.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2025.

FOLINA, A.; KAKABOUKI, I.; TOURKOCHORITI, E.; ROUSSIS, I.; PATEROULAKIS, H.; BILALIS, D. Evaluation of the effect of topping on cannabidiol (CBD) content in two industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars. **Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture**, v. 77, e. 1, 2020. Disponível em: <[10.15835/buasvmcn-hort:2019.0021](https://doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:2019.0021)>. Acesso em: 17 set. 2025.

LYDON, J.; TERAMURA, A. H.; COFFMAN, C. B. UV-B radiation effects on photosynthesis, growth and cannabinoid production of two *Cannabis sativa* chemotypes. **Photochemistry and Photobiology**, v. 46, n. 2, p. 201-206, 1987. Disponível em: <[10.1111/j.1751-1097.1987.tb04757.x](https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.1987.tb04757.x)>. Acesso em: 17 set. 2025.

MACHADO, P. D. A.; PINHEIRO, E.; PEREIRA, M.; ANJOS, L. Fracionamento densimétrico da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo e cobertura vegetal em Paty do Alferes (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 731-737, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832004000400013>>. Acesso em: 17 set. 2025.

MEDEIROS, F. C.; SOARES, P. B.; DE JESUS, R. A.; TEIXEIRA, D. G.; ALEXANDRE, M. M.; SABEC, G. Z. Uso medicinal da *Cannabis sativa* (Cannabaceae) como alternativa no tratamento da epilepsia. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 41510-41523, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-623>>. Acesso em: 17 set. 2025.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE. **The health effects of cannabis and cannabinoids: the current state of evidence and recommendations for research**. The National Academies Press. Washington, DC, 2017.

PAGOTTO, U.; MARSICANO, G.; COTA, D.; LUTZ, B.; PASQUALI, R. The emerging role of the endocannabinoid system in endocrine regulation and energy balance. **Endocrine Reviews**, v. 27, n. 1, p. 73-100, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1210/er.2005-0009>>. Acesso em: 17 set. 2025.

POTTER, D. J. A review of the cultivation and processing of cannabis (*Cannabis sativa* L.) for production of prescription medicines in the UK. **Drug Test Analysis**, v. 6, n. 1-2, p. 31-38, jan./fev. 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/dta.1531>>. Acesso em: 17 set. 2025.

RIBEIRO, G. R.; NERY, L. G.; COSTA, A. C. M. M.; OLIVEIRA, G. S.; VAZ, R. L.; DE SOUSA FONTOURA, H.; ARRUDA, J. T. Potencial uso terapêutico dos compostos canabinoides—canabidiol e delta-9-tetrahydrocannabinol. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. e25310413844-e25310413844, 2021. Disponível em: <<file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/dorlivete,+e25310413844.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2025.

ROUSSIS, I.; BILALIS, D.; PAPASTYLIANOU, P.; KAKABOUKI, I.; MAVROEIDIS, A.; STAVROPOULOS, P. Effect of topping on growth development and CBD content of hemp (*Cannabis sativa* L.) in pot culture. **Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture**. 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:2022.0035>>. Acesso em: 17 set. 2025.

RUSSO, E. B.; JIANG, H. E.; LI, X.; SUTTON, A.; CARBONI, A.; DEL BIANCO, F.; LI, C. S. Phytochemical and genetic analyses of ancient cannabis from Central Asia. **Journal of experimental botany**, v. 59, n. 15, p. 4171-4182, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/jxb/ern260>>. Acesso em: 17 set. 2025.

SILVA, A. M. C. Acupuntura e cannabis medicinal: explorando a sinergia entre a acupuntura e os canabinoides no manejo da dor crônica. **Ciência na Sociedade: Revista Científica do Instituto Nikola Tesla**, v. 2, n. 1, 2024. Disponível em: <<file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/31-Texto%20do%20Artigo-111-1-10-20241223.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2025.

SMALL, E. **Cannabis**: a complete guide. Florida: CRC Press, 2017.

SMALL, E.; MARCUS, D.; JANICK, J.; WHIPKEY, A. **Hemp**: a new crop with new uses for North America. 2002.

SOUZA, J. R. P.; ROCHA, J. N.; MORAIS, H.; CARAMORI, P. H.; JOHANSSON, L. A. P. S.; MIRANDA, L. V. Desenvolvimento da espinheira-santa sob diferentes intensidades luminosas e níveis de poda. **Horticultura Brasileira**, v.26, n.1, p.40-44, 2008. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/hb/a/WVJxKDCgWbZ4rtYHmcCpM6v/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 17 set. 2025.

SOUZA, M. P.; BELLINI, I.; VERMOHLEN, N. T.; ANAMI, J. M.; FREITAS, D. C. L.; BRIGHENTI, A. F.; PASA, M.; STEFFENS, C. A. Poda verde melhora a qualidade de frutos e aumenta o conteúdo de compostos fenólicos e a atividade antioxidante em

maças 'Fuji'. **Horticultura Brasileira**, 2018. Disponível em: <https://www.udesc.br/arquivos/udesc/id_cpmenu/8179/129_15343491983712_8179.pdf>. Acesso em: 17 set. 2025.

TEAM, R. Core. R: A language and environment for statistical computing, **R Foundation for Statistical Computing**, 2024. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/fullrefman.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2025.

TRANCOSO, I.; DE SOUZA, G. A.; DOS SANTOS, P. R.; DOS SANTOS, K. D.; DE MIRANDA, R. M. D. S. N.; DA SILVA, A. L. P. M.; CAMPOSTRINI, E. Cannabis sativa L.: Crop management and abiotic factors that affect phytocannabinoid production. **Agronomy**, v. 12, n. 7, p. 1492, 2022. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2073-4395/12/7/1492/pdf?version=1655888866>>. Acesso em: 17 set. 2025.

USELIS, N.; LANAUSKAS, J.; LAU IKÉ, K.; KVIKLYS, D. Pruning type and tree growth control methods influence apple yield and fruit quality. Em: **XII International Symposium on Integrating Canopy, Rootstock and Environmental Physiology in Orchard Systems 1346**. 2021. p. 359-364. Disponível em: <<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1346.45>>. Acesso em: 17 set. 2025.

8. APÊNDICES

APÊNDICE 1

Tabela 5 - Análise de variância (ANOVA) para altura das plantas

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	53.54	17.847	0.38518	0.76639
Bloco	3	134.54	44.847	0.96791	0.44929
Resíduo	9	417.00	46.333		
Total	15	605.08			
CV	=	8,99%			

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6 - Análise de variância (ANOVA) para largura da copa

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	68.33	22.777	11.337	0.38639
Bloco	3	77.49	25.830	12.857	0.33729
Resíduo	9	180.81	20.090		
Total	15	326.63			
CV	=	6,41%			

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE 2

Tabela 7 - Análise de variância (ANOVA) para o teor de matéria fresca

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	0.004424	0.0014746	11.664	0.37520
Bloco	3	0.086909	0.0289698	229.153	0.00015
Resíduo	9	0.011378	0.0012642		
Total	15	0.102711			
CV	=	10,18%			

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8 - Análise de variância (ANOVA) para o teor de matéria seca

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	0.0001732	0.00005772	0.7625	0.54296
Bloco	3	0.0048576	0.00161921	213.927	0.00020
Resíduo	9	0.0006812	0.00007569		
Total	15	0.0057120			
CV	=	9,65%			

Fonte: Autoria própria.

APÊNDICE 3

Tabela 9 - Análise de variância (ANOVA) para o rendimento de óleo

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	2.673	0.8909	0.28263	0.83675
Bloco	3	21.753	72.510	230.027	0.14593
Resíduo	9	28.370	31.522		
Total	15	52.796			
CV	=	20,25%			

Fonte: Autoria própria

Tabela 10 - Análise de variância (ANOVA) para o teor de canabidiol (CBD)

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	317.08	105.694	33.079	0.071221
Bloco	3	352.48	117.494	36.772	0.056112
Resíduo	9	287.57	31.952		
Total	15	957.13			
CV	=	8,31%			

Fonte: Autoria própria

Tabela 11 - Análise de variância (ANOVA) para o teor de Δ^9 -tetrahydrocannabinol (THC)

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	0.14991	0.049971	0.98844	0.44093
Bloco	3	0.33853	0.112844	223.210	0.15379
Resíduo	9	0.45499	0.050555		
Total	15	0.94344			
CV	=	8,84%			

Fonte: Autoria própria

Tabela 12 - Análise de variância (ANOVA) para o teor de canabigerol (CBG)

	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	0.51699	0.172329	24.585	0.12946
Bloco	3	0.41619	0.138731	19.792	0.18771
Resíduo	9	0.63085	0.070094		
Total	15	156.403			
CV	=	10,13%			

Fonte: Autoria própria

CAPÍTULO 2 - ENRAIZAMENTO

1. INTRODUÇÃO

A estaquia, é uma técnica amplamente utilizada para clonagem no cultivo da cannabis (*Cannabis sativa* L.), desempenhando papel fundamental na conservação de plantas com características desejáveis. Esta técnica envolve o corte de uma parte da planta, como segmento caulinar, que é então enraizado para formar uma nova planta geneticamente idêntica à planta mãe (Coffman & Gentner, 1979).

A conservação de germoplasma da cannabis através da estaquia, possibilita a preservação de perfis específicos de canabinoides e terpenos, que são compostos bioativos essenciais para o valor medicinal e comercial da cannabis (Lata *et al.*, 2009). Por meio dessa técnica, os cultivadores conseguem manter uma uniformidade nas características desejadas das plantas, como níveis específicos de Δ^9 -tetrahydrocannabinol (THC), canabidiol (CBD) ou outros canabinoides, bem como uma composição química definida de terpenos, que contribuem para o aroma e os efeitos terapêuticos da planta (Chandra *et al.*, 2020). Essa uniformidade é de singular importância no uso dos óleos de cannabis como medicamento, devido a necessidade de padronização dessas características, a fim de se garantir a eficácia e a segurança dos tratamentos para os pacientes (Potter, 2014; Levada *et al.*, 2024).

A clonagem por estaquia é, portanto, uma técnica vital para a indústria da cannabis. A aplicação bem-sucedida desta técnica pode resultar em colheitas mais previsíveis e produtivas, o que é essencial para atender à crescente demanda por produtos de cannabis de alta qualidade no mercado medicinal e recreativo. (Frusciante *et al.*, 2025; Górski *et al.*, 2025)

A aplicação de hormônios de enraizamento, como o ácido indol-3-butírico (AIB), pode melhorar significativamente a taxa de sucesso do enraizamento de estacas de cannabis, promovendo o desenvolvimento de raízes mais vigorosas e saudáveis (Caplan *et al.*, 2018). Essa prática de aumento da eficiência do enraizamento de estacas é considerada superior, inclusive, à outras práticas comuns de estímulo do enraizamento de estacas como a remoção das pontas das folhas ou de folhas completas. Logo, a aplicação de hormônios de enraizamento tem potencial de aumentar a eficiência da clonagem e melhorar a qualidade das plantas resultantes (Caplan *et al.*, 2018).

O uso eficiente de hormônios vegetais para enraizamento pode favorecer a formação de plantas mais vigorosas e produtivas, ao estimular o desenvolvimento radicular na fase inicial da propagação clonal. No caso da cannabis, o aumento na taxa de enraizamento reduz o tempo do ciclo da cultura, permitindo o plantio antecipado das estacas e colheitas mais rápidas. Isso possibilita o aumento da produtividade pela realização de mais ciclos de cultivo no mesmo intervalo de tempo (Hartmann *et al.*, 2002).

No entanto, apesar do aumento recente do número de pesquisas que associam a aplicação de determinados hormônios vegetais ao aumento no enraizamento de estacas de cannabis, essas pesquisas ainda são escassas para a espécie em questão. Com isso, objetivou-se, a identificação e definição de produtos que melhoram o enraizamento de estacas, visando contribuir para o avanço do conhecimento científico sobre a propagação de cannabis. O presente estudo poderá fornecer diretrizes para cultivadores de cannabis medicinal em todo o Brasil, promovendo a produção de plantas de alta qualidade e a manutenção de genéticas para uso terapêutico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A utilização de hormônios vegetais, como o ácido indol-3-butírico (AIB), para auxiliar no enraizamento de estacas vem sendo cada vez mais estudada a fim de se aumentar a taxa de enraizamento das mesmas, promovendo desenvolvimento radicular mais rápido e vigoroso. Estacas semilenhosas de pessegueiro (*Prunus persica*) tratadas com AIB apresentaram maior porcentagem de enraizamento, variando conforme a cultivar e a concentração do hormônio (Tofanelli *et al.*, 2010).

Para a amoreira-preta (*Rubus* spp.), a aplicação de AIB estimulou a formação de raízes adventícias em estacas (Antunes *et al.*, 2003), enquanto na acerola (*Malpighia emarginata*) o AIB aumentou a porcentagem de enraizamento e o número de raízes formadas (Lopes *et al.*, 2003). Quanto à concentração, pesquisas com estacas de paricá (*Schizolobium amazonicum*) indicaram que concentrações específicas de 2.000 e 3.000 ppm de AIB foram mais eficazes na formação de raízes (Lima *et al.*, 2019).

A clonagem por estacas é uma técnica essencial para preservar as características genéticas de cannabis com perfis específicos de canabinoides e terpenos, que são de extrema importância para os pacientes que utilizam os óleos medicinais de cannabis (Chandra *et al.*, 2020). O uso de hormônios para o enraizamento de estacas de cannabis, como o AIB e o GA (ácido giberélico), bem como o Thidiazuron (citocinina sintética), proporcionam maior desenvolvimento radicular no que diz respeito ao número e comprimento médio de raízes produzidas (Chandra *et al.*, 2009). A aplicação de hormônios vegetais de enraizamento resultou em aumento de 15 a 18 vezes no sucesso de enraizamento de estacas de cannabis (Campbell *et al.*, 2021).

Uma pesquisa financiada pela ABcann Medicinals Inc., do Canadá, testou a influência de quatro diferentes fatores positivos no enraizamento de estacas de cannabis, bem como a interação entre os mesmos. Os fatores considerados foram: número de folhas deixadas na estaca para enraizamento (duas ou três), supressão da extremidade das folhas (remoção de um terço das pontas das folhas), a origem da estaca (basal ou apical), e o uso de hormônio para acelerar o enraizamento das estacas (AIB 0,2% ou geleia de extrato de salgueiro branco (*Salix alba* 0,2%). Dentre os quatro diferentes fatores testados, a aplicação de hormônio de enraizamento foi o que proporcionou os melhores efeitos, no que se refere à taxa de sucesso de

enraizamento, bem como na qualidade das raízes formadas. Dentre os diferentes hormônios testados, o tratamento com AIB foi o que apresentou os melhores resultados (Caplan *et al.*, 2018).

Pesquisas sobre o uso de hormônios de enraizamento em estacas de cannabis podem contribuir para o desenvolvimento de práticas agronômicas mais sustentáveis e economicamente viáveis como a redução no uso de água. Afinal a capacidade de produzir plantas saudáveis e uniformes de maneira mais rápida e eficiente pode reduzir os custos de produção, garantindo maior sustentabilidade do cultivo, beneficiando tanto os produtores quanto os pacientes que dependem dos produtos medicinais derivados da cannabis (Caplan *et al.*, 2018).

Uma lacuna identificada é a ausência de pesquisas específicas sobre o cultivo de cannabis em países tropicais, onde fatores ambientais como alta umidade e temperaturas elevadas podem influenciar significativamente o sucesso do enraizamento. Ao realizar buscas em bases de dados acadêmicas, tais como Web of Science, Scopus e Google Scholar, praticamente não foram encontradas publicações relacionadas às condições tropicais, evidenciando a necessidade de mais estudos adaptados a esses ambientes. Além disso, não há consenso entre os autores acerca do hormônio mais eficiente para o enraizamento de estacas de cannabis, nem mesmo da concentração ideal desses hormônios (Chandra *et al.*, 2009; Caplan *et al.*, 2018; Campbell *et al.*, 2021).

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Avaliar a eficácia da aplicação de três diferentes produtos a base de AIB para enraizamento de estacas de cannabis.

3.2. Objetivos específicos

- Avaliar o enraizamento de estacas de cannabis após o tratamento hormonal.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Aspectos Gerais

Todas as atividades de plantio, condução de culturas, colheita, coleta e análise de dados foram conduzidos nas instalações da APEPI.

O experimento foi conduzido na sede campestre da APEPI, localizada na cidade de Paty do Alferes – RJ, Brasil. O clima da região é do tipo Cw da classificação de Köppen, com temperatura média anual de 20 °C, e precipitação média anual de aproximadamente 1.200 mm (Delgado *et al.*, 2004; Pinheiro *et al.*, 2004).

4.2. Tratamentos e condução das plantas

O experimento foi conduzido em delineamento em blocos casualizados (DBC) utilizando-se 4 blocos, e todas as estacas foram retiradas da mesma planta matriz da cultivar 'Doctor'. Cada bloco continha 7 estacas de 15 cm de cada tratamento, totalizando 112 estacas.

Foi adotado o manejo convencional da fazenda para as estacas, com a utilização de um produto diferente para cada um dos tratamentos. Os produtos utilizados, os quais tiveram seu efeito avaliado, consistem nos seguintes hormônios vegetais: AIB-0,3 (0,3% de AIB) em gel, AIB-0,6 (0,6% de AIB) em pó, AIB-GA3 (0,6% de AIB + GA3 com 0,03% de GA) em pó e testemunha (sem aplicação de produtos). A irrigação foi feita aplicando-se 10 mL de água por estaca, três vezes por semana, às segundas, quartas e sextas.

As estacas foram enraizadas em substrato de 25% de fibra de coco, 25% de coco fino e 50% vermiculita, em ambiente controlado com as seguintes características: umidade de 85% acompanhada pelo *setpoint* para acionamento do exaustor caso necessário, lâmpadas fluorescentes de 18 W e temperatura de 23 °C. Corridos 18 dias do experimento, todas as estacas foram retiradas do blister e submetidas à lavagem para avaliação dos parâmetros determinados.

4.3. Parâmetros avaliados

- Presença/ausência de raízes, em percentual de estacas enraizadas, bem como no comprimento das três maiores raízes de cada estaca.

- Comprimento das três maiores raízes de cada estaca.

4.4. Análise Estatística

Para a análise estatística dos dados obtidos no experimento, primeiramente foram verificados os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias. A normalidade dos resíduos foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk, a um nível de significância de 5%, constatando-se que os mesmos podem ser considerados normalmente distribuídos. Em seguida, a homogeneidade das variâncias foi verificada pelo teste de O'Neill & Mathews, também a um nível de significância de 5%, indicando que as variâncias dos tratamentos são homogêneas.

Com a confirmação desses pressupostos, optou-se pela utilização de métodos paramétricos. Foi realizada uma análise de variância (ANOVA), e o teste F (Fisher), a fim de comparar as variâncias, sob nível de significância ($p > 0,05$). Foi utilizado o teste de Tukey para comparações múltiplas entre médias, visando identificar diferenças pontuais entre tratamentos.

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (R Core Team, 2024), adotando-se um nível de significância de 5%. Essa abordagem permitiu assegurar a robustez dos resultados e a confiabilidade das inferências estatísticas obtidas no estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Presença de raízes

A análise de variância indicou que houve efeito significativo dos tratamentos sobre a presença de raízes nas estacas de *Cannabis sativa* L. ($F_{3,105} = 21,96$; $p < 0,0001$). O coeficiente de variação (CV) foi de 88%, sugerindo alta variabilidade nos dados coletados (Tabela 1).

O alto coeficiente de variação observado entre as estacas utilizadas sugere que fatores como a idade da planta matriz, posição das estacas que foram retiradas nos ramos superiores, médios e inferiores das matrizes e condições microambientais podem influenciar significativamente o enraizamento (Lata *et al.*, 2016).

Tabela 1 - Resultados da análise de variância (ANOVA) para o parâmetro presença de raiz.

	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamento	3	9,9554	3,3185	21,9212	0,000000
Bloco	3	1,7411	0,5804	3,8407	0,011812
Resíduo	105	15,8661	0,1511		
Total	111	27,5625			

Fonte: Autoria própria.

O teste de Tukey a 5% de probabilidade revelou que o tratamento com AIB-0,3 em gel apresentou a maior média de presença de raízes (0,89), diferindo significativamente dos demais tratamentos (Tabela 2). A testemunha obteve média de 0,50, sendo estatisticamente igual ao tratamento com AIB-0,6 em pó (0,25), mas superior ao tratamento com AIB-GA3 em pó (0,107). Não houve diferença significativa entre os tratamentos testemunha e AIB-0,6, nem entre os tratamentos com AIB-0,6 e AIB-GA3.

Tabela 2 - Resultados do teste Tukey para o parâmetro presença de raiz.

Tratamentos	Médias
AIB-0,3	0,890 a
Testemunha	0,500 b
AIB-0,6	0,250 b c
AIB-GA3	0,107 c

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$)

Fonte: Autoria própria.

A eficácia do AIB-0,3 na formação de novas raízes, ou pelo menos alguma fração dessa, pode ser atribuída a sua forma (em gel), a qual possivelmente facilita a absorção do hormônio pelas estacas, além de oferecer um ambiente propício ao enraizamento. Contudo, também se pode encontrar pesquisas nas quais o efeito da aplicação do hormônio em pó de outras marcas e concentrações foi eficiente para o aumento do número de raízes em estacas de cannabis (Campbell *et al.*, 2021; Mcleod, 2022). O resultado encontrado corrobora com o que é encontrado na literatura, onde o enraizamento de estacas de cannabis foi favorecido pela aplicação de AIB em concentrações iguais ou inferiores a 5% (Chandra *et al.*, 2009; Caplan *et al.*, 2018; Campbell *et al.*, 2021).

Estudos anteriores sugerem que concentrações inadequadas de AIB podem não promover o enraizamento ou até inibi-lo, dependendo das condições experimentais (Mcleod, 2022). Existem pesquisas com estacas de cannabis que indicaram que concentrações específicas em torno de 3000 ppm (0,3%) de AIB foram mais eficazes do que concentrações menores, em torno de 1000 ppm (0,1%), no que diz respeito à massa e número de raízes formadas, e ambas as concentrações superiores à ausência do regulador (Lata *et al.*, 2010). Em outros estudos, menores concentrações, em torno de 0,08%, foram mais favoráveis ao enraizamento das estacas de cannabis (Garcia *et al.*, 2023)

4.2. Tamanho das raízes

Os resultados mostraram que, de forma geral, não houve diferença significativa entre a testemunha e o tratamento com AIB-0,3 no parâmetro tamanho de raízes (Tabela 3), mas, ambos foram significativamente superiores aos tratamentos com AIB-0,6 e AIB-GA3. Esse resultado demonstra que sob as condições experimentais, a aplicação de AIB-0,6 e AIB em combinação com ácido giberélico (GA3), não proporcionaram ambiente tão favorável quanto o testemunha e o AIB-0,3. Logo, indica que estes mantiveram condições naturais mais equilibradas para o enraizamento.

Tabela 3 - Resultados do teste Tukey para o parâmetro comprimento médio das três maiores raízes (primeiras, segundas e terceiras) de cada tratamento e média total do comprimento das três maiores raízes de cada tratamento.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey $p \geq 0,05$).

Tratamentos	Primeiras	Segundas	Terceiras	Média
Testemunha	3.131 a	1.944 a	1,678 a	2,251 a
AIB-0,3	2.372 a b	1,875 a	1,471 a	1,906 a
AIB-0,6	0.675 b c	0,256 b	0,123 b	0,351 b
AIB-GA3	0.148 c	0,046 b	0,000 b	0,064 b

Fonte: Autoria própria.

A diferença entre os tratamentos com AIB-0,6 e AIB-GA3 indica que a adição de ácido giberélico (GA3) não teve efeito sinérgico no processo de crescimento das raízes. De fato, o GA3 é conhecido por promover alongamento celular e pode, em certas situações, prejudicar a formação de raízes quando aplicado em conjunto com auxinas (Chandra *et al.*, 2009). Portanto, a interação entre diferentes reguladores de crescimento deve ser cuidadosamente avaliada para otimizar a propagação vegetativa da cannabis.

Recomenda-se que futuros estudos considerem essas variáveis para reduzir a variabilidade e aumentar a confiabilidade dos resultados. Futuros trabalhos devem ainda explorar a otimização das concentrações de hormônios, a interação entre diferentes reguladores de crescimento e o impacto de fatores ambientais no processo de enraizamento. Além disso, a padronização de técnicas e a redução da variabilidade são essenciais para avançar nas práticas de propagação vegetativa desta espécie de grande importância medicinal e econômica.

5. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo permitem concluir que, entre os tratamentos testados, a formulação com AIB-0,3, apresenta-se como a opção mais adequada para protocolos de clonagem de *Cannabis sativa* L. Essa recomendação fundamenta-se no equilíbrio entre eficácia de enraizamento, uniformidade e aplicabilidade prática, aspectos essenciais para a propagação em escala comercial.

Além disso, os achados reforçam que a escolha correta da formulação hormonal é determinante para o sucesso da multiplicação clonal, uma vez que concentrações elevadas ou combinações hormonais não necessariamente geram benefícios adicionais. Assim, a padronização do uso de AIB-0,3 pode contribuir para práticas de manejo mais eficientes e sustentáveis, garantindo a manutenção de genótipos e a qualidade do cultivo medicinal de cannabis.

6. REFERÊNCIAS

ANTUNES, L. E. C.; GONÇALVES, E. D.; TREVISAN, R.; PICOLOTTO, L. Rooting of blackberry (*Rubus spp.*) under different doses of IBA and substrates. **Ciência Rural**, 33(5), 829-834, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/8QXz4QKdzG6c683f3hRKctv/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 17 set. 2025.

APOIO À PESQUISA E PACIENTES DE CANNABIS MEDICINAL (APEPI). Pesquisa. Disponível em: <<https://apepi.org/pesquisa/>>. Acesso em: 17 set. 2025.

CAMPBELL, S. M.; ANDERSON, S. L.; BRYM, Z. T.; PEARSON, B. J. Evaluation of substrate composition and exogenous hormone application on vegetative propagule rooting success of essential oil hemp (*Cannabis sativa* L.). **Plos one**, v. 16, n. 7, p. e0249160, 2021. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0249160>>. Acesso em: 17 set. 2025.

CAPLAN, D.; DIXON, M.; ZHENG, Y. Optimal rate of organic fertilizer during the vegetative-stage for cannabis grown in two coir-based substrates. **HortScience**, v. 53, n. 4, p. 529-535, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21273/HORTSCI11903-17>>. Acesso em: 17 set. 2025.

CAPLAN, D.; STEMEROFF, J.; DIXON, M.; ZHENG, Y. Vegetative propagation of cannabis by stem cuttings: effects of leaf number, cutting position, rooting hormone, and leaf tip removal. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 98, n. 5, p. 1126-1132, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1139/CJPS-2018-0038>>. Acesso em: 17 set. 2025.

CHANDRA, S.; LATA, H.; ELSOHLI, M. A. Propagation of cannabis for clinical research: an approach towards a modern herbal medicinal products development. **Frontiers in plant science**, v. 11, p. 958, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2020.00958>>. Acesso em: 17 set. 2025.

CHANDRA, S.; LATA, H.; MEHMEDIC, Z.; KHAN, I. A.; ELSOHLI, M. A. Assessment of cannabinoids content in micropropagated plants of *Cannabis sativa* and their comparison with conventionally propagated plants and mother plant during developmental stages of growth. **Planta Medica**, v. 76, n. 8, p. 743-750, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1055/s-0029-1240628>>. Acesso em: 17 set. 2025.

COFFMAN, C. B.; GENTNER, W. A. 1979. Greenhouse propagation of Cannabis Sativa L. by vegetative cuttings. **Econ. Bot.** 33: 124–127. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF02858280>>. Acesso em: 17 set. 2025.

DELGADO, I. F.; PAUMGARTTEN, F. J. R. Intoxicações e uso de pesticidas por agricultores do Município de Paty do Alferes, Rio de Janeiro, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 20, p. 180-186, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-311X2004000100034>>. Acesso em: 17 set. 2025.

FRUSCIANTE, L.; GEMINIANI, M.; SHABAB, B.; OLMASTRONI, T.; RONCUCCI, N.; MASTROENI, P.; SANTUCCI, A. Enhancing industrial hemp (*Cannabis sativa*) leaf by-products: Bioactive compounds, anti-inflammatory properties, and potential health applications. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 26, n. 2, p. 548, 2025. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/ijms26020548>>. Acesso em: 17 set. 2025.

GARCÍA, B. P.; PINZÓN-SANDOVAL, E. H.; ALMANZA-MERCHÁN, P. J. Propagation of *Cannabis sativa* (L.) plants through cuttings and use of auxin phytohormones. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 17, n. 3, 2023. Disponível em: <<http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v17n3/2011-2173-rcch-17-03-e16428.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2025.

GÓRSKI, K.; KOWALCZYK, T.; GŁADYS, A.; GLICA, M.; MUSKAŁA, M.; PICOT, L.; SITAREK, P. Industrial applications of *Cannabis sativa* (L.): Exploring its biological and nanotechnological potential. **Industrial Crops and Products**, v. 225, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.120566>>. Acesso em: 17 set. 2025.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. Pearson, 2018.

HARTMANN, H.; DAVIES, F.; GENEVE, R. **Hartmann and Kester's plant propagation: Principles and practices**. 7th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. 2002.

LATA, H.; CHANDRA, S.; ELSOHLY, M. A. Propagation of *Cannabis sativa* L.: An overview. In **Cannabis sativa L. - Botany and Biotechnology**. Springer, 2010.

LATA, H.; CHANDRA, S.; KHAN, I.; ELSOHLY, M. A. Propagation through alginate encapsulation of axillary buds of *Cannabis sativa* L.—an important medicinal plant. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 15, n. 1, p. 79-86, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s12298-009-0008-8>>. Acesso em: 17 set. 2025.

LEVADA, L. P.; PITTAN, F. C.; ASHMAWI, O. H.; OLEJ, G. R.; SOLER, J. V. D. T.; DE SOUZA, I. A. C.; PUPE, C. C. B. Revisão da literatura sobre o uso da cannabis medicinal no tratamento da epilepsia. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 3, p. 2134-2154, 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n3p2134-2154>>. Acesso em: 17 set. 2025.

LOPES, J. C.; ALEXANDRE, R. S.; SILVA, A. E.; RIVA, E. M. Influência do ácido indol-3-butírico e do substrato no enraizamento de estacas de acerola. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 9, n. 1, 2003. Disponível em: <<file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/489-Article%20Text-808-1-10-20120827.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2025.

MCLEOD, A.; VINING, K.; HOSKINS, T.; CONTRERAS, R. Impact of indole-3-butyric acid concentration and formulation and propagation environment on rooting success

of '13'hemp by stem cuttings. **HortTechnology**, v. 32, n. 3, p. 321-324, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21273/HORTTECH05016-21>>. Acesso em: 17 set. 2025.

PINHEIRO, E. F. M.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. D.; MACHADO, P. D. A. Fracionamento densimétrico da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo e cobertura vegetal em Paty do Alferes (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 731-737, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832004000400013>>. Acesso em: 17 set. 2025.

POTTER, D. J. A review of the cultivation and processing of cannabis (*Cannabis sativa* L.) for production of prescription medicines in the UK. **Drug testing and analysis**, v. 6, n. 1-2, p. 31-38, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/dta.1531>>. Acesso em: 17 set. 2025.

STEMEROFF, J.; DIXON, M.; ZHENG, Y. Vegetative propagation of *Cannabis sativa* by stem cuttings: effects of leaf number, cutting position, rooting hormone, and leaf tip removal. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 98, n. 5, p. 1126-1132, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1139/CJPS-2018-0038>>. Acesso em: 17 set. 2025.

THE R CORE TEAM. A language and environment for statistical computing, **R Foundation for Statistical Computing**, 2024. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/doc/manuals/r-release/fullrefman.pdf>>. Acesso em: 17 set. 2025.

TOFANELLI, M. B. D.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O.. Método de aplicação do ácido indolbutírico na estaquia de cultivares de pessegueiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 5, p. 1031–1037, out. 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-70542003000500009>>. Acesso em: 17 set. 2025