Métodos alternativos para o controle da matocompetição em sistema agroflorestal com cacaueiro no bioma Amazônia

Adriana Maria Griebeler[1]
http://orcid.org/0000-0002-9891-5959
* Contato principal

Clenes Cunha Lima[2]
https://orcid.org/0000-0001-8406-9723

Gilmar José Müller[2]
https://orcid.org/0009-0004-1410-2777

Joana Paiva de Sousa[2]
https://orcid.org/0009-0006-4583-5206

Marlucia Alves Costa Martins[2]
https://orcid.org/0009-0008-8377-9983

Gládis de Oliveira Jucoski[2]
https://orcid.org/0009-0008-6024-8442

Felipe Turchetto (in memoriam)[3]
http://orcid.org/0000-0002-2526-2440

Anna Karyne Costa Rego[2]
https://orcid.org/0000-0002-1514-7801

[1] Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA, Parauapebas/PA, Brasil. <griebeleradriana@gmail.com>.

[2] Universidade Federal Rural da Amazônia/UFRA, Parauapebas/PA, Brasil. <clenes.cunha@ufra.edu.br, mullergilmar9@gmail.com, joanapaivva@gmail.com, gladis.jucoski@ufra.edu.br, anna.karyne@ufra.edu.br>.

[3] Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, Santa Maria/RS, Brasil. <turchetto.felipe@gmail.com>.

Recebido em 02/09/2024 - Aceito em 10/02/2025

Como citar:

Griebeler AM, Lima CC, Müller GJ, Sousa JP, Martins MAC, Jucoski GO, Turchetto F, Rego AKC. Métodos alternativos para o controle da matocompetição em sistema agroflorestal com cacaueiro no bioma Amazônia. Biodivers. Bras. [Internet].2025; 15(1): 248-258. https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v15i1.2677

Palavras-chave: Coroa de plantio; manta têxtil; *Theobroma cacao*; plantas daninhas.

RESUMO – O controle da matocompetição é uma das principais demandas na condução inicial de plantas de *Theobroma cacao* L. na região amazônica. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes métodos físicos no coroamento de mudas clonais de cacaueiro em sistema agroflorestal, como estratégia para o controle da matocompetição. O experimento foi conduzido em área pertencente à empresa Rancho Pioneiros, no município de Parauapebas, Pará, em delineamento de blocos ao acaso, em espaçamento 3 m x 3 m. Os tratamentos aplicados na coroa das mudas foram: testemunha (T1); capina convencional (T2); manta têxtil (T3); palhada (T4); maravalha (T5); papelão (T6); lona dupla face (T7) e coroa de plantio (T8). A manta têxtil (T3) consistia em um tecido de juta enriquecido com fertilizante e um herbicida pré-emergente. Aos 90 dias após o plantio, avaliou-se a sobrevivência, altura, diâmetro do colo e índice de clorofila Falker *a* (ICF*a*) e *b* (ICF*b*) das mudas, bem como a biomassa das plantas daninhas na coroa. A sobrevivência e crescimento inicial das mudas não foi influenciada pelos tratamentos. Entretanto, a utilização de palhada e o coroamento manual propiciaram maiores valores de ICF*a* e ICF*b*, indicando melhores condições fisiológicas, que podem promover maior crescimento das plantas. Os métodos alternativos testados apresentaram grande potencial para a supressão de plantas daninhas, sendo uma estratégia eficiente ao controle da matocompetição e favorável ao condicionamento fisiológico para o estabelecimento inicial do cacaueiro em sistemas agroflorestais.

CC BY NC ND

Alternative methods for weed competition control in an agroforestry system with cacao in the Amazon biome

Keywords: Planting crown; textile mulch; *Theobroma cacao;* weeds.

ABSTRACT – Weed control is one of the main demands in the initial management of *Theobroma cacao* L. plants in the Amazon region. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of different physical methods in the crowning of clonal cacao seedlings in an agroforestry system as a strategy for weed control. The experiment was conducted in an area belonging to the Rancho Pioneiros Company, in the municipality of Parauapebas, Pará, using a randomized block design, with a spacing of 3 m x 3 m. The treatments applied to the crown of the seedlings were: Control (T1); conventional weeding (T2); textile mat (T3); straw (T4); wood shavings (T5); cardboard (T6); double-sided tarp (T7); and planting crown (T8). The textile mat (T3) was made of jute enriched with fertilizer and pre-emergent herbicide. At 90 days after planting, the survival, height, stem diameter, and Falker chlorophyll index *a* (ICF*a*) and *b* (ICF*b*) of the seedlings were evaluated, as well as the weed biomass in the crown. Seedling survival and initial growth were not influenced by the treatments. However, the use of straw and manual crowning resulted in higher ICF*a* and ICF*b* values, indicating better physiological conditions, which can promote greater plant growth. The alternative methods tested showed great potential for weed suppression, being an efficient strategy for weed control and favorable for the physiological conditioning of the initial establishment of cacao tree in agroforestry systems.

Métodos alternativos para el control de la competencia de malezas en sistemas agroforestales con cacaotero, en el bioma Amazonía

Palabras clave: Corona de plantación; manta textil; *Theobroma cacao*; malezas.

RESUMEN: El control de malezas es una de las principales demandas en el manejo inicial de plantas de *Theobroma cacao* L. en la región amazónica. Así, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes métodos físicos en el deshierbe de plántulas clonales de cacao en un sistema agroforestal, como estrategia para el control de malezas. El experimento se realizó en un área perteneciente a la Empresa Rancho Pioneiros, en el municipio de Parauapebas, Pará, utilizando un diseño de bloques al azar, con un espaciamiento de 3 m x 3 m. Los tratamientos aplicados a la corona de las plántulas fueron: Control (T1); deshierbe convencional (T2); manta textil (T3); paja (T4); viruta de madera (T5); cartón (T6); lona de doble cara (T7); y corona de plantación (T8). La manta textil (T3) consistió en un tejido de yute enriquecido con fertilizante y herbicida preemergente. A los 90 días después de la siembra, se evaluó la supervivencia, altura, diámetro del tallo e índice de clorofila Falker *a* (ICF*a*) y *b* (ICF*b*) de las plántulas, así como la biomasa de las malezas en la corona. La supervivencia y el crecimiento inicial de las plántulas no fueron influenciados por los tratamientos. Sin embargo, el uso de paja y el deshierbe manual resultaron en mayores valores de ICF*a* e ICF*b*, lo que indica mejores condiciones fisiológicas, que pueden promover un mayor crecimiento de las plantas. Los métodos alternativos probados mostraron un gran potencial para la supresión de malezas, siendo una estrategia eficiente para el control de malezas y favorable para el acondicionamiento fisiológico del establecimiento inicial de cacaotero en sistemas agroforestales.

Introdução

Theobroma cacao L., conhecida popularmente como cacaueiro, é uma espécie frutífera, nativa da região amazônica, pertencente à família Malvaceae. O principal interesse comercial dessa espécie está no aproveitamento das amêndoas que são utilizadas na produção de chocolate, cacau em pó e manteiga, além de geleias, sucos, cremes e nas indústrias farmacêutica e cosméticas [1]. A casca do fruto também pode ser aproveitada na produção de alimento para o gado e na adubação dos plantios já estabelecidos.

O estado do Pará é o maior produtor de cacau do Brasil [2], onde cerca de 80% da produção situa-se ao longo da rodovia Transamazônica (BR 230). A espécie tem sido cultivada em diferentes sistemas de plantio com destaque aos sistemas sombreados,

CC BY NC ND

conhecidos como sistemas agroflorestais do tipo cabruca, consorciados e policultivos [3].

Na região sudeste do Pará, o estabelecimento de plantios com a cultura do cacau tem sido utilizado como estratégia para recuperação de áreas degradadas pela agropecuária, contribuindo com o reflorestamento de áreas desmatadas. Nesse contexto, a expansão sustentável do cacau tem sido benéfica para a Amazônia, integrando geração de emprego e renda à preservação da floresta [4]. Contudo, diversas atividades e recomendações devem ser seguidas para obtenção de resultados satisfatórios, considerando desde a qualidade genética das mudas, o preparo da área e tratos culturais aplicados.

Nesse contexto, o controle da matocompetição é uma das principais demandas associadas à condução inicial dos plantios de cacaueiro na região amazônica [5,6]. Essa problemática é ressaltada devido às condições climáticas tropicais de elevada temperatura e umidade, que favorecem a proliferação e o desenvolvimento de plantas daninhas que competem com a cultura por água, luz, nutrientes e espaço. Dentre as espécies, destacam-se gramíneas invasoras como o capim braquiária (*Brachiaria brizantha* Satrf) e mombaça (*Megathyrsus maximus* Cv.). Com isso, os custos associados à manutenção das áreas produtivas, representam mais de 70% do valor da mão de obra necessária para a implantação e condução inicial dos plantios de cacaueiro [6], uma vez que o controle frequente da matocompetição é extremamente necessário nos dois primeiros anos de cultivo.

O manejo da matocompetição em plantios florestais pode ser realizado pelo emprego de métodos mecânicos e químicos, isolados ou combinados [7]. No cultivo de cacaueiro, tal atividade ocorre principalmente, por meio da roçada das entrelinhas de plantio, associada à capina manual no entorno das mudas. Outra forma utilizada é a aplicação de herbicidas, contudo existem restrições de uso, como a legislação, o desenvolvimento de daninhas resistentes, efeitos fitotóxicos às plantas de cacaueiro, problemas ambientais (lixiviação de herbicidas, deriva e escoamento) e danos à saúde do trabalhador [8]. Adicionalmente, questões relacionadas ao uso de herbicidas e à crescente preocupação dos consumidores com a contaminação por agrotóxicos têm incentivado muitos produtores a buscar estratégias para reduzir ou até mesmo eliminar o controle químico de plantas daninhas [9].

A presença de plantas daninhas nos povoamentos florestais também pode representar benefícios por não deixar o solo exposto, proporcionando a redução da lixiviação de nutrientes, melhoria do microclima, redução da erosão eólica, hídrica e aumento da biodiversidade [9]. Assim, é importante encontrar um equilíbrio entre a proteção do solo e a água e o controle da competição de plantas daninhas com as árvores. A experiência dos agricultores indica que o maior investimento no manejo de plantas daninhas está diretamente relacionado com a maior produtividade de cacau [10].

Diante desse cenário, ressalta-se a necessidade do estudo de métodos sustentáveis e de menor custo para o controle da matocompetição em plantios de cacaueiro. Menciona-se ainda que estudos recentes têm demonstrado o efeito positivo de métodos físicos no coroamento das mudas florestais em áreas de restauração, como o uso do papelão, serragem, lona plástica [11] e palhada [12]. Outras estratégias desenvolvidas consistem no uso da manta têxtil de juta ou biomanta e a coroa de plantio. A primeira tem sido recomendada para uso no entorno da muda para controle da erosão e da matocompetição [13]. A coroa de plantio é uma tecnologia inovadora desenvolvida para restauração florestal em larga escala e que impede o crescimento de plantas daninhas, sobretudo de gramíneas invasoras ao redor da muda, mediante o uso de material de polietileno rígido. Em termos práticos, além de proteger o solo contra lixiviação, essa estrutura contribui para a visualização e o monitoramento das mudas em campo, podendo ser uma alternativa de uso para plantios de cacaueiro.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes métodos físicos no coroamento de mudas de *T. cacao* em sistema agroflorestal, como estratégia para o controle da matocompetição.

Material e Métodos

Caracterização da área experimental

O estudo foi conduzido em um local adjacente a uma área de preservação permanente pertencente à empresa Rancho dos Pioneiros, situada no município de Parauapebas, Pará (6°13'53.61"S e 49°52'41.21"O), com altitude média de 190 m. A área experimental possui histórico de pastejo intensivo pela atividade pecuária por mais de 20 anos e que se encontra em pousio há três anos (Figura 1).

CC BY NC ND

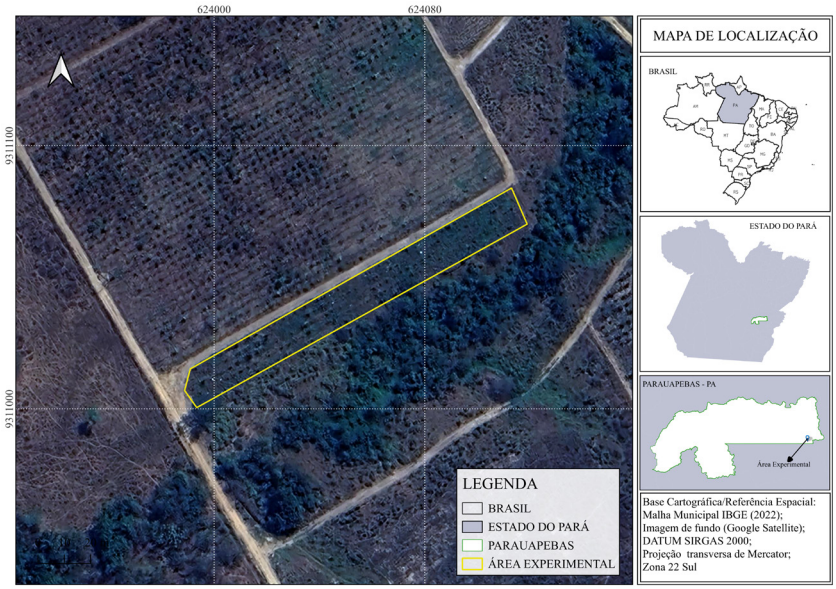

Figura 1 – Localização da área de estudo. O polígono amarelo indica a área experimental.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região caracteriza-se como tropical úmido, do tipo "Am", no limite de transição para o "Aw", com temperatura e pluviosidade média anuais de 29ºC e 1.500 – 2.000 mm ano^{-1}, respectivamente [14]. Os dados climáticos do período de estudo foram obtidos com a estação meteorológica do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, Estação Betânia A230, localizada, aproximadamente, a 35 km da área experimental (Fig. 2).

Os solos da região se caracterizam predominantemente como argissolos, cuja profundidade varia de medianamente profundos a profundos e drenagem moderada [15]. O relevo da área de estudo caracteriza-se como levemente ondulado.

O preparo da área de plantio teve início em maio de 2022, com a coleta de amostras de solo e realização de análise química para aferição da acidez e fertilidade. No preparo inicial, utilizou-se herbicida não seletivo (glifosato), seguido da correção da acidez, pH 5,11 com a utilização de calcário dolomítico, 1.5 ton. ha^{-1} aplicado com o uso do trator agrícola e seguido de gradagem em área total. Adubação orgânica em cova na proporção de 2 l de cama de frango. Posteriormente, foi realizado o plantio de *Musa* spp. (bananeira), em espaçamento 3 m x 3 m com a finalidade de fornecer sombreamento inicial à cultura do cacaueiro. Além disso, foi conduzido o combate sistemático de formigas cortadeiras na área de plantio e entorno, por meio do uso de iscas formicidas a base de sulfuramida.

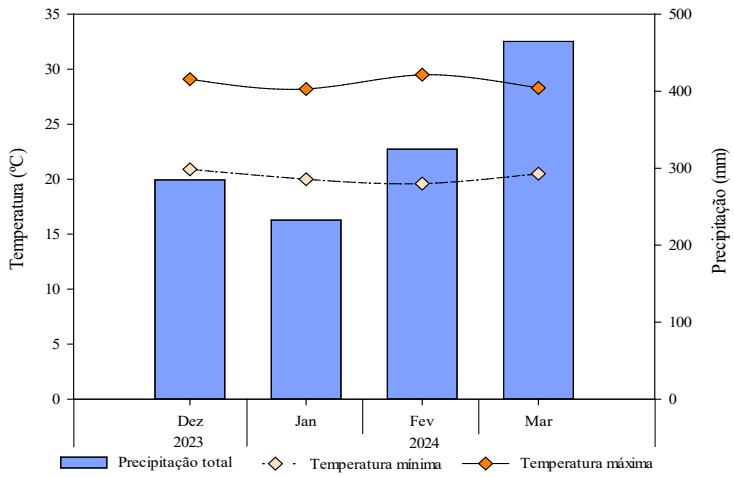

Figura 2 – Dados meteorológicos da região de estudo (precipitação total mensal, temperatura média e umidade relativa do ar média). Fonte: Estação Meteorológica Betânia A230, Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (2023).

O preparo das covas para implantação das mudas de cacaueiro foi feito em setembro de 2022 e consistiu na abertura semimecanizada com auxílio de motocoveador, sendo adicionados 2 l de cama de aviário como adubação orgânica. Para manutenção da área foi realizada roçada semimecanizada para controle da matocompetição nas entrelinhas.

Delineamento experimental e tratamentos

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo as parcelas experimentais instaladas no formato linear, com as dimensões de 15 m x 3 m (45 m²). O plantio do cacaueiro foi realizado nas entrelinhas da bananeira, em espaçamento 3 m x 3 m, totalizando cinco plantas por parcela. O plantio das mudas de cacaueiro e a instalação dos tratamentos foram realizados em dezembro de 2022.

As mudas de cacaueiro utilizadas no experimento consistiram em mudas clonais da cultivar PS1319, produzidas pelo método de enxertia e adquiridos de viveiro especializado, com altura e diâmetro do colo médios de 75 cm e 11,50 mm, respectivamente.

Os tratamentos foram compostos por métodos alternativos para o controle da matocompetição, aplicados no entorno das mudas de cacaueiro, totalizando oito tratamentos (Tabela 1 e Figura 3).

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos testados para o controle da matocompetição no entorno de mudas de cacaueiro em sistema agroflorestal no bioma Amazônia.

Material/Tratamento	Características
Testemunha (T1)	Sem intervenção na coroa de plantio.
Convencional (T2)	Realização de capina com enxada no entorno da muda num raio de um metro (técnica usualmente adotada pela empresa).
Manta têxtil (T3)	Material enriquecido com fertilizante e herbicida pré-emergente Oxifluorfem (Fert up®)[1]. Dimensões 40 cm x 40 cm e um orifício no centro. Conforme o fabricante, cada manta possui (g de nutrientes/unidade): N 13,5; P_2O_5 2,6; K_2O 2,1; Ca 1,8; Mg 0,5; S 2,9; Zn 0,45; B 0,1; Mn 0,1; Cu 0,04.
Palhada (T4)	Material seco, existente no local. Alocação realizada considerando 90 cm de diâmetro e 10 cm de espessura no entorno da muda.
Maravalha (T5)	Obtida junto ao pólo moveleiro de Parauapebas. Alocação realizada considerando 90 cm de diâmetro e 10 cm de espessura no entorno da muda.
Papelão (T6)	Módulos confeccionados na dimensão de 90 cm de diâmetro e espessura de 3 a 5 mm.
Lona dupla face (T7)	Material de dupla face (preta e branca) com dimensão de 90 cm de diâmetro e espessura de 150μ. Alocação da face preta voltada para baixo.
Coroa de plantio (T8)	Produto comercial reutilizável de polipropileno, com proteção ultravioleta, dimensão de 90 cm de diâmetro, e 7 cm de orifício central. Composta por duas peças modulares, uma face preta por baixo e uma face branca por cima.

Para manutenção do experimento, foram realizadas roçadas mecanizadas a cada 20 dias nas entrelinhas do plantio, bem como o monitoramento das formigas cortadeiras e aplicação preventiva de formicida. Aos 60 dias após o plantio, foi realizada capina com enxada para manutenção do tratamento T2 (convencional).

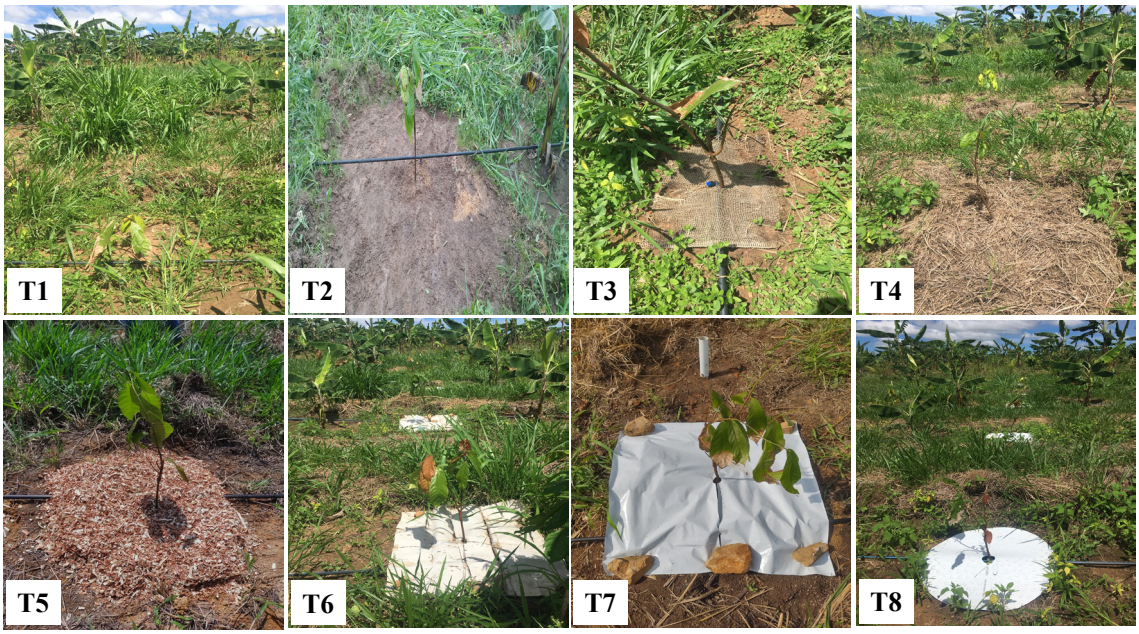

Figura 3 – Caracterização dos tratamentos utilizados para o controle da matocompetição no entono de mudas de cacaueiro em sistema agroflorestal no bioma Amazônia. Onde: T1 = representa tratamento sem intervenção; T2 = tratamento com coroamento convencional; T3 = manta de juta enriquecida com fertilizante e herbicida pré-emergente T4 = palhada; T5 = maravalha; T6 = papelão; T7 = lona dupla face (preta e branca) e T8 = coroa de plantio.

Atributos avaliados

O experimento foi conduzido por 90 dias, sendo ao final realizada a avaliação do percentual de sobrevivência, crescimento em altura, diâmetro do colo, índice de clorofila Falker *a* (ICF*a*) e *b* (ICF*b*), e eficiência dos métodos de controle sobre a densidade de matocompetição. A avaliação da sobrevivência das plantas foi realizada por meio de análise visual, mediante a contagem dos indivíduos vivos, calculando-se o percentual de sobrevivência.

A mensuração da altura (H) foi feita com auxílio de régua centimétrica, tomando-se como padrão o nível do solo até a última gema apical da planta. Para o diâmetro do colo (DC) as medições foram realizadas ao nível do solo, utilizando paquímetro digital com precisão de 0,01 mm.

Para verificar o efeito dos tratamentos sobre aspectos fisiológicos das plantas, determinou-se o índice de clorofila. Para tanto, utilizou-se um medidor eletrônico de clorofila (ClorofiLOG, CF 1030, Falker Automação Agrícola, Brasil). A avaliação foi realizada em uma planta por parcela, selecionando-se uma folha completamente expandida da porção mediana da copa. Foram realizadas duas leituras (uma em cada lado da nervura central), calculando-se a média aritmética e expressando os valores na forma de Índice de Clorofila Falker *a* (ICF*a*) e *b* (ICF*b*).

A fim de avaliar a eficiência dos métodos de controle, foi realizada a quantificação da biomassa das plantas daninhas presentes no entorno das mudas. Para isso, utilizou-se um gabarito de aço (0,30 m x 0,30 m) disposto na projeção da copa das mudas. O material existente na área do gabarito foi coletado, alocado em sacos de polietileno devidamente identificados e encaminhados ao Laboratório de Produção Vegetal da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas. Posteriormente, o material foi transferido para embalagens de papel Kraft e submetido a secagem em estufa de circulação forçada de ar (65 °C) até obtenção de peso constante, sendo pesado em balança digital (precisão 0,001 g).

Análise dos dados

Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas do *software Microsoft Excel®*. Posteriormente foram analisados quanto às pressuposições de normalidade e homogeneidade de variância, respectivamente, pelos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett. Em seguida, foi realizada análise de variância e quando constatada diferença entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$) utilizando o pacote estatístico "ExpDes.pt" [16] do *software RStudio* [17].

Resultados e Discussão

O percentual de sobrevivência das mudas de *T. cacao* aos 90 dias após o plantio foi elevado, com valores médios acima de 95% registrados para todos os tratamentos. Diversos fatores bióticos e abióticos podem influenciar a sobrevivência inicial de mudas florestais no campo. Dentre esses fatores, destacam-se a qualidade das mudas, o período e as técnicas de implantação, a intensidade das variáveis climáticas (precipitação, temperatura e umidade), bem como as condições do solo, a ocorrência de formigas cortadeiras e a presença de plantas daninhas.

Os resultados satisfatórios verificados no presente estudo podem ser atribuídos principalmente ao período adequado de plantio, caracterizado por elevada precipitação (Figura 2), bem como aos cuidados na implantação e no monitoramento. Conforme [18], a intensidade e a regularidade das precipitações no período inicial pós-plantio são fundamentais para a manutenção da umidade do solo e o reabastecimento de água para as mudas, evitando a desidratação do sistema radicular e garantindo, assim, uma elevada taxa de sobrevivência.

A análise de variância indicou que não houve efeito significativo dos tratamentos ($p < 0,05$) sobre o crescimento em altura da parte aérea (Figura 4a) e o diâmetro do colo (Figura 4b), sendo observados valores médios de 77,62 cm e 14,15 mm, respectivamente. Tais resultados possivelmente estão relacionados, principalmente, ao curto período de avaliação, ou seja, à fase inicial de estabelecimento das mudas, que não foi suficiente para a verificação de efeitos negativos da infestação de plantas daninhas sobre o crescimento de *T. cacao*. Além disso, na etapa inicial, as plantas tendem a alocar maior biomassa nas raízes em relação à parte aérea, o que contribui para a melhoria da sobrevivência [19].

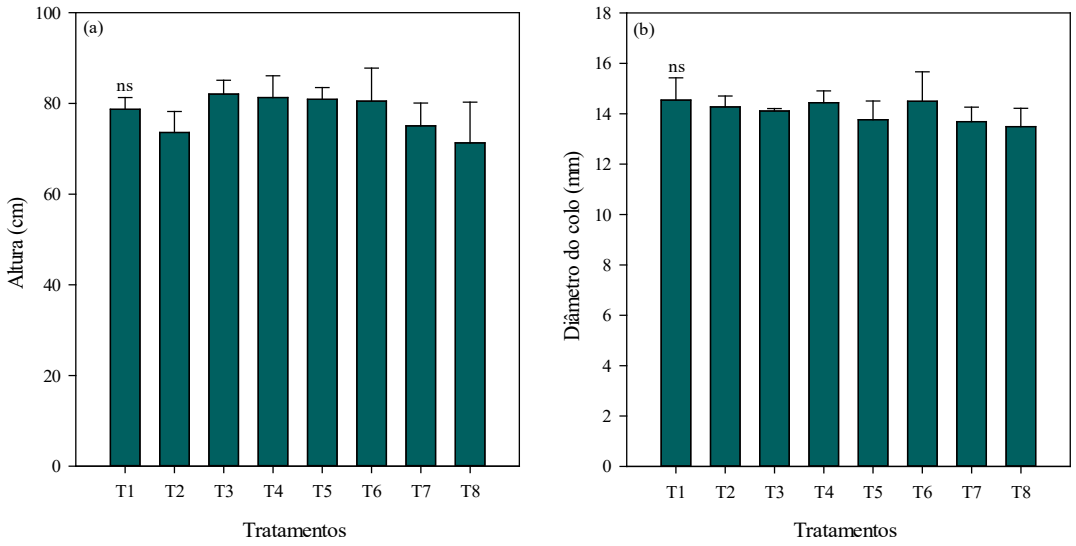

Figura 4 – Crescimento em altura da parte aérea; (a) e diâmetro do colo (b) de plantas de Theobroma cacao submetidas a diferentes métodos físicos para coroamento de mudas, aos 90 dias após o plantio. Onde: ns = não significativo pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro; T1 = representa tratamento sem intervenção; T2 = tratamento com coroamento convencional; T3 = manta de juta enriquecida com fertilizante e herbicida pré-emergente T4 = palhada; T5 = maravalha; T6 = papelão; T7 = lona dupla face (preta e branca) e T8 = coroa de plantio.

Estudos que avaliaram o crescimento de espécies florestais nativas por períodos mais longos constataram o efeito positivo do uso de métodos físicos de coroamento no desenvolvimento das plantas. Zavistanovicz TC *et al.* [12] observaram um aumento na altura e no diâmetro do caule de mudas florestais em áreas de restauração após 24 meses do plantio, quando foi aplicada cobertura morta ao seu redor, um tratamento similar ao uso de palhada e maravalha. Da mesma forma, Martins SV *et al.* [20] constataram que o uso de nucleário, uma estrutura semelhante à coroa de plantio, favoreceu o crescimento em altura e diâmetro de três espécies florestais em uma área de rejeito em Minas Gerais.

Outro fator importante que influencia o desenvolvimento de plantas jovens de cacaueiro é a drenagem do solo. De acordo com Serra WS *et al.*

[21], para o cultivo de *T. cacao,* deve-se priorizar solos com boa drenagem, pois o excesso de água e a escassez de oxigênio podem causar condições de hidromorfismo, reduzindo consequentemente o crescimento e a produtividade.

Os efeitos negativos do excesso de água em plantas de *T. cacao,* especialmente quando a precipitação total excede significativamente à evapotranspiração, têm sido relatados em diversos estudos [1] [22] [23]. Essa condição restringe o fluxo de oxigênio no solo, resultando em deficiência (hipóxia) ou ausência (anóxia) de oxigenação, o que é prejudicial às plantas [24]. Segundo Da Silva Branco MC *et al.* [22], a exposição de plantas intolerantes ao excesso de água reduz a atividade fotossintética devido à baixa concentração interna de CO_2 nas folhas, causada pela limitação estomática, comprometendo assim os processos de elongação e crescimento celular em mudas de cacaueiro. Dessa forma, no presente estudo, os elevados índices pluviométricos, associados às características do sítio (área de preservação permanente, com exposição do lençol freático), podem ter contribuído para o crescimento reduzido das plantas de cacaueiro.

No que se refere ao status fisiológico das plantas, verificou-se efeito significativo dos tratamentos testados ($p < 0,05$). Os tratamentos T2 (convencional), T4 (palhada) e T6 (papelão) expressaram os melhores valores para o ICF*a* (Figura 5a) quando comparados aos demais tratamentos. Para o ICF*b* (Fig. 5b) os valores variaram de 4,1 a 6,2, onde o uso da capina convencional (T2) ou da palhada (T4) apresentaram os melhores resultados.

Os índices de clorofila são atributos indiretos que permitem inferir o teor de pigmentos fotossintéticos das plantas [25]. Maiores teores de clorofila *a* e *b* resultam em uma transferência mais eficiente de energia dos complexos antena para os centros de reação [26], promovendo maiores taxas de crescimento e produção de biomassa. Esse aumento na biomassa contribui para a expansão da área foliar e da projeção da copa, resultando em uma maior área disponível para a produção de frutos.

Em termos práticos, os resultados indicam que o uso da capina manual, da palhada morta e do papelão proporcionou melhores condições de desenvolvimento para as plantas de *T. cacao,* evidenciando a eficiência dessas práticas no condicionamento fisiológico da cultura. Assim, com base nos dados obtidos neste estudo, valores de ICF*a* e ICFb próximos a 32,0 e 6,0, respectivamente, podem ser considerados adequados para a espécie estudada.

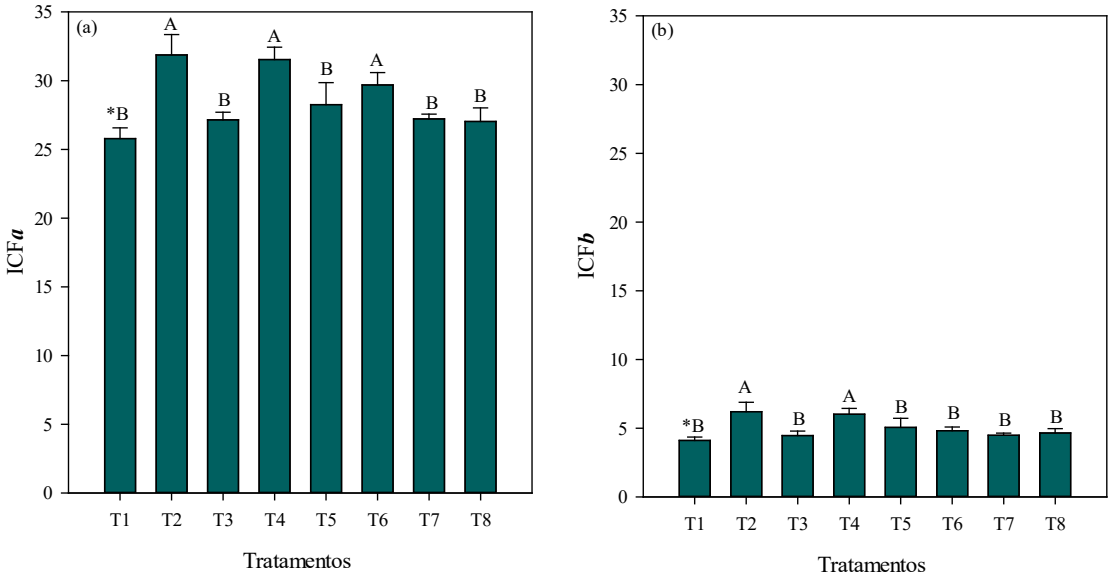

Figura 5 – Efeito de diferentes métodos físicos para coroamento de mudas de T. cacao sobre o Índice de clorofila Falker a – ICFA (a) e b - ICFB (b), aos 90 dias após o plantio. Onde: *Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro. T1 = representa tratamento sem intervenção; T2 = tratamento com coroamento convencional; T3 = manta de juta enriquecida com fertilizante e herbicida pré-emergente T4 = palhada; T5 = maravalha; T6 = papelão; T7 = lona dupla face (preta e branca) e T8 = coroa de plantio.

Em relação à alocação de matéria seca de plantas daninhas, verificou-se diferença significativa do uso dos diferentes métodos de controle (Figura 6). A maior quantidade de biomassa de plantas daninhas foi observada no tratamento onde não houve nenhum tipo de intervenção (T1).

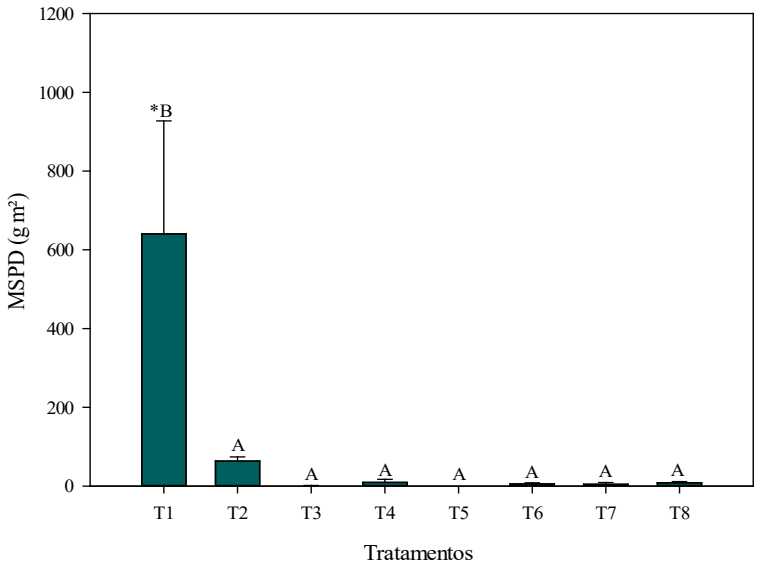

Figura 6 – Massa seca de plantas daninhas (MSPD) quantificadas na coroa das mudas de T. cacao, aos 90 dias após o plantio. Onde: *Letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro. T1 = representa tratamento sem intervenção; T2 = tratamento com coroamento convencional; T3 = manta de juta enriquecida com fertilizante e herbicida pré-emergente T4 = palhada; T5 = maravalha; T6 = papelão; T7 = lona dupla face (preta e branca) e T8 = coroa de plantio.

O uso de diferentes métodos físicos possibilitou um controle eficiente da matocompetição. Dentre as estratégias contempladas no Manejo Integrado de Plantas Daninhas, os métodos físicos desempenham um papel fundamental, destacando-se as técnicas de cobertura da superfície do solo [13]. O uso de materiais de origem orgânica, como palhada, papelão, maravalha e manta têxtil, contribui para a manutenção da umidade do solo, a redução da erosão e da compactação, a regulação térmica e a melhoria da nutrição das plantas [9].

A cobertura morta tem sido amplamente recomendada por diversos autores. Essa prática, realizada logo após o plantio das mudas, consiste na aplicação de cobertura vegetal morta, resultante da roçada ou de outros resíduos disponíveis na propriedade, como o pseudocaule de bananeira [21]. Procópio S de O *et al*. [13] verificaram que a utilização de cobertura morta garantiu a supressão das principais plantas daninhas, além de reduzir drasticamente a necessidade de aplicação de herbicidas, diminuir o consumo de água para irrigação, aumentar a matéria orgânica do solo e favorecer a liberação e o fornecimento de nutrientes.

A manta têxtil também se mostrou eficiente no controle da matocompetição, contrariando os resultados obtidos por Procópio S de O *et al.* [13], que relataram baixa eficácia da biomanta na supressão de plantas daninhas em áreas de produção de *Cocos nucifera.* Vale destacar que a manta utilizada no presente estudo continha em sua composição um herbicida pré-emergente, o que contribuiu para sua eficácia no controle da matocompetição, inibindo a germinação das sementes e, consequentemente, a emergência das plantas daninhas.

Dentre os métodos físicos testados, o uso do papelão tem se mostrado eficiente. Os resultados desta pesquisa corroboram observado por Bastos ACV *et al.* [27] em plantios de pupunheira como componente de sistemas agroflorestais e de Martins EG *et al*. [28], que demonstraram a eficácia do papelão no controle da incidência de *Brachiaria decumbens* no entorno de plantas de *Vernonia polyanthes* em sistemas agroflorestais.

Com base nos resultados observados na presente pesquisa, bem como nos estudos citados, é possível confirmar o efeito positivo da técnica de controle físico. Essa técnica bloqueia a radiação solar,

evitando que a luz incida no banco de sementes e chegue às plantas daninhas, impedindo assim sua emergência ou fotossíntese [13]. Portanto, o uso de métodos alternativos para o controle de plantas daninhas na condução de plantios de cacaueiro em sistemas agroflorestais é uma estratégia eficaz. Essa ação reduz a competição com plantas daninhas, diminui a dependência de herbicidas químicos e os custos de intervenção, contribuindo para a sustentabilidade da produção de cacau na Amazônia.

Conclusão

Durante a estação chuvosa na região amazônica, os métodos de controle testados não influenciaram no estabelecimento inicial das mudas de *T. cacao*, considerando a sobrevivência e aspectos morfológicos. Entretanto, a utilização de palhada ou o coroamento manual proporcionou melhores condições fisiológicas às mudas.

A adoção de métodos físicos para o coroamento de mudas de *T. cacao* mostrou-se eficiente como estratégia para o controle da matocompetição em plantios e futuros sistemas agroflorestais de cacaueiro. O uso de manta têxtil acrescida de herbicidas pré-emergentes, papelão, palhada proveniente da roçada, maravalha, lona dupla face e coroa de plantio demonstrou grande potencial para a supressão de plantas daninhas no entorno das mudas da espécie de interesse.

Contudo, algumas limitações do estudo devem ser consideradas, como a restrição temporal da avaliação e a influência de variações ambientais ao longo do tempo. Dessa forma, reforça-se a necessidade de investigações de longo prazo para validar os efeitos dos diferentes métodos testados sobre o crescimento, o desenvolvimento e a produção das plantas, especialmente em diferentes sistemas de manejo.

Agradecimentos

Os autores agradecem à empresa Fauna e Flora, pela disponibilização da manta têxtil; e à gestão e equipe de campo da empresa Rancho Pioneiros, pelo suporte logístico, pela cessão da área experimental e pelo auxílio na aquisição de materiais.

Referências

1. De Almeida AA, Valle RR. Ecophysiology of the cacao tree. Brazilian J Plant Physiol. 2007;19(4):425–48. doi: 10.1590/S1677-04202007000400011

2. IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Dados da safra (2022) [Intern. 2023. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado

3. SENAR. Cacau : manejo e colheita. SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem, editor. Brasília; 2018. 145 p. Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/215-CACAU.pdf

4. Gama-Rodrigues AC, Müller MW, Gama-Rodrigues EF, Mendes FAT. Cacao-based agroforestry systems in the Atlantic Forest and Amazon Biomes: An ecoregional analysis of land use. Agric Syst. 2021 Dec;194(April):103270. doi: 10.1016/j.agsy.2021.103270

5. Konlan S, Quaye AK, Pobee P. Amon-Armah F, Dogbatse JA, Arthur A, Fiakpornu R, Dogbatzi R. Effect of weed management with glyphosate on growth and early yield of young cocoa (*Theobroma cacao* L.) in Ghana. African J Agric Res. 2019 Jul 11;14(28):1229–38. doi: 10.5897/AJAR2018.13555

6. Neto PJ da S, Neto OG da R, Santana AC de. Custos com o controle de plantas invasoras no cultivo do cacaueiro em sistemas agroflorestais. Rev Ciências Agrárias. 2009;51(1):69–82.

7. Faria JCT, Gonçalves EO, Delarmelina WM, Assumpção CRM de, Caldeira MVW. Influência da matocompetição de capim-braquiária no crescimento inicial de espécies florestais em plantio misto. Rev Ciências Agroambientais. 2018;16(1):62–71. doi: 10.5327/rcaa.v16i1.1449

8. De Barros AF, Pimentel LD, Araujo EF, De Macedo LR, Martinez HEP, Batista VAP, et al. Super absorbent polymer application in seeds and planting furrow: It will be a new opportunity for rainfed agriculture. Semin Agrar. 2017;38(4):1703–14. doi: 10.5433/1679-0359.2017v38n4p1703

9. Saha D, Cregg BM, Sidhu MK. A review of non-chemical weed control practices in christmas tree production. Forests . 2020 May 14;11(5):554. doi: 10.3390/f13020250

10. Aneani F, Ofori-Frimpong K. An analysis of yield gap and some factors of cocoa (*Theobroma cacao*) yields in Ghana. Sustain Agric Res. 2013 Sep 22;2(4):117. doi: 10.5539/sar.v2n4p117

11. Santos DS dos. Influência de diferentes materiais para controle de plantas competidoras no crescimento inicial de *Araucaria angustifolia*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2018.

12. Zavistanovicz TC, Aimi SC, Araujo MM, Berghetti ÁLP, Gomes DR, Barbosa FM. Production techniques of arboreal species seedlings and use of mulching in an altered area. Rev Árvore. 2021;45:1–11. doi: 10.1590/1806-908820210000020

13. Procópio S de O, Cintra FLD, Resende RS. Seminário sobre manejo sustentável para a cultura do coqueiro. Coberturas de solo para o manejo de plantas daninhas em áreas de produção de coco. In: Cintra FLD, Fontes HR, editors. Seminário sobre Manejo Sustentável para a Cultura do Coqueiro. 2017. p. 37–58.

14. Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, de Moraes Gonçalves JL, Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorol Zeitschrift. 2013 Dec 1;22(6):711–28. doi: 10.1127/0941-2948/2013/0507

15. Santos HG dos, Jacomine PKT, Anjos LHC dos, Oliveira, V. A. de Lumbreras, J. F. Coelho MR, Almeida, J. A. de Araujo Filho, J. C. de Oliveira, J. B. de Cunha TJF. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5th ed. Brasília: Embrapa; 2018. 456 p.

16. Ferreira E, Cavalcanti P, Nogueira D. ExpDes.pt: Experimental Designs pacakge (Portuguese). R package version 1.1.2.; 2021.

17. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2018.

18. Berghetti ÁLP, Araujo MM, Tabaldi LA, Turchetto F, Aimi SC, Rorato DG, et al. Morphological, physiological and biochemical traits of *Cordia trichotoma* under phosphorous application and a water-retaining polymer. J For Res. 2020 Apr 29. doi: 10.1007/s11676-020-01132-8

19. Dogbatse JA, Arthur A, Awudzi GK, Quaye AK, Konlan S, Amaning AA. Effects of organic and inorganic fertilizers on growth and nutrient uptake by young cacao (*Theobroma cacao* L.). Serrano M, editor. Int J Agron. 2021 Mar 19;2021:1–10. doi: 10.1155/2021/5516928

20. Martins SV, Braz J de P, Villa PM, Alves WVL, Valente ML, Kruschewsky GC, et al. Avaliação de nucleários como técnica de restauração florestal em Mariana, MG, Brasil. Pesqui Florest Bras. 2022 Dec 31;42:1–14. doi: 10.4336/2022.pfb.42e202002154

21. Serra WS, Sodré GA. Manual Do Cacauicultor: perguntas e respostas [Internet]. Boletim Té. Ilhéus, BA: CEPLAC/CEPEC; 2021. 190 p.

22. Da Silva Branco MC, de Almeida A-AF, Dalmolin ÂC, Ahnert D, Baligar VC. Influence of low light intensity and soil flooding on cacao physiology. Sci Hortic. 2017 Mar;217:243–57. doi: http:10.1016/j.scienta.2017.01.038

23. De Almeida J, Tezara W, Herrera A. Physiological responses to drought and experimental water deficit and waterlogging of four clones of cacao (*Theobroma cacao* L.) selected for cultivation in Venezuela. Agric Water Manag. 2016 Jun;171:80–8. doi:10.1016/j.agwat.2016.03.012

24. Sauter M. Root responses to flooding. Curr Opin Plant Biol. 2013 Jun;16(3):282–6. doi: 10.1016/j.pbi.2013.03.013

25. Araujo MM, Navroski MC, Schorn LA, Tabaldi LA, Rorato DG, Turchetto F, et al. Caracterização e análise de atributos morfológicos e fisiológicos indicadores da qualidade de mudas em viveiro florestal. In: Araujo MM, Navroski MC, Schorn LA, editors. Produção de sementes e mudas um enfoque à Silvicultura. 1st ed. Santa Maria: UFSM; 2018. p. 345–65.

26. Taiz L, Zeiger E, Moller I, Murphy A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6th ed. Porto Alegre: Artmed; 2017. 888 p.

27. Bastos ACV, Razera, R, Franco FS. Coroamento com papelão para o controle de *Brachiaria decumbens* em sistemas agroflorestais. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe - v. 15, no 2, 2020.

28. Martins EG, Neves, EJM, Santos AF, Ferreira, CA. Métodos alternativos para o controle de plantas daninhas em plantios de pupunheira como componente de sistema agroflorestal. Anais do V Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, p. 286 – 288, 2004.

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.
Fluxo Contínuo e Edição Temática:
Gestão do Conhecimento e Sociobiodiversidade das Áreas Protegidas de Carajás
n.1, 2025

http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886