

BIODIVERSIDADE, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

VOLUME XXIII



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Adilson Tadeu Basquerote

Biodiversidade, meio ambiente e desenvolvimento sustentável

23^a ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

23ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Basquerote, Adilson Tadeu
B142B Biodiversidade, meio ambiente e desenvolvimento sustentável
/ Adilson Tadeu Basquerote. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2025

103 f.: il

DOI: 10.37423/2025.edcl1206

ISBN: 978-65-5367-715-9

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. agricultura 2. pecuária 3. sustentabilidade I. Basquerote, Adilson Tadeu II. Título

CDU: 577

<https://doi.org/10.37423/2025.edcl1206>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

Dr. Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

Dra. Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

Dr. Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

MSc Carlos Eduardo De Oliveira Gontijo

Dr. Rodrigo Couto Santos

Dra. Milena Gaion Malosso

PHD Marcos Pereira Dos Santos

CAPÍTULO 1	6
A CONTRIBUIÇÃO DA SECRETARIA ESTADUAL DE DESENVOLVIMENTO RURAL, PESCA E COOPERATIVISMO NO FOMENTO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO RIO GRANDE DO SUL	
Biane de CASTRO	
Sabrina Milano VAZ	
Cristina GRABHER	
Agda Regina Yatsuda IKUTA	
Helen Di Franco LEMOS	
Marlo Markus LOPES	
DOI 10.37423/251010332	
CAPÍTULO 2	14
IMPLEMENTO AGRÍCOLA PARA ACAMAMENTO, SULCAMENTO E CORTE EM SPDH: DO PROJETO À ADOÇÃO	
TATIANA DA SILVA DUARTE	
Renato Levien	
Fernanda Tainara Timm	
Paulo Cesar do Nascimento	
Kimberley Roberta Follador	
Gabriel Pinheiro de Souza	
DOI 10.37423/251010335	
CAPÍTULO 3	23
AVALIAÇÃO IN VITRO DAS PROPRIEDADES FARMACOLÓGICAS DO EXTRATO METANÓLICO DAS CASCAS DA JABUTICABA E OBTENÇÃO DE UM SISTEMA FARMACÊUTICO EMULSIONADO	
Jéssica C. Coelho	
Mauricio F. da Rosa	
Inara S. Prochnau	
Viviane S. Lobo	
DOI 10.37423/251010348	
CAPÍTULO 4	43
PRODUÇÃO DE BIOMASSA E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE PLANTAS DE COBERTURA NA ZONA DA MATA MINEIRA	
Mauro Sergio Teodoro	
Marcelo Guimarães	
Karina Neoob de Carvalho Castro	
Fernanda Samarini Machado	
Thierry Ribeiro Tomich	
Luiz Gustavo Ribeiro Pereira	
Fernanda da Silva Bernardes	
DOI 10.37423/251010354	

CAPÍTULO 5	57
ÓLEO DE COCO E SAÚDE HUMANA: REVISÃO CRÍTICA DOS EFEITOS METABÓLICOS, INFLAMATÓRIOS E CARDIOVASCULARES	
Hugo Christiano Soares Melo	
Saulo Gonçalves Pereira	
Adilson Tadeu Basquerote	
DOI 10.37423/251010387	
 CAPÍTULO 6	 71
O USO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO AMBIENTE EDUCATIVO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS	
ADEMÁRIO AMANCIO DA SILVA	
EDUARDO GOMES DA SILVA	
DOI 10.37423/251010405	
 CAPÍTULO 7	 86
EFECTO DE ABONOS VERDES Y DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE MAÍZ EN SAN MARTÍN, PERÚ	
Gidier Vasquez Garcia	
Raimundo Pinheiro Neto	
Agustin Cerna Mendoza	
Rita de Cassia Siqueira Bahia	
Jose Carlos Rojas Garcia	
DOI 10.37423/251110417	

Capítulo 1



10.37423/251010332

A CONTRIBUIÇÃO DA SECRETARIA ESTADUAL DE DESENVOLVIMENTO RURAL, PESCA E COOPERATIVISMO NO FOMENTO DOS SISTEMAS AGROFLORESTAIS NO RIO GRANDE DO SUL

Biane de CASTRO

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

Sabrina Milano VAZ

*Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção
Sustentável e Irrigação do Rio Grande do Sul*

Cristina GRABHER

*Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura
do Rio Grande do Sul*

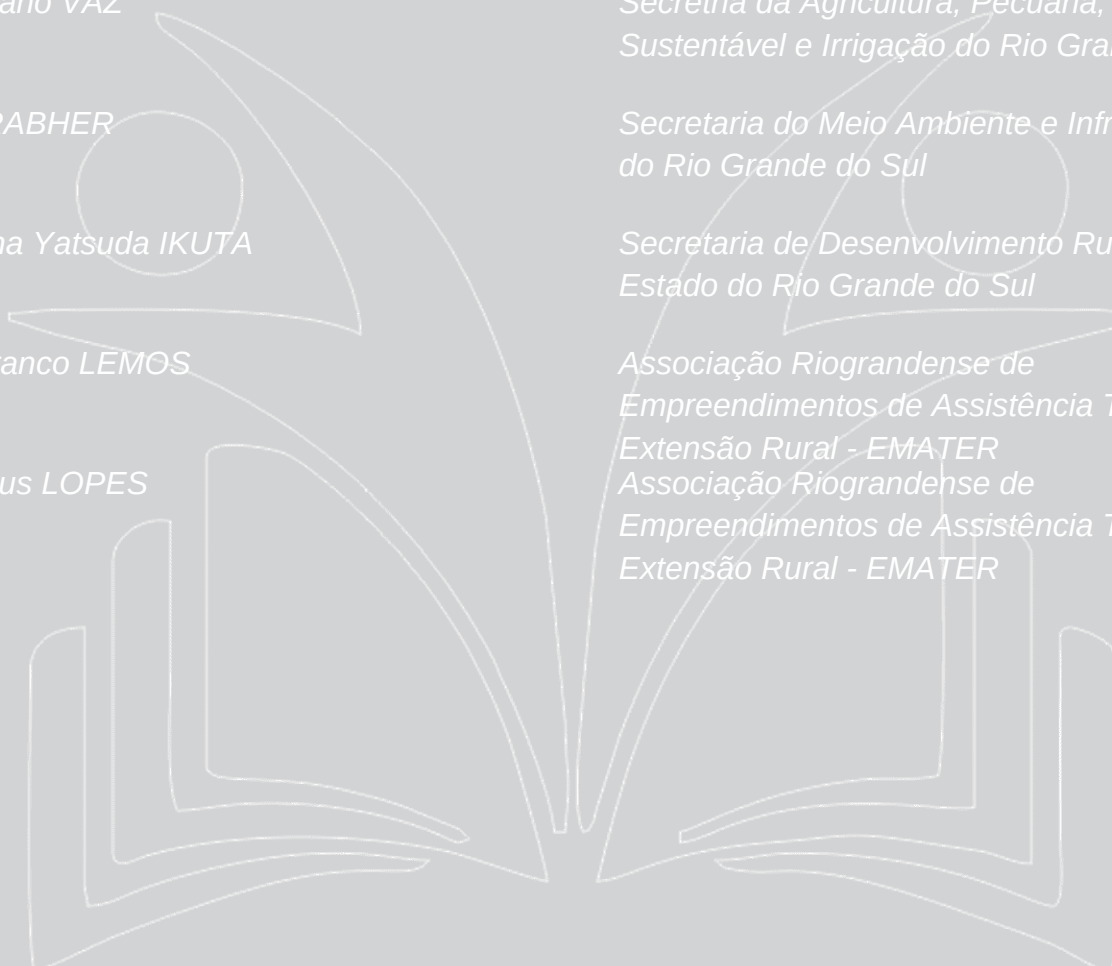
Agda Regina Yatsuda IKUTA

*Secretaria de Desenvolvimento Rural do
Estado do Rio Grande do Sul*

Helen Di Franco LEMOS

*Associação Riograndense de
Empreendimentos de Assistência Técnica e
Extensão Rural - EMATER
Associação Riograndense de
Empreendimentos de Assistência Técnica e
Extensão Rural - EMATER*

Marlo Markus LOPES



Resumo: A partir da conjuntura político-administrativa do período de 2011 a 2014, analisaram-se as principais ações desenvolvidas pela Secretaria de Desenvolvimento Rural e Cooperativismo, por meio da criação do Programa de Agricultura de Base Ecológica, relacionadas ao fomento dos sistemas agroflorestais no Rio Grande do Sul. Os financiamentos das Unidades Produtivas de Sistemas Agroflorestais, apoiados pelo Fundo Estadual de Apoio ao Desenvolvimento dos Pequenos Empreendimentos Rurais, foram estratégias utilizadas no fomento a implantação de novos sistemas agroflorestais ou áreas já manejadas. Explicitou-se como se deu o processo de formação da Câmara Técnica de Agroecologia e a sua contribuição na formulação e execução de ações de fomento. Também se evidenciou a importância do poder público ter acesso à sistematização das demandas e experiências em torno de 1400 participantes entre agricultores familiares, técnicos e representantes da sociedade civil e de prefeituras.

Palavras-chave: políticas públicas; agricultura familiar; Câmara Técnica de Agroecologia.

INTRODUÇÃO

A criação da Secretaria Estadual de Desenvolvimento Rural, Pesca e Cooperativismo do Rio Grande do Sul (SDR-RS), em janeiro de 2011 (Decreto nº 48.012), veio com o propósito de desenvolver políticas públicas para os diferentes públicos especiais do meio rural. Tinha por missão a promoção do desenvolvimento rural com ênfase numa melhor qualidade de vida e na produção de alimentos de base agroecológica. Este tema foi assumido pelo Departamento de Agricultura Familiar – DAF, coordenado pelo Núcleo de Agroecologia. Neste contexto, o Programa de Agricultura de Base Ecológica (PABE) foi criado por um grupo de técnicos da SDR-RS e EMATER-RS, recebendo contribuições da sociedade civil, em especial de Organizações Não Governamentais (ONGs) voltadas à agroecologia, e por meio da realização de algumas audiências públicas. O referido Programa foi institucionalizado pelo Decreto Nº 51.617 de 04 de julho de 2014, que regulamenta a Lei da Política Estadual de Agroecologia e Produção Orgânica (Lei Nº 14.486 de 31 de janeiro de 2014).

As diretrizes do PABE eram: potencializar a diversificação das atividades produtivas como alternativa de geração de renda e produção de alimentos, promovendo a segurança alimentar e nutricional; incentivar a transição para sistemas de produção de base ecológica, promovendo o uso sustentável dos componentes da biodiversidade, considerando além do seu valor econômico, também os valores ambientais, sociais e culturais intrínsecos da biodiversidade. O público beneficiário era composto por agricultores familiares, povos indígenas e integrantes de comunidades remanescentes de quilombo. As Unidades Produtivas de Sistemas Agroflorestais (UPAs) eram entendidas como unidades que visam apoiar sistemas produtivos biodiversos que contemplassem, no mínimo, um componente arbóreo e que privilegiassem: araucária, palmito juçara, bananeira, butiazeiro, erva-mate, citros e frutíferas nativas em geral. Estas espécies foram sugeridas como opção para integrar o componente arbóreo com o objetivo de indicar alguns modelos de SAFs que vinham sendo utilizados em diferentes regiões do Rio Grande do Sul. O PABE criou uma modalidade específica de financiamento para implantação de novos sistemas agroflorestais ou para viabilizar práticas para o incremento arbóreo ou outras melhorias em sistemas agroflorestais já existentes e com potencial produtivo.

No que diz respeito aos sistemas agroflorestais, como forma de uso e ocupação do solo em que o componente arbóreo é manejado em associação com culturas agrícolas, o extrativismo sustentável e o cultivo de frutíferas nativas, estes eram considerados atividades produtivas importantes pelo Programa, tendo em vista as diferentes possibilidades de uso dos produtos da sociobiodiversidade dentro de uma perspectiva de geração de renda e conservação ambiental. Assim, o objetivo desse

trabalho foi identificar as estratégias utilizadas pelo PABE no fomento a sistemas agroflorestais, relatando a formulação e execução de ações que contribuíram na qualificação e consolidação das políticas públicas.

METODOLOGIA

A partir da conjuntura político-administrativa do período de 2011 a 2014, analisaram-se as principais ações desenvolvidas pela SDR-RS, por meio da criação do PABE, relacionadas ao fomento dos SAFs no Rio Grande do Sul. Em relação à lei que criou a Política Estadual de Agroecologia e Produção Orgânica em vigência, posterior ao PABE, é importante esclarecer que a mesma foi de iniciativa do Poder Legislativo, e coube a SDR-RS a sua regulamentação por meio do Núcleo de Agroecologia.

Para alcançar o objetivo da pesquisa, tendo em vista que parte dos autores deste trabalho integraram a equipe do Núcleo de Agroecologia da SDR-RS, atuando ativamente no processo de criação e execução desta política pública pela Observação Participante. A partir da definição política dos gestores em apoiar a agroecologia com disponibilização de recursos humanos e financeiros, esta equipe foi responsável pela efetivação das ações do PABE.

Como parte da estratégia de planejamento das ações voltadas a esta política pública, foram realizados 10 Seminários Regionais do PABE, envolvendo em torno de 1400 participantes entre agricultores familiares, técnicos e representantes da sociedade civil e de prefeituras (IKUTA *et al.*, 2013). Os Seminários Regionais tiveram o propósito de oportunizar a reflexão e troca de informações entre os atores sociais envolvidos com a agricultura de base ecológica e abrangeram as 12 regiões administrativas (ESREGs) adotadas pela EMATER-RS/ASCAR. A partir dos eixos de discussão voltados às temáticas produção, organização dos agricultores e comercialização dos produtos agroecológicos foram debatidas a situação atual da agroecologia nas diferentes regiões e possíveis ações de nível local, regional e estadual para apoiar o público beneficiário envolvido neste processo. Foi realizado um levantamento das estratégias utilizadas pelo PABE no fomento a sistemas agroflorestais e formas de apoio, relatando a formulação e execução de ações de fomento de SAFs que contribuíram na qualificação e consolidação das políticas públicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 2010, durante o “Seminário Técnico de Frutas Nativas do Rio Grande do Sul: Manejo, Beneficiamento e Comercialização” organizado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), foi elaborado um Documento Final com a participação de agricultores e entidades públicas e

da sociedade civil, demandando um posicionamento dos gestores públicos em relação às dificuldades de produção, comercialização e beneficiamento de frutas nativas.” Este documento foi entregue no início da gestão da SDR-RS e solicitada uma reunião com o secretário desta pasta com o propósito de expor a trajetória do grupo e suas demandas. A partir dessa reunião, criou-se informalmente o Grupo de Trabalho (GT) Frutas Nativas composto por técnicos, pesquisadores e extensionistas.

No decorrer de 2011, o projeto "Fortalecimento das Agroflorestas no Rio Grande do Sul: formação de redes, etnoecologia e segurança alimentar e nutricional (CNPq/MDA 2011- 2013)", coordenado pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural/UFRGS, realizou duas reuniões técnicas, uma sobre manejo agroflorestal e outra sobre beneficiamento, quando foram sistematizadas muitas das demandas dos agricultores familiares e demais públicos envolvidos com o manejo e uso de espécies nativas. Estas questões foram levadas e debatidas com os participantes do GT Frutas Nativas e entendeu-se que a questão ambiental era prioritária num primeiro momento. As demandas levantadas foram inseridas no PABE, coordenado pela SDR-RS. Na mesma época, tendo em vista o acúmulo de discussão da importância de outras espécies nativas, bem como dos sistemas agroflorestais, começou-se a questionar o nome do GT Frutas Nativas. Desta forma, os integrantes do GT optaram por ampliar seu escopo, abrangendo além das frutas nativas, os produtos da sociobiodiversidade, não priorizando uma ou outra cadeia ou produto. Assim, o GT passou a ser denominado como GT Produtos da Sociobiodiversidade, estruturado em eixos temáticos ou Subgrupos de Trabalho: Manejo; Beneficiamento e Comercialização; Pesquisa; e Redes.

Em meados de 2012, o Conselho Estadual de Desenvolvimento Rural Sustentável – CEDRS cria a Câmara Técnica Permanente de Agroecologia (CTAGRO) onde é realocado o GT Produtos da Sociobiodiversidade. O referido Conselho foi criado pelo Decreto N° 48.787, de 30 de março de 2012 e revogado em 2013 pela Lei 14.245. Desta forma, a CTAGRO é criada com o objetivo de promover sistemas agroecológicos que contemplassem os produtos da sociobiodiversidade e ações afins.

Ao longo de dois anos, 2012 e 2013, dedicou-se à compreensão da legislação ambiental, contribuindo com o DEFAP/SEMA-RS na identificação dos condicionantes legais para a regularização da implantação e do manejo de sistemas agroflorestais para a agricultura familiar e comunidades tradicionais no estado. A partir da ampla discussão, criou-se um modelo de autorização unificado (originalmente eram 13 formulários), sendo denominado “Formulário para requerer certificação de áreas visando à implantação de sistemas agroflorestais de base ecológica”. Visando orientar agricultores familiares, técnicos, instituições da extensão rural e órgãos licenciadores sobre os procedimentos necessários

para licenciar áreas agroflorestais com espécies nativas, a EMBRAPA Clima Temperado elaborou uma cartilha sobre o licenciamento de áreas agroflorestais no Rio Grande do Sul. Essa certificação trouxe segurança jurídica, permitindo que o órgão ambiental se aproximasse das práticas realizadas no campo, e monitorasse os impactos dessas atividades humanas na natureza.

Em novembro de 2012, realizou-se o I Seminário Estadual em Agroflorestas e II Seminário de Frutas Nativas, evento que integrou as ações do projeto “Fortalecimento das Agroflorestas no Rio Grande do Sul: formação de redes, etnoecologia e segurança alimentar e nutricional (CNPq/MDA 2011- 2013)”, coordenado pelo PGDR/UFRGS. Este seminário foi precedido de seis encontros em diferentes regiões do estado quando se levantaram as diferentes questões relacionadas às agroflorestas. Como resultado da sistematização das demandas dos agricultores familiares e populações tradicionais presentes no evento, elaborou-se o documento "Carta das Agroflorestas e Frutas Nativas do Rio Grande do Sul 2012".

No início de 2013, discutiu-se a viabilidade em financiar projetos de SAFs, considerando as normas específicas que regulam o FEAPER/RS. Desta forma, optou-se por um conceito mais amplo de SAF, sugerindo os tipos de insumos que poderiam ser financiados e o valor necessário para sua implantação. As informações obtidas no I Seminário Estadual em Agroflorestas e II Seminário de Frutas Nativas favoreceram o processo de tomada de decisão, havendo o lançamento de uma linha de financiamento de SAFs no estado. Dos 35 projetos de Unidades Produtivas de SAFs financiados pela SDR-RS em 2013, 16 projetos foram elaborados e executados pela EMATER-RS e 19 por ONGs.

Houve uma redução na procura por financiamentos de Unidades Produtivas de SAFs em 2014, mesmo sendo parcialmente subsidiados pelo Estado para beneficiários com projetos técnica e financeiramente adimplentes. Dos 16 financiamentos dessa modalidade, nove Unidades Produtivas de SAFs foram assistidas pela EMATER-RS.

Na região Sul do RS, a EMBRAPA Clima Temperado desempenhou importante papel neste processo de fomento aos SAFs através do projeto “Construção participativa de sistemas agroflorestais sucessoriais no território Sul, RS (Serra do Sudeste)”. Essa iniciativa fomentou o desenvolvimento de atividades de capacitação de técnicos e agricultores, seja em parceria com a ONG Centro de Apoio ao Pequeno Agricultor (CAPA) ou com a EMATER-RS, como no apoio técnico para a elaboração e o acompanhamento das Unidades Produtivas de SAFs financiados pela SDR-RS.

Na Região Noroeste do Estado, contou-se com a parceria da ONG Associação Regional de Educação, Desenvolvimento e Pesquisa (AREDE) na condução dos projetos de Unidades Produtivas de SAFs.

Em 2013, a Ação Nascente Maquiné (ANAMA) elaborou e acompanhou a execução de projetos de implantação e enriquecimento de SAFs no Litoral gaúcho (banana e açaí-juçara).

A partir do acúmulo de conhecimento e das linhas de ações dos projetos acompanhados pelo Centro de Tecnologias Alternativas Populares (CETAP), essa entidade pôde assistir projetos de SAFs nas regiões do Médio Alto Uruguai, Norte, Nordeste e Produção em 2013 e 2014.

Outra linha de financiamento disponibilizada pela SDR-RS, por meio do FEAPER/Rs, e que contribuiu indiretamente para o estabelecimento e consolidação dos SAFs foram os projetos de Unidades Produtivas de Base Ecológica. Isso foi possível mediante a modalidade de crédito Sistemas de Agregação de Valor à Produção e Melhorias Ambientais da Propriedade, a qual apoiou a aquisição de equipamentos para a conservação e o processamento de alimentos, principalmente voltada para frutas nativas oriundas de SAFs.

Destacam-se alguns convênios entre a SDR e o CETAP e o Centro Ecológico, visando a realização de atividades de capacitação de agricultores, construção de um viveiro de produção de mudas de espécies nativas com o objetivo de viabilizar a distribuição de mudas para os agricultores. Também foi elaborada a cartilha “Sistemas Agroflorestais: Produção de Alimentos em Harmonia com a Natureza”.

CONCLUSÕES

As ações do PABE voltadas aos SAFs, no recorte temporal desse trabalho, tiveram resultados positivos mesmo sendo pontuais e iniciais. A sistematização de demandas dos agricultores agroecológicos e técnicos a partir da elaboração de documentos de eventos realizados sobre os SAFs e frutas nativas foram essenciais para subsidiar o convencimento dos gestores públicos. O fato de haver uma série de ONGs com acúmulo de conhecimento em agroecologia, e com experiências concretas em SAFs contribuiu para a qualificação das ações do PABE, bem como a identificação do público beneficiário. Por outro lado, o trabalho desenvolvido pela CTAGRO favoreceu a aproximação entre órgãos públicos municipais, estaduais e federais, viabilizando ações entre as diferentes esferas, bem como a aproximação com as ONGs e a EMATER-RS/ASCAR potencializando os resultados alcançados. A estrutura político-administrativa proporcionada pela criação da SDR-RS e do CEDRS-RS qualificou as ações propostas pela própria Secretaria e das entidades parceiras da agroecologia. O processo relatado demonstra que a articulação entre agricultores familiares, técnicos, pesquisadores e poder público favoreceu a construção de ações alinhadas às demandas dos agricultores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IKUTA, Agda Regina Y.; ENDERLE, Armando T.; CASTRO, B.; MAGIERO Emanuelle C.; LEMOS, Helen F.; VAZ, Sabrina M. 1º Encontro Estadual do Programa de Agricultura de Base Ecológica - PABE. Porto Alegre: SDR-RS, 2013. 30p.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto nº 48.012, de 01 de maio de 2011. Dispõe sobre a estrutura básica da Secretaria de Desenvolvimento Rural, Pesca e Cooperativismo. Disponível em: <[http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC %2048.012.pdf](http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC%2048.012.pdf)>. Acesso em: 02 dez. 2014.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto nº 48.787, de 11 de janeiro de 2012. Institui o Conselho Estadual de Desenvolvimento Rural Sustentável - CEDRS. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?Hid_Tipo=TEXT0&Hid_TodasNormas=57268&hTexto=&Hid_IDNorma=57268>. Acesso em: 11 jan. 2012.

RIO GRANDE DO SUL. Decreto nº 51.617, de 07 de julho de 2014. Regulamenta a Política Estadual de Agroecologia e de Produção Orgânica e cria o Programa Estadual de Agricultura de Base Ecológica e o Comitê Gestor da Política Estadual de Agroecologia e de Produção Orgânica e do PABE. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?Hid_Tipo=TEXT0&Hid_TodasNormas=61085&hTexto=&Hid_IDNorma=61085>. Acesso em: 22 dez. 2014.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 14.486, de 31 de janeiro de 2014. Institui a Política Estadual de Agroecologia e de Produção Orgânica e dá outras providências. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?Hid_Tipo=TEXT0&Hid_TodasNormas=61085&hTexto=&Hid_IDNorma=61085>. Acesso em: 25 jan. 2015.

Capítulo 2



10.37423/251010335

IMPLEMENTO AGRÍCOLA PARA ACAMAMENTO, SULCAMENTO E CORTE EM SPDH: DO PROJETO À ADOÇÃO

TATIANA DA SILVA DUARTE

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Renato Levien

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Fernanda Tainara Timm

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Paulo Cesar do Nascimento

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Kimberley Roberta Follador

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Gabriel Pinheiro de Souza

Universidade Federal do Rio Grande do Sul



Resumo: A olericultura brasileira caracteriza-se pelo revolvimento intensivo do solo, uso de herbicidas, elevado consumo de combustível nas operações e alta demanda de mão de obra. O Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH) apresenta-se como alternativa para a transição a uma olericultura de base ecológica, ao preconizar o uso de plantas de cobertura que preservam os atributos do solo e formam barreira ao desenvolvimento de plantas espontâneas. Este capítulo tem por objetivo apresentar a concepção, o desenvolvimento participativo, a descrição técnica e a validação em campo do implemento integrado para o SPDH, capaz de acamar, seccionar e sulcar a cobertura vegetal em uma única passada, bem como a expansão do SPDH entre agricultores familiares. Para tanto, foram conduzidos processos participativos entre agricultores, universidade e extensionistas, além de dias de campo para validação do equipamento. Desde então, observou-se a expansão da adoção do SPDH; nos locais em que o plantio sobre a biomassa das plantas de cobertura vem sendo viabilizado, o êxito está diretamente associado a esse implemento, concebido com financiamento do CNPq, na infraestrutura e com a expertise da universidade pública, e validada junto aos agricultores assentados. Atualmente, o escritório da Emater/Ascar-RS em Viamão coordena o uso compartilhado do equipamento entre os agricultores e articula o grupo de produtores de tomate em SPDH no Assentamento. A elevada demanda pelo equipamento evidencia a necessidade de ampliar o parque de máquinas e de fomentar o desenvolvimento de implementos e máquinas voltados à agricultura familiar, condição essencial para consolidar e expandir as áreas em SPDH.”

Palavras-Chave: plantio direto; conservação do solo; plantas de cobertura; Sistema de Plantio Direto de Hortaliças

CONTEXTO

A olericultura, inclusive em sistemas produtivos orgânicos, caracteriza-se pelo uso intensivo e pelo manejo recorrente do solo, em razão do revolvimento a formação de canteiros, dos ciclos culturais curtos e do controle de plantas espontâneas. Esse manejo favorece processos erosivos, reduz o teor de matéria orgânica e degrada atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Como consequência, eleva-se o consumo de combustível para preparo do solo, a demanda de água e a necessidade de insumos, configurando um sistema de maior custo, com degradação do solo e a tendência à redução da produtividade.

Diante desse cenário, o grupo de pesquisa e extensão em SPDH da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) propõe o Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH), amplamente difundido em Santa Catarina, que preconiza o não revolvimento ou o mínimo revolvimento do solo (restrito à linha de plantio) e a rotação de culturas, com a inserção de plantas de cobertura no sistema produtivo das hortaliças. A introdução de biomassa no sistema incrementa a matéria orgânica e o sequestro de carbono, mitiga a erosão e estimula a atividade biológica do solo. Além disso, a cobertura proporciona condições ecofisiológicas mais adequadas às plantas e agrega vantagens como: proteção física do solo frente ao impacto de gotas de chuva ou da irrigação; melhoria das trocas gasosas solo-atmosfera; maior estabilidade térmica (menores amplitudes); redução da evaporação e manutenção da umidade; barreira física ao estabelecimento de plantas espontâneas; e ciclagem e aporte de nutrientes. Assim, o SPDH se apresenta como estratégia de transição para um modelo de produção que promove saúde do solo e das plantas, diversificação, recuperação e resiliência dos agroecossistemas (FAYAD et al., 2019).

Para que esses serviços ecossistêmicos sejam plenamente alcançados, o manejo das plantas de cobertura deve ser tecnicamente bem conduzido. Idealmente, as operações de acamamento (amassamento), seccionamento e a abertura do sulco de plantio devem ocorrer simultaneamente, reduzindo consumo de combustível, tempo de operação e compactação do solo por tráfego. No estágio fenológico apropriado, as plantas de cobertura devem ser acamadas e seccionadas, havendo revolvimento de solo apenas no sulco de plantio das mudas de hortaliça de interesse. Garantindo que o sistema radicular da muda fique ereto no sulco de cultivo (berço). Assim como também, proporcionando uma degradação lenta da palhada e uma proteção prolongada do solo e da cultura.

Com base nessas necessidades, a partir de 2020 intensificou-se, entre os olericultores orgânicos do Assentamento Filhos de Sepé (Viamão, RS), a demanda por um implemento específico que realizasse,

em uma única passada, o acamamento das plantas de cobertura, o seccionamento e a abertura do sulco de plantio. Esse aumento da demanda decorreu do interesse dos agricultores em adotar o SPDH, que vinha sendo difundido no assentamento por meio das ações integradas de extensão e pesquisa do Grupo da Faculdade de Agronomia da UFRGS e do trabalho dos extensionistas do escritório da Emater/Ascar-RS, em Viamão.

DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

Em 2019, foram instaladas duas hortas de estudo com o objetivo de construir conhecimento participativo com agricultores assistidos, extensionistas rurais da Emater/Ascar-RS de Viamão, colaboradores do Grupo Gestor das Hortas Orgânicas da Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) e discentes/docentes da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a partir do acompanhamento do crescimento de distintas plantas de cobertura (Poaceae e Fabaceae) com potencial para atender às características de interesse ao cultivo em SPDH. Diante da demanda dos próprios olericultores locais, para viabilizar a adoção do SPDH, verificou-se a necessidade de desenvolver um equipamento específico para essa realidade, capaz de realizar, de forma simultânea, o acamamento físico das plantas de cobertura, o seu seccionamento e a abertura do “berço” para introdução das mudas. A simultaneidade dessas operações reduz o número de passadas que do trator no campo, diminuindo a demanda de trabalho, o consumo de combustível e o potencial de compactação do solo pelos rodados do trator.

Realizaram-se encontros e diálogos entre os agricultores, a universidade, extensionistas da Empresa de Pesquisa e Extensão de Santa Catarina (Epagri) (onde o SPDH já se encontra consolidado), que permitiram a troca de informações necessárias para o desenvolvimento do protótipo de implemento adequado às diretrizes do SPDH e à realidade dos olericultores orgânicos do local.

O equipamento foi construído inicialmente por um agricultor e, posteriormente, recebeu adequações necessárias para maior eficiência na Estação Experimental Agronômica da UFRGS, em Eldorado do Sul. Foi testado no assentamento Filhos de Sepé, em Viamão, e em áreas vizinhas e, a partir dos resultados, readaptado algumas vezes até alcançar o modelo atual. O implemento desenvolvido pode ser engatado ao sistema de três pontos (hidráulico) de tratores, requerendo potência mínima de 40 cv. Na parte frontal do chassi, acoplou-se um rolo-faca com 30 cm de diâmetro e 1,20 m de largura, composto por seis seções de facas não afiadas dispostas de forma helicoidal, espaçadas em 16 cm, para realizar o acamamento e prolongar a ação de cobertura do solo. Na parte posterior, acoplaram-

se dois discos de corte e, no mesmo alinhamento, duas hastes munidas de ponteiros, que possibilitam o seccionamento das plantas de cobertura e a abertura do berço, em profundidade variável de 9 a 15 cm (Figura 1).

Para validação do maquinário, organizaram-se dias de campo com a participação de agricultores e demais agentes envolvidos, incluindo docentes das áreas de Mecanização Agrícola e Olericultura da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Esses encontros configuram verdadeiras aulas abertas e multidisciplinares, nas quais se integraram saberes de agricultores, técnicos e acadêmicos da graduação e pós-graduação. Participaram, ainda, estudantes de outros projetos e grupos de pesquisa e extensão da universidade, além de feirantes das Feiras Ecológicas de Porto Alegre. Os agricultores e estudantes diretamente envolvidos apresentaram trabalhos sobre o SPDH no 56º Congresso Brasileiro de Olericultura (1 a 5 de agosto de 2022, em Bento Gonçalves/RS). O trabalho também foi apresentado no 40º Seminário de Extensão Universitária da Região Sul (SEURS) de 2022, com o tema central “O Estado da Arte da Extensão na Região Sul do Brasil”, e no XXIII Salão de Extensão UFRGS (2022), ocasião em que recebeu destaque.



Figura 1: Implemento agrícola constituído de rolo-faca, discos de corte e sulcadores desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa e Extensão SPDH/UFRGS, 2023. Foto: Tatiana Duarte

Atualmente, o implemento está à disposição dos agricultores do Assentamento Filhos de Sepé, e de produtores orgânicos e convencionais de hortaliças no município de Viamão, onde o escritório da Emater administra o empréstimo entre os agricultores e apoia o desenvolvimento do SPDH no município. Em 2025, a Cooperativa dos Trabalhadores Assentados da Região Metropolitana de Porto

Alegre (COOTAP) contatou o grupo de pesquisa e extensão SPDH/UFRGS para ampliar as áreas com hortas de estudo em SPDH nos assentamentos de Nova Santa Rita e Eldorado, onde as enchentes de 2025 afetaram a produção de hortaliças, e novas áreas foram implantadas.

RESULTADOS

Constatou-se que a ampliação da adoção do SPDH está relacionada à compreensão, por parte dos agricultores, dos benefícios do método para o sistema de produção de hortaliças, como a otimização do trabalho decorrente da simultaneidade de operações proporcionada pelo implemento, a diminuição do uso de insumos externos e a redução do consumo de combustível. Além disso, contribui para o sequestro de carbono no solo e para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas, ao manter o solo coberto, reduzir o revolvimento e favorecer a ciclagem de biomassa. Os agricultores passaram a perceber o SPDH como uma ferramenta estratégica de transição agroecológica, favorável à produção orgânica de hortaliças e à permanência dos agricultores na atividade, assegurando a oferta de alimentos livres de agrotóxicos para a RMPA, o que resultou na ampliação de sua adoção.

Observou-se, ainda, a difusão do SPDH para além das áreas de estudo, uma vez que agricultores vizinhos optaram, por iniciativa própria, por implementar o método. O implemento agrícola vem sendo utilizado nessas áreas e permanece disponível para uso no Assentamento Filhos de Sepé e arredores. Atualmente, o foco do SPDH no assentamento é a produção de tomates orgânicos para suprir a demanda da agroindústria da COOTAP, com assistência técnica do escritório da Emater/Ascar-RS de Viamão e apoio da Rede de Facilitadores do SPDH, da qual UFRGS é integrante e atua de forma destacada, em especial, por conta do implemento (Figura 2).



Figura 2: Produção de tomate em SPDH orgânico no Assentamento Filhos de Sepé, Viamão, RS. 2023.

Fotos: Tatiana Duarte

Além da expansão no Assentamento Filhos de Sepé, o Grupo de Pesquisa e Extensão SPDH esteve, em 2022 e 2023, em Nova Santa Rita, a convite do Grupo Gestor das Hortas Orgânicas da RMPA/COOTAP e da Secretaria Municipal de Agricultura, para dialogar com os olericultores da região sobre o SPDH. Em 2025, em parceria com a COOTAP, foram implantadas quatro hortas de estudo em SPDH, duas em El dourado e duas em Nova Santa Rita. Contudo, após as chuvas de julho de 2025, parte dessas áreas foram inundadas. No momento, permanecem ativas duas hortas, uma em cada município. Em Viamão, em setembro de 2025, foram acamadas com o implemento seis áreas com produção de tomate indústria em SPDH orgânico para a COOTAP.

Quanto à operação do implemento, verificou-se que os melhores resultados são obtidos quando se respeita o momento ideal de acamamento das plantas de cobertura. Nas Poaceae, é no estágio de grão leitoso, enquanto para Fabaceae, no florescimento. Após esse período, as Poaceae tornam-se excessivamente fibrosas e menos suscetíveis ao corte, dificultando o procedimento. Entre as Fabaceae, os hábitos de crescimento influenciam o desempenho. Materiais prostrados podem ocasionar o embuchamento, enquanto os de porte ereto tendem a acompanhar a direção do acamamento e se ajustar ao rolamento, reduzindo esse problema. Para evitar embuchamentos, é imprescindível o corte total das Plantas de cobertura pelos discos e, para isso, observou-se a maior eficiência no corte em altas densidades de semeadura, em razão do menor calibre dos colmos (Figura3).



Figura 3: A esquerda o serviço realizado pelo implemento sob o mix de plantas de cobertura de verão composto por Milheto e crotalária, numa biomassa de 20,5 t/ha. A direita QRcode com o vídeo do implemento realizando o serviço de acamamento, corte da biomassa e abertura do sulco para plantio de mudas de hortaliças em SPDH. Viamão, 2023.

O direcionamento do projeto para o desenvolvimento de um implemento alinhado às diretrizes do Sistema de Plantio Direto de Hortaliças foi determinante para a ampliar a adoção do método no Assentamento Filhos de Sepé e favorecer sua expansão para outras localidades, gerando visibilidade e engajamento de agricultores, técnicos, extensionistas rurais, estudantes e professores. Recomenda-se a continuidade desta pesquisa-ação para manter em debate os desafios identificados e avançar no eixo técnico-científico que fundamenta o método do SPDH, consolidando e ampliando a sua adoção. A expansão, contudo, tem sido limitada pela distância entre os assentamentos e pelo fato de haver apenas um implemento disponível para atender um número significativamente maior de famílias agricultoras. Além disso, identificou-se uma lacuna significativa no mercado, como a carência de máquinas e equipamentos agrícolas que facilitem o plantio de hortaliças sobre a biomassa das plantas de cobertura, dentro do contexto do SPDH agroecológico e da diversidade da agricultura familiar (TIMM et al., 2022; DUARTE et al., 2023; TIMM et al., 2023).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DUARTE, TS; FOLLADOR, K; TIMM, F.; DO NASCIMENTO, PC. Desenvolvimento de implemento agrícola para adoção do Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH). Revista da Extensão – UFRGS Prorext. Jul.2023. n.26. p 48-49. ISSN 2238-0167 e ISSN 2764-5525. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/revext/issue/view/4883>

FAYAD, J. A. et al. Sistema de Plantio Direto de Hortaliças: método de transição para um novo modo de produção. São Paulo: Expressão Popular, 2019. 1.ed. São Paulo: Expressão popular, 2019.

TIMM, F.T; FOLLADOR, K.R; FANEZE, L.S.; MACHADO, G.R.; DUARTE, T. da S.; NASCIMENTO, P.C. do. Sistema de plantio direto de hortaliças em hortas orgânicas de estudo no Assentamento Filhos de Sepé, em Viamão/RS. Cadernos de Agroecologia - ISSN 2236-7934 - Anais da Reunião Técnica sobre Agroecologia - Agroecologia, Resiliência e Bem Viver - Pelotas, RS - v. 17, n. 3, 2022. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/6723>

TIMM, F; DUARTE, T S; FOLLADOR, K R; MACHADO, G R; DO NASCIMENTO, PC; FANEZE, LS; MOREIRA, MA. Plantas de cobertura em sistema de plantio direto de hortaliças de base ecológica. CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 23., CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 38., 2023, Florianópolis, SC. Anais[...] Florianópolis: Epagri, 2023. ID 215. Pag.1168.

Capítulo 3



10.37423/251010348

AVALIAÇÃO IN VITRO DAS PROPRIEDADES FARMACOLÓGICAS DO EXTRATO METANÓLICO DAS CASCAS DA JABUTICABA E OBTENÇÃO DE UM SISTEMA FARMACÊUTICO EMULSIONADO

Jéssica C. Coelho

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Mauricio F. da Rosa

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Inara S. Prochnau

Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Viviane S. Lobo

Universidade Tecnológica do Paraná



Resumo: A jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*), fruta tipicamente brasileira, é rica em minerais, vitaminas e compostos fenólicos, sendo que esses últimos são encontrados em maior proporção na casca do fruto e apresentam várias atividades benéficas ao organismo, tais como: ação antioxidante, anticancerígena e anti-inflamatória. Visando ressaltar a importância do uso de plantas para o tratamento de diversos males, o intuito desse trabalho foi realizar análises *in vitro*, a partir do extrato metanólico das cascas da jabuticaba, frente a avaliação do potencial antioxidante, ação antimicrobiana sob cepas de fungos e bactérias, efeito citotóxico em hemácias humanas e ainda a obtenção de uma nanoemulsão, visto que essas formulações apresentam vantagens como melhor espalhabilidade e penetração na pele. Frente ao teste da atividade antioxidante pelo método DPPH, o extrato apresentou ação antioxidante significativa de 87,68% e o extrato metanólico, nas concentrações de 16, 12, 8 e 4 mg/mL não apresentou efeito na inibição do crescimento, frente às cepas dos microorganismos testados, assim como também não demonstrou toxicidade. A partir dos resultados vantajosos da ação antioxidante deste material vegetal, foi possível desenvolver uma nanoemulsão O/A com a incorporação do extrato metanólico. Estudos dessa natureza reafirmam a importância de dados etnofarmacológicos na seleção de plantas para triagem da bioatividade, uma vez que os resultados contribuem para a identificação de atividades biológicas de extratos vegetais da flora brasileira utilizados na medicina popular.

Palavras-chave: compostos bioativos, atividade antioxidante, nanoemulsão.

INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o uso de plantas medicinais é uma importante alternativa para o tratamento de doenças, principalmente nos países em desenvolvimento, atendendo aos cuidados primários com a saúde. Desta forma, é inegável que a maioria da população de baixa renda recorra às plantas medicinais para o tratamento dos seus males (BRASIL, 2004). O uso de extratos vegetais e fitoquímicos com fins medicinais é uma das mais antigas formas de prática medicinal da humanidade. As plantas adquiriram grande importância na medicina popular devido às suas propriedades terapêuticas e até mesmo pela toxicidade apresentada (MARTINS et al., 1998).

Planta medicinal é toda aquela, que apresente em sua composição, algum tipo de substância biologicamente sintetizada, seja ela a partir da água e de nutrientes, os quais possam provocar nos organismos vivos, reações que variem desde a cura até o abrandamento das doenças (FETROW; ÁVILA, 1999).

Essas substâncias com propriedades biológicas desejáveis ao metabolismo da planta, podem ser distintas de duas formas: os metabólitos primários, presentes em todas as plantas, sendo estes essenciais para seu crescimento e, os metabólitos secundários, presentes em metabolismos específicos e resultantes de processos adaptativos (BARRACA, 1999; BASILE *et al.*, 2000).

No Brasil, a utilização de plantas para fins terapêuticos apresenta influência da cultura indígena. Apesar de muitos vegetais não possuírem seus compostos químicos conhecidos, os mesmos são prescritos com frequência, de acordo com as observações terapêuticas conhecidas por crenças e costumes (MACIEL et al., 2002). Pesquisas demonstram que, aproximadamente 25%, dos fármacos utilizados são de origem vegetal, enquanto que 50% são de origem sintética, porém, relacionados aos princípios de produtos naturais. Alguns fatores que têm contribuído para o aumento da utilização de plantas medicinais são o alto custo dos medicamentos industrializados, e o difícil acesso à assistência médica e farmacêutica na rede pública (SIMÕES; SCHENKEL; GOSMAN, 2002; SIXEL; PECINALLI, 2002).

Existe uma grande variedade de espécies vegetais presentes na flora mundial, mais de 300 mil, sendo que destas, muitas apresentam propriedades terapêuticas de grande importância na medicina (CECHINEL FILHO; YUNES, 1998). Entretanto, muitas delas ainda não apresentam estudos científicos do ponto de vista farmacológico, biológico e até mesmo clínico (YUNES; CALIXTO, 2001).

Entre as diversas famílias que fazem parte do arsenal de plantas que apresentem alguma propriedade terapêutica, a família Myrtaceae é de grande relevância, pois abrange cerca de 159 gêneros tendo aproximadamente 3.600 espécies. Embora sejam encontradas em todo o mundo, os grandes centros de dispersão são as regiões subtropicais e tropicais (LUNARDI; PEIXOTO; VIDOTTI, 1998).

A família Myrtaceae é considerada a mais ampla do reino vegetal, do ponto de vista taxonômico, pois apresenta em suas folhas um grande número de constituintes voláteis. As plantas desta família são reconhecidas pela produção de óleos essenciais, os quais são considerados misturas complexas de substâncias voláteis, que contribuem para a fragrância das plantas que os produzem (LEGRAND; KLEIN, 1969).

Conforme o desenvolvimento de novos produtos, os extratos vegetais desempenham um papel de extrema importância em diversos seguimentos do setor industrial, dentre eles, destacam-se as indústrias farmacêuticas, cosméticas, alimentícias e têxteis. Por apresentarem diferentes aplicabilidades e funções, podem ser utilizados como corantes naturais, na produção de alimentos funcionais, como agentes conservantes e aromatizantes, na produção de medicamentos, suplementos vitamínicos, nutracêuticos, entre outras aplicações (HERRERO; CIFUENTES; IBAÑEZ, 2006).

DESCRIÇÃO BOTÂNICA

A espécie vegetal *Myrciaria cauliflora* (*M. cauliflora*), representante da família Myrtaceae, pertence ao gênero Eugeniae, mais comumente conhecida como jabuticabeira, é uma planta frutífera nativa brasileira, originária da região centro sul, a qual demonstra exercer atividade antimicrobiana, antioxidante, antiviral e anticancerígena (LEGRAND; KLEIN, 1969), além de ser empregada na medicina popular como antidiarreico, contra inflamações de garganta, anginas do peito, asma e erisipela (CRUZ, 1982).

Desenvolve em uma variedade de solos, embora se adapte melhor em solos sílicoargilosos e os argilossilicosos profundos, férteis e bem drenados (ANDERSEN; ANDERSEN, 1989). É uma árvore de tamanho médio, ornamental, cujas flores são brancas e folhas opostas, possui frutos globosos carnudos e comestíveis de cor roxa escura. Floresce geralmente duas vezes ao ano, em julho-agosto e novembro-dezembro, e os frutos maduros ocorrem em agosto-setembro e janeiro (LORENZI, 2002).

A importância industrial dos frutos da jabuticabeira tem sido relatada por diversos autores. Seu consumo *in natura*, na forma de geleias, licores, sucos, vinhos e diversas sobremesas, apresentam uma grande aceitação, já que seus frutos são doces e saborosos (ANDERSEN; ANDERSEN, 1989). Outras características importantes sobre esta espécie frutífera é o seu alto valor paisagístico e por demonstrar uma madeira de excelente qualidade (LORENZI, 1992). A casca do caule pelo seu poder adstringente é utilizada para problemas intestinais e a madeira é usada para obras internas, lenha e carvão (CORREIA, 1984).

Na industrialização deste vegetal, as cascas e sementes da jabuticaba são desprezadas, representando aproximadamente uma perda de 50% do fruto. Parte desse resíduo é utilizada usualmente *in natura* como

alimentação animal, porém, a maior parte é descartada ou usada em compostagem. Devido à perecibilidade do fruto, a matéria-prima talvez ainda sofra certa limitação no comércio (OLIVEIRA et al., 2003).

MATERIAL E MÉTODOS

COLETA DO MATERIAL VEGETAL

Os frutos da jabuticabeira foram coletados no mês de setembro de 2015 no período da manhã. A planta é oriunda de uma propriedade particular localizada no município de Toledo/PR, conforme coordenadas geográficas: Latitude (S) 24° 73' 31,9", Longitude (W) 53° 73' 63,2". A excisão do material vegetal foi preparada, e a identidade botânica da planta passou por confirmação através da comparação de uma espécie que se encontra depositada no Herbário da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR).

Os frutos ficaram imersos durante 10 minutos em uma solução de hipoclorito de sódio à 10%, para remoção de qualquer tipo de sujidade presente no material vegetal. As cascas da jabuticaba foram completamente desidratadas em estufa (Nova Ética 420-8D) de ar circulante, a temperatura de 40°C por 4 dias, posteriormente, trituradas em moinho de facas (Tecnal® TE-680) até sua transformação em pó fino. O material vegetal foi conservado em frasco hermeticamente fechado ao abrigo da luz e calor.

OBTENÇÃO DOS EXTRATOS

Os extratos acetato de etila (EAE), metanólico (EM) e hexânico (EH) foram obtidos na proporção de 1:6 (100 gramas planta: 600 mL solvente), através da técnica de Soxhlet (Wimax®). Os extratos assim obtidos foram rotaevaporados em evaporador rotativo (Quimis® Q-355B) em temperatura de 70°C, para eliminação total dos solventes, e então, liofilizados e estocados a 5°C.

AVALIAÇÃO FITOQUÍMICA

A investigação fitoquímica preliminar dos constituintes dos extratos foi realizada por meio de testes colorimétricos e de precipitação, seguindo metodologia para observação da presença (caracterização) de carboidratos, açúcares redutores, taninos, saponinas, flavonoides, esteroides, alcaloides, antraquinonas e glicosídeos, conforme metodologia descrita por Goyal et al. (2010).

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A atividade antioxidante dos extratos EAE, EM e EH, foi determinada através da metodologia descrita por Rufino et al. (2007), com modificações, para o teste de captura do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil).

A avaliação da atividade antioxidante pelo método DPPH, foi realizada a partir do monitoramento do consumo do radical livre DPPH pelas alíquotas das amostras, através da medida do decréscimo das

respectivas medidas de absorvância. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (T80+/UV/VIS SPECTROMETER), no comprimento de onda de 515 nm (SÁNCHEZ-MORENO; LARRAURI; SAURA-CALIXTO, 1998).

Primeiramente, foi realizada a determinação da curva padrão do DPPH, a partir das soluções de DPPH previamente preparadas em seis concentrações (10 µM, 20 µM, 30 µM, 40 µM, 50 µM e 60 µM). O álcool metílico foi utilizado como branco para calibração do espectrofotômetro. Após a leitura, foi calculada a equação da reta.

Para a determinação da atividade antioxidante total (AAT) dos extratos, pela técnica do radical DPPH realizada em triplicata, uma alíquota de 0,1 mL na concentração de 1 mg/mL do extrato foi transferida para tubos de ensaio com 3,9 mL do radical DPPH 0,06 mM, e homogeneizada em agitador em tubos. Como controle foi utilizado 0,1 mL da solução controle (álcool metílico, acetona e água), com 3,9 mL do radical DPPH, e o álcool metílico como branco.

A partir dos resultados obtidos na leitura das amostras, determinou-se a porcentagem de atividade antioxidante a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Atividade Antioxidante (\%)} = \frac{(\text{Abs controle} - \text{Abs amostra}) \times 100}{\text{Abs controle}}$$

Em que:

Abs controle = absorvância da solução de DPPH sem amostra;

Abs amostra = absorvância da amostra com o DPPH.

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

Microrganismos

Para a avaliação do potencial antimicrobiano foram utilizadas cepas catalogadas das bactérias *Staphylococcus aureus* (ATCC 25922) e *Escherichia coli* (ATCC 25923) e dos fungos *Candida albicans* (ATCC 10231) e *Candida tropicalis* (ATCC 201380), todas fornecidas pelo laboratório de microbiologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná *campus* Toledo.

Preparo do inóculo

Os microrganismos utilizados nos testes foram mantidos em refrigerador, em caldo nutriente e repicados para uma placa de Petri, 24-48 horas antes do ensaio, permanecendo em estufa bacteriológica (Quimis®) a uma temperatura de 37°C (bactérias) e 28°C (fungos). No momento do ensaio, os microrganismos foram transferidos para solução salina 0,9% esterilizada, até obter-se uma suspensão de 25± 2% de transmitância

a 580 nm em colorímetro (Micronal B440). A partir desta suspensão, preparou-se o inóculo a 1,0% em ágar, onde foi colocado 1 mL da suspensão em 100 mL de meio Ágar Mueller-Hinton (Biotec®), a temperatura entre 46 e 48°C.

Ensaio microbiológico

A avaliação da atividade antimicrobiana foi realizada em triplicata e desenvolvida conforme descrito na F. Bras. V (2010), com adaptações, empregando o método de difusão em ágar por perfusão, também conhecida como técnica dos poços.

Em câmara de fluxo laminar (Veco-BioSeg® 09), foram colocados 21 mL do meio de cultura em placas de Petri e após solidificação, foram acrescidos 4 mL do meio contendo o inóculo à 1%. Após solidificação, foram feitos 6 orifícios no meio de cultura, sendo, quatro poços destinados às soluções previamente preparadas dos extratos, nas concentrações de 16, 12, 8 e 4 mg/mL, e os outros dois poços foram utilizados para controle positivo (amoxicilina 10 µg - bactérias) e (cetoconazol 10 µg - fungos) e como controle negativo (água estéril).

Após o ensaio, as placas foram incubadas em estufa bacteriológica (Quimis®), a 37°C por um período de 24 horas para bactérias e a 28°C por 48 horas para fungos, e então procedeu-se a leitura/análise das placas com auxílio de paquímetro. O resultado final foi determinado pela média dos halos de inibição em milímetros (mm), verificando a sensibilidade das cepas, pela presença ou ausência de halos de inibição (BARBOSA; ZANIN, 2007).

AÇÃO CITOTÓXICA

Método baseado em Latoud et al. (1986), com modificações. Eritrócitos humanos, coletados de indivíduo saudável, foram lavados três vezes com tampão fosfato salino (PBS) pH 7,4, por centrifugação a 1500 rpm por 10 minutos. Em tubos contendo 500 µl de eritrócitos humanos a 4% foram adicionados alíquotas do extrato dissolvidos com DMSO (na concentração máxima de 2%) e PBS, para as concentrações de 1, 10, 15, 50, 100, 150 e 175 µl/mL no volume final de 1 mL. Esse procedimento foi realizado para o extrato obtido com o solvente metanol. Em seguida, as suspensões de eritrócitos a 2% com o extrato foram incubadas a 37°C por 1 hora. Depois da incubação, as células foram sedimentadas a 1500 rpm por 10 minutos. O sobrenadante foi coletado e a absorbância foi determinada usando espectrofotômetro (T80+/UV/VIS SPECTROMETER) em 450 nm.

Para obtenção do branco foi utilizado o DMSO a 2%, maior concentração utilizada, juntamente com os eritrócitos e o tampão. No controle negativo foi utilizado suspensões de eritrócitos e tampão PBS e para o controle positivo foi usado um tampão de lise (ácido acético 2%) para lisar completamente os eritrócitos.

A porcentagem de hemólise foi calculada e representada gráficamente, para determinar os efeitos citotóxicos das doses utilizadas para eritrócitos humanos. O teste foi realizado em triplicata. A porcentagem de eritrócitos intactos e o percentual de hemólise foram calculados usando as seguintes fórmulas:

$$\%eritrócito\ intacto = 1 - \left(\frac{Abs\ do\ sobrenadante\ dos\ extratos - Abs\ do\ branco}{Abs\ do\ tampão\ de\ lise - Abs\ do\ PBS} \right) \times 100$$

$$\%hemólise = 100 - (\%eritrócitos\ intactos)$$

DESENVOLVIMENTO DA NANOEMULSÃO

Para se obter uma emulsão, é necessário o uso de água, óleo, um emulsificante também conhecido como tensoativo e o uso de energia, geralmente mecânica. A produção das gotas é de fácil obtenção, mas sua quebra em pequenas gotículas costuma ser mais complicado, e para que isso seja possível, é preciso o uso de energia, a qual geralmente é fornecida através de agitação intensa (SOLANS et al., 2005; FENNEMA, 2010).

A emulsão O/A foi preparada em triplicata através da metodologia clássica descrita por Santos (2006), com adaptações. O tensoativo Tween® 80 primeiramente foi solubilizado na fase aquosa, posteriormente, as fases aquosa e oleosa (lecitina e lanolina) foram aquecidas separadamente à temperatura de $75 \pm 2^\circ\text{C}$, em seguida a fase oleosa foi vertida sobre a fase aquosa sob agitação constante e contínua de 600 rpm por 5 minutos.

Após a agitação, a emulsão foi transferida para o banho de ultrassom à $13 \pm 2^\circ\text{C}$ para a incorporação do extrato metanólico. O extrato vegetal foi adicionado na emulsão na concentração de 1%. A utilização dessa concentração foi definida de acordo com as preparações cosméticas já existentes no mercado, as quais utilizam concentrações de até 15% de extrato, sendo preferencialmente utilizadas as menores concentrações que promovam eficácia, a fim também de diminuir os custos da formulação.

A emulsão ficou mantida no banho de ultrassom por 10 minutos, após este período, o aparelho foi desligado para que a formulação atingisse a temperatura ambiente de $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

EXTRATOS VEGETAIS

Os rendimentos alcançados, a partir, da obtenção dos extratos EAE, EM e EH, na proporção de 1:6 (planta: solvente) pelo uso da técnica de Soxhlet, a qual permite o contato direto do material vegetal e o seu respectivo líquido extrator, estão demonstrados Tabela 2.

Tabela 2 - Tempo de extração, rendimento em gramas (g) e em porcentagem (%), dos extratos acetato de

etila, metanólico e hexânico, das cascas da *Myrciaria cauliflora* Berg, na proporção de 1:6 (planta: solvente), obtidos pela técnica de Soxhlet.

Extrato	Tempo de extração (h)	Rendimento (g)	Rendimento (%)
Acetato de etila	2	1,57	1,56
Metanólico	3	21,87	21,84
Hexânico	2	0,69	0,69

Fonte: a autora, 2017.

AValiação Fitoquímica

As espécies vegetais têm sido utilizadas milenarmente como fontes de substâncias que apresentem algum potencial farmacológico. No entanto, uma pequena porcentagem tem sido estudada quanto à sua composição química. Este estudo pode ser realizado por meio de análises fitoquímicas, as quais identificam de forma simples e rápida a presença de certos compostos nas drogas vegetais (SARTORELLI et al., 2012).

Os resultados obtidos nos testes fitoquímicos preliminares, após análise dos três extratos EAE, EM e EH, para a identificação de carboidratos, açúcares redutores, taninos, saponinas, flavonoides, esteroides, alcaloides, antraquinonas e glicosídeos, encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados dos testes fitoquímicos de identificação/avaliação dos compostos presentes nas cascas da *Myrciaria cauliflora* Berg, a partir dos extratos acetato de etila, metanólico e hexânico, seguindo metodologia descrita por Goyal et al. (2010).

Compostos químicos	Acetato de etila	Metanol	Hexano
Carboidratos	+	-	++
Açúcares reduzores	-	+++	-
Taninos	-	-	-
Saponinas	-	++	+++
Flavonoides	-	+	-
Esteroides	+	+++	++

Alcaloides	-	-	-
Antraquinonas	-	-	-
Glicosídeos	+	-	-

Fonte: a autora, 2017.

Nota: Legenda: Reação Positiva: + fraca, ++ média, +++ forte. Reação Negativa: -

Com os testes realizados para a identificação dos compostos presentes nas cascas da *Myrciaria cauliflora*, a partir do EAE verificou-se a presença de carboidratos, esteroides e glicosídeos, enquanto que no EH foi detectado carboidratos, saponinas e esteroides. Já no EM foi detectada a presença de açúcares redutores, saponinas, flavonoides e esteroides. Os demais compostos não foram detectados nos extratos das cascas desta espécie vegetal.

Esteroides foram detectados na fração hexânica pelo aparecimento de cor azul evanescente seguida de verde. Isso ocorre porque os esteroides, são compostos apolares, podendo aparecer, portanto, em solventes apolares, como o hexano, ou, em menor quantidade, em solventes de polaridade intermediária (YUNES; CALIXTO, 2001).

Segundo Silva (2008) e Terzi (2004), os frutos produzidos pela jabuticabeira, apresentam um elevado teor de fibras, vitaminas, carboidratos, sais minerais como o fósforo, cálcio e ferro, além dos flavonoides, conhecidos como compostos fenólicos, os quais demonstram potencial antioxidante, prevenindo doenças oxidativas e inflamatórias, além da presença das antocianinas, responsáveis pela coloração característica do fruto.

As jabuticabas apresentam em sua composição três tipos de polifenóis: taninos, flavonoides e antocianinas. Os dois primeiros estão presentes em maior quantidade nas cascas e sementes dos frutos, e o último é encontrado apenas nas cascas. Estes três tipos de fenóis interagem entre si e são responsáveis pelo sabor e coloração das bebidas como os vinhos e os licores (LIMA et al., 2008).

Os flavonoides, composto detectado no EH das cascas da jabuticaba apresentam ação anti-inflamatória, antiviral, antioxidante, anti-hemorrágica, antimicrobiana e antitumoral, sendo também utilizados no tratamento de hipertensão e de doenças circulatórias (ZUANAZZI; MONTANHA, 2004).

Além destas propriedades, os flavonoides atuam na inibição de enzimas nas mitocôndrias e estão presentes em folhas verdes podendo também protegê-las contra o excesso de raios ultravioleta, além de proteger contra a invasão de agentes microbianos (HARBORNE; WILLIAMS, 2000).

De acordo com as características de polaridade demonstradas por cada solvente em específico e até mesmo pelas propriedades dos compostos presentes nas plantas, é que se correlaciona os princípios ativos extraídos a partir de cada extrato, de modo que solventes polares apresentam a capacidade de extrair compostos mais polares. Cabe ressaltar que este método preliminar de avaliação fitoquímica é qualitativo e que concentrações muito baixas de certos compostos podem resultar em falso negativo, visto que até mesmo a cor do extrato (roxo escuro) pode interferir nos resultados finais.

ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Com a finalidade de avaliar a capacidade dos constituintes dos extratos EAE, EM e EH, das cascas da *Myrciaria cauliflora* em capturar radicais livres (DPPH), foi realizada as análises das soluções destes extratos com DPPH.

O gráfico (Figura 4) obtido, através da equação da reta, para a determinação da curva do DPPH, apresenta a correlação linear $R^2 = 0,9917$. As distorções observadas podem ter sido ocasionadas por erros do operador ou do equipamento. O R^2 , abaixo, mostra que a reta teve uma linearidade de aproximadamente 99%.

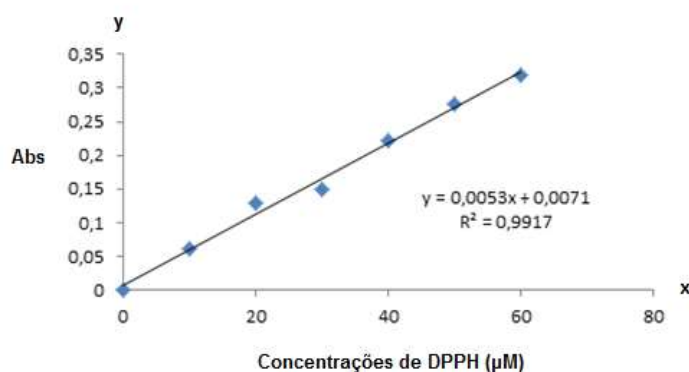


Figura 4 - Representação gráfica da curva padrão do DPPH e sua respectiva equação da reta, obtida através de espectrofotometria na região UV com λ de 515 nm. Fonte: a autora, 2017.

Os resultados da atividade antioxidante das amostras estão expressos em porcentagem de inibição de oxidação, ou seja, a porcentagem de atividade antioxidante é correspondente à quantidade de DPPH consumida pelo antioxidante presente nas sete soluções testadas (Tabela 4).

Tabela 4 - Média das absorvâncias (Abs), desvio padrão e porcentagens da atividade antioxidante calculadas para a concentração de 1 mg/mL dos extratos acetato de etila, metanólico e hexânico das cascas da *Myrciaria cauliflora* Berg.

Solvente do extrato	Média das Abs (n=3)	Desvio Padrão (%)	Atividade Antioxidante (%)
Acetato de etila	0,341	0,006658	31,11
Metanol	0,061	0,000577	87,68
Hexano	0,456	0,000577	7,88

Fonte: a autora, 2017.

Nota: n= número de repetições.

Frente à atividade antioxidante, o EM foi o que demonstrou maior capacidade em consumir o radical DPPH, esta atividade pode estar relacionada à presença de flavonoides, os quais foram detectados neste extrato vegetal. Os outros dois extratos (EAE e EH), também demonstraram ação antioxidante, porém em níveis mais baixos e não tão significativos.

Nos últimos anos, diferentes espécies vegetais têm sido investigadas como potenciais fontes de moléculas antioxidantes (PINNEL, 2003). A atividade antioxidante dos extratos vegetais obtidos das plantas tem sido correntemente relacionada com a presença de compostos polifenólicos, como exemplo, os flavonoides (LIGGINS et al., 2000; SARTOR et al., 2002).

Antioxidantes são substâncias capazes de neutralizar radicais livres, prevenindo o dano causado por eles. Impedem que as substâncias oxidantes, atinjam seus alvos biológicos, prevenindo que reações em cadeia sejam iniciadas, ou ainda, que outras espécies reativas sejam formadas a partir de oxigênio (HALLIWELL, 2001).

Conforme relatos de Podsedek (2007), as frutas apresentam em sua composição maior quantidade de compostos fenólicos do que os vegetais. As principais fontes de compostos fenólicos como as antocianidinas e antocianinas são as frutas cítricas e frutas de cor escura como a uva, cereja, ameixa e a jabuticaba, sendo que nesta última espécie são encontrados em maior quantidade no epicarpo.

Estudos realizados com os frutos de *M. cauliflora* apontam diversas atividades biológicas exercidas, dentre as ações destaca-se a atividade antioxidante, que pode ser atribuída principalmente às antocianinas presentes na casca do fruto (LEITE et al., 2011; REYNERTSON; BASILE; KENNELLY, 2005).

Geöcze (2007), analisando a atividade antioxidante (método ABTS) de licores das cascas da jabuticaba da variedade Sabará, encontraram valores de TEAC que variaram de 1,88 a 2,88 mmol L⁻¹, calculados após 2 minutos de reação, e de 2,48 a 3,61 mM L⁻¹, após 15 minutos de reação.

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

A ausência de crescimento ao redor dos discos-testes reflete o potencial inibitório do extrato em relação aos microrganismos testados, portanto, a atividade antibacteriana ou antifúngica do extrato é diretamente proporcional ao diâmetro do halo de inibição formado. Extratos classificados como muito ativos, apresentam halos inibitórios de treze a dezoito milímetros (mm), extratos ativos formam halos entre nove e doze mm e os inativos, halos de nove mm ou menos (ALVES et al., 2000).

Após o ensaio de difusão em ágar, foi possível observar que os extratos EAE, EM e EH, das cascas da *M. cauliflora*, testados em quatro concentrações (16, 12, 8 e 4 mg/mL), não foram capazes de inibir o crescimento bacteriano das cepas de *S. aureus* e *E. coli.*, assim como também não houve inibição do crescimento dos fungos *C. albicans* e *C. tropicalis*.

A não formação de halos de inibição a partir do uso desses extratos, pode estar relacionada com a composição bioativa dos mesmos, podendo ainda apresentar compostos em concentrações muito baixas e que diante disso não apresentam ação contra o crescimento dos microrganismos.

Os únicos halos formados foram pelo controle positivo, o qual foi utilizado o antibiótico referência amoxicilina 10 µg e o medicamento cetoconazol 10 µg, utilizado como antifúngico (Figura 5 e 6).

Baldin e colaboradores (2014), em estudo do potencial antimicrobiano do extrato aquoso das cascas da jabuticaba, observaram zonas de inibição, com a formação de halos que variaram de 13 a 30 mm para as bactérias gram positivas e 15 a 26 mm para as bactérias gram negativas, sendo que as gram positivas apresentaram os menores valores de CIM. A ação inibitória observada no extrato aquoso deve-se, provavelmente, ao fato de que nesta fração, normalmente, são extraídos compostos polares.

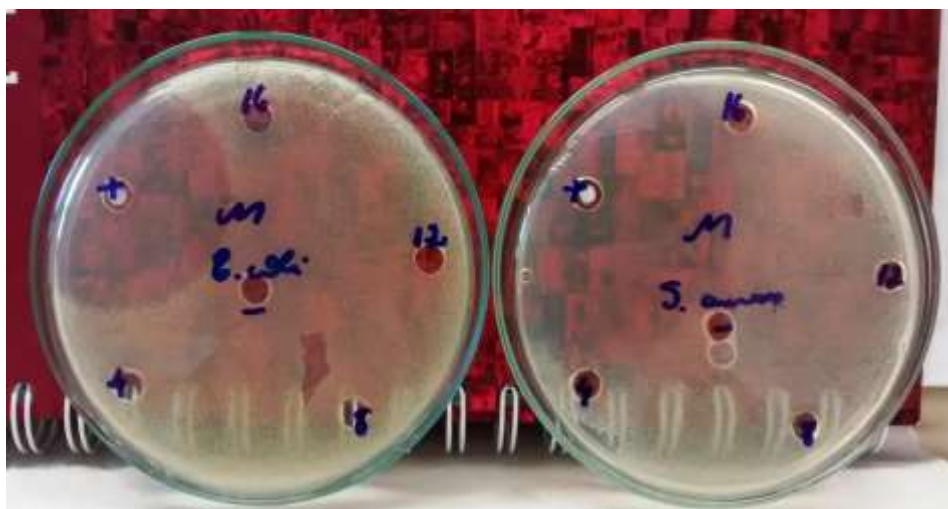


Figura 5 - Fotografia mostrando o halo de inibição de crescimento das cepas de *E. coli* e *S. aureus*, frente ao controle positivo (amoxicilina 10 µg), e ausência de halo de inibição através do uso do extrato metanólico em quatro concentrações (16, 12, 8 e 4 mg/mL). Fonte: a autora, 2017.

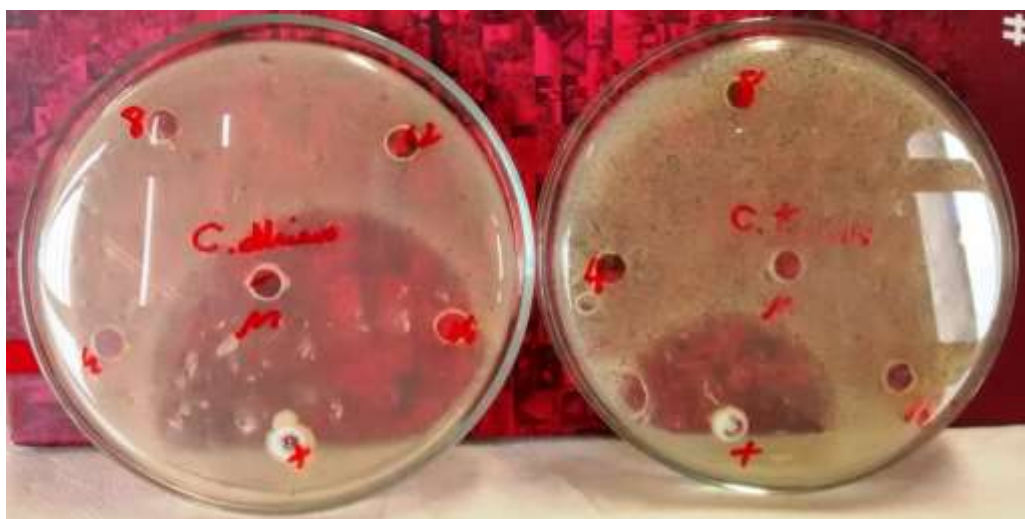


Figura 6 - Fotografia mostrando o halo de inibição de crescimento das cepas de *C. albicans* e *C. tropicalis*, frente ao controle positivo (cetoconazol 10 µg), e ausência de halo de inibição através do uso do extrato metanólico em quatro concentrações (16, 12, 8 e 4 mg/mL). Fonte: a autora, 2017.

O extrato das folhas de *M. cauliflora* foi utilizado em um estudo para investigar a presença de atividade antimicrobiana contra bactérias formadoras do biofilme dental. As bactérias testadas foram: *Streptococcus mitis*, *S. mutans*, *S. sanguinis*, *S. oralis*, *S. salivarius* e *Lactobacillus casei*, e os resultados encontrados mostraram a eficácia do extrato quando comparado a clorexidina, antisséptico padronizado e comercializado (MACEDO-COSTA et al., 2009).

AÇÃO CITOTÓXICA

Após o ensaio da ação citotóxica, foi possível observar que o EM, apresentou um índice de toxicidade baixo

nas menores concentrações testadas. Porém, conforme aumentava-se gradativamente as concentrações do extrato, a porcentagem de hemólise dos eritrócitos aumentava de forma significativa, resultando em uma diminuição de eritrócitos intactos. Os resultados estão expressos na Tabela 5.

Tabela 5 - Média das absorvâncias (Abs), desvio padrão e porcentagens da ação citotóxica, calculadas para as sete concentrações analisadas, do extrato metanólico (EM) das cascas da *Myrciaria cauliflora* Berg.

Concentração do EM em µl/mL	Média das Abs (n = 3)	Desvio Padrão (%)	% Eritrócito Intacto	% Hemólise
1	0,020	0,001155	99,87	0,13
10	0,023	0,002	99,50	0,5
15	0,031	0,001155	98,50	1,5
50	0,042	0,001	97	3,0
100	0,045	0,001732	96,60	3,4
150	0,049	0,001	96,10	3,9
175	0,053	0,000577	95,50	4,5

Fonte: a autora, 2017.

Nota: n= número de repetições.

Leite-Leggati e colaboradores (2012) realizaram experimentos com o extrato da casca de jabuticaba sobre células da medula óssea de ratos, através do teste do micronúcleo, observaram que o extrato não induziu danos ao DNA, nem apresentou propriedades citotóxicas sobre as células analisadas, sendo considerado um material não mutagênico. Outro estudo desenvolvido *in vitro* com células tumorais, apresentaram efeitos antiproliferativos satisfatórios contra a leucemia e contra células cancerosas da próstata.

Um estudo realizado por pesquisadores da Unicamp, em Campinas (SP), comprovou a eficácia da jabuticaba na prevenção do câncer de próstata e da leucemia. Isso é possível devido à presença de alguns compostos fenólicos (responsáveis pela cor do fruto) presentes na casca da fruta que reduzem em até 50% a produção de células cancerígenas, pois atuam diretamente em duas etapas do desenvolvimento de células do câncer. A propriedade antioxidante da jabuticaba combate os radicais livres responsáveis pela primeira etapa da multiplicação das células, e na segunda fase, a fruta inibe a ação de enzimas responsáveis pelo surgimento da célula cancerígena.

DESENVOLVIMENTO DA NANOEMULSÃO

A nanotecnologia aplicada à cosmética e ao ramo farmacêutico, consiste basicamente, em adicionar princípios ativos (fármacos, extratos e óleos vegetais) em partículas pequenas, as quais sejam capazes de penetrar nas diversas camadas da pele, potencializando assim, o efeito dos produtos conhecidos então como nanocosméticos e nanofármacos (BAUMANN, 2005).

O sistema de ultrassom é um método rápido e eficiente utilizado para formar nanoemulsões estáveis com gotículas de tamanhos menores. Seu princípio é produzir ondas de intensas vibrações, as quais possam romper as gotículas primárias da emulsão, dando origem a gotículas de tamanhos nanométricos (BRUXEL et al., 2012).

A emulsão O/A elaborada neste trabalho, foi incorporada com o EM das cascas da jabuticaba, visto que este extrato vegetal foi o qual apresentou os melhores resultados frente a atividade antioxidante. Diante desta ação, esperasse que essa formulação possa desenvolver propriedades farmacológicas principalmente contra o envelhecimento da pele.

Após 15 dias de armazenamento à temperatura ambiente, a emulsão obtida, apresentou características físico-químicas satisfatórias e se manteve estável. Contudo, o intuito é que esta linha do projeto continue a ser desenvolvida, visto que, se faz necessário avaliar o tamanho das gotículas dessa emulsão, para assim poder dizer se é ou não nanoemulsão, e prosseguir com testes *in vitro* que determinem sua atividade, permeabilidade, e verificar se o método de preparação utilizado não inibiu a atividade antioxidante encontrada no extrato.

CONCLUSÃO

Diversas atividades biológicas já foram atribuídas à espécie *M. cauliflora*, e isso provavelmente se deve a combinação dos diversos compostos bioativos existentes em sua composição química, dentre eles destaca-se os compostos fenólicos.

Fora o grande valor medicinal, ainda representa uma grande importância econômica, pois a matéria-prima oriunda desta planta é utilizada tanto para consumo *in natura*.

A partir do desenvolvimento deste trabalho, após as análises realizadas com os extratos acetato de etila, metanólico e hexânico das cascas da jabuticaba, chegamos aos seguintes resultados:

- Através da fitoquímica preliminar, foi possível detectar carboidratos, açúcares redutores, flavonoides, saponinas, esteroides e glicosídeos;
- Frente ao método de atividade antioxidante DPPH, o EM foi o que melhor apresentou ação com 87,68%;

- No teste da atividade antimicrobiana, nenhum dos três extratos testados em quatro concentrações diferentes apresentaram potencial inibitório no crescimento de fungos e bactérias;
- Na avaliação da ação citotóxica frente à hemácias, o EM demonstrou toxicidade conforme o aumento da concentração utilizada de extrato;
- O desenvolvimento da emulsão O/A com a incorporação do EM, foi satisfatoriamente concluído;

Torna-se imprescindível uma maior investigação a respeito das propriedades medicinais, assim como a padronização do uso da *M. cauliflora*, visto que o objetivo dos estudos com plantas visam desenvolver novos produtos, os quais agreguem menos custos e mais benefícios, uma vez que a utilização racional de plantas com fins terapêuticos é de grande valor no setor da saúde.

REFERÊNCIAS

- ALVES, T. M. A. et al. Biological screeninf of Brazilian Medicinal Plants. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, v.95, p.367-73, 2000.
- ANDERSEN, O.; ANDERSEN, V.U. As frutas silvestres brasileiras. Globo, p.130-135, 1989.
- BALDIN, J.C. et al. Potencial Antimicrobiano do Extrato da Casca de Jabuticaba (Myrciaria Cauliflora) Sobre Bactérias Gram Positivas e Negativas, Blucher Food Science Proceedings, v.1, n.1, p.31-32, 2014.
- BARRACA, S.A. Manejo e Produção de Plantas Medicinais e Aromáticas. Piracicaba: Faculdade de São Paulo, 1999.
- BARBOSA, C.; ZANIN, I. Antibiograma: Método de difusão em ágar. Cidade: Goiás UFCE, 2007.
- BASILE, A. et al. Antibacterial and allelophatic activity of extract from Castanea sativa leaves. Fitoterapia, v.71, p.110-116, 2000.
- BAUMANN, L. Dermatologia Cosmética: Princípios Básicos. Revinter, Rio de Janeiro, 2005.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução. RE nº 90/2004. Normas para estudos toxicológicos de produtos fitoterápicos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo. Brasília, DF. 12 de março de 2004.
- BRUXEL, F. et al. Nanoemulsões como sistemas de liberação parenteral de fármacos. Química Nova, v.35, p.1827-1840, 2012.
- CECHINEL FILHO, V.; YUNES, R.A. Estratégias para a obtenção de compostos farmacologicamente ativos a partir de plantas medicinais. Conceitos sobre modificação estrutural para otimização da atividade. Química Nova, v.21, n.1, p.99-105, 1998.
- CORREIA, M.P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. v. 4, p.375, 1984.
- CRUZ, G.L. Dicionário das Plantas úteis do Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1982.
- F. BRAS. V. Farmacopéia Brasileira. 5 ed. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: ANVISA, 2010.
- FENNEMA, O.R. Química de alimentos. 4. ed. Editora Artmed, 2010.
- FETROW, C.W.; ÁVILA, J.R. Manual de Medicina Alternativa para o Profissional. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.
- GOYAL, A.K.; MIDDHA, S.K.; SEN, A. Evaluation of the DPPH radical scavenging activity, total phenols and antioxidant activities in Indian wild Bambusa vulgaris "Vittata" methanolic leaf extract. Journal of Natural Pharmaceuticals, v.1, n.1, p.40-45, 2010.
- HALLIWELL, B. Role of free radicals in the neurodegenerative diseases. Drugs & Aging, v.18, n.9, p.685-716, 2001.

HARBORNE, J.B.; WILLIAMS, C.A. Advances in flavonoid research since 1992. *Phytochemistry*, v.55, p.81-504, 2000.

HERRERO, M.; CIFUENTES, A.; IBAÑEZ, E. Sub- and supercritical fluid extraction of functional ingredients from different natural sources: plants, food-by-products, algae and microalgae, *Food Chemistry*, v.98, p.136-148, 2006.

LATOUD, C.; PEYPOUX, F.; MICHEL, G.; GENET, R.; MORGAT, J.L. Interactions of antibiotics of the iturin group with human erythrocytes. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) Biomembranes*, v.856, 1986.

LEGRAND, D.C.; KLEIN, R.M. *Flora ilustrada catarinense: Mirtáceas*. Itajaí: P. Raulino Reitz, 1969.

LEITE, A.V. et al. Antioxidant Potential of Rat Plasma by Administration of Freeze-Dried Jaboticaba Peel (*Myrciaria jaboticaba* Vell Berg). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.59, n.6, p.2277-2283, 2011.

LEITE-LEGATTI, A.V. et al. Jaboticaba peel: antioxidant compounds, antiproliferative and antimutagenic activities. *Food Research International*, Barking, v.49, n.1, p.596-603, 2012.

LIGGINS, J.; BLUCK, J.C.; RUNSWICK, S.; ATKINSON, C.; ANDY-COWARD, W.; BINGHAM, A. Daidzein and genistein content of fruits and nuts. *Journal of Nutritional Biochemistry*, v.11, p.326-331, 2000.

LIMA, A.J.B. et al. Caracterização química do fruto jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v.58, n.4, p.416-421, 2008.

LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, São Paulo, 2002.

LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, São Paulo, 1992.

LUNARDI, I.; PEIXOTO, J.L.B.; VIDOTTI, G.J. Constituintes Químicos das Partes Aéreas da Espécie Vegetal *Eugenia moraviana* Berg (Myrtaceae). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 21, 1998. Poços de Caldas. Livro de Resumos. Poços de Caldas, MG, 1998. p.124.

MACEDO-COSTA, M.R. et al. Eficácia do extrato de *Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg. (jaboticabeira) sobre bactérias orais. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v.19, n.2B, p.565-571, 2009.

MACIEL, M.A.M. et al. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. *Química Nova*, v.25, n.3, p.429-438, 2002.

MARTINS, E.R. et al. *Plantas Medicinais*. Viçosa: UFV, 1998.

OLIVEIRA, A.L. et al. Caracterização tecnológica de jaboticabas 'sabará' provenientes de diferentes regiões de cultivo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.25, n.3, p.397-400, 2003.

PINNEL, S.R. Cutaneous photodamage, oxidative stress, and topical antioxidant protection. *Journal of the American Academy of Dermatology*, v.48, n.1, p.1-22, 2003.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: a review. *Food Science and Technology*, v.40, n.1, p.1-11, 2007.

REYNERTSON, K.A.; BASILE, M.J.; KENNELLY, E.J. Antioxidant Potential of seven myrtaceous fruits. *Ethnobotany Research & Applications*, v.3, p.25-35, 2005.

RUFINO, M.S.M. et al. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutos pela Captura do Radical Livre DPPH. Fortaleza: Embrapa Agroindustrial tropical, 2007. (Comunicado Técnico, 127).

SÁNCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J. A.; SAURA-CALIXTO, F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.76, p.270-276, 1998.

SANTOS, O.D.H. Desenvolvimento e avaliação das propriedades físico-químicas e atividade cosmética in vivo de emulsões de óleo de Calendula officinalis com cristal líquido. 2006. p.25. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2006.

SARTOR, L.; PEZZATO, E.; DELL'AICA, I.; CANIATO, R.; BIGGIN, S.; GARBISA, S. Inhibition of matrix-proteases by polyphenols: chemical insight for anti-inflammatory and anti-invasion drug design. *Biochemical Pharmacology*, v.64, p.229-237, 2002.

SARTORELLI, P. et al. A new minor dimmeric ester from seeds of Cassia fistula L. (Leguminosae). *Natural Product Research*, v.26, n.1, p.36-41, 2012.

SILVA, P.H. Avaliação da composição química de fermentados alcoólicos de jabuticaba (Myrciaria jabuticaba). *Revista Química Nova*, v.15, 2008.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMAN, G. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2002.

SIXEL, P.J.; PECINALLI, N.R. Seleção de plantas para pesquisa farmacológica. *Infarma*, v.15, n.3-4, p.70-73, 2002.

SOLANS, C. et al. Nano-emulsions. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, v.10, p.102-110, 2005.

TERCI, D.B.L. Aplicações Analíticas e Didáticas de Antocianinas Extraídas de Frutas. Tese (Doutorado em Química Analítica) - Instituto de Química da UNICAMP, Campinas, SP, 2004.

YUNES, R.A.; CALIXTO, J.B. Plantas Medicinais sob a Óptica da Química Medicinal Moderna. Chapecó: Argos, 2001.

ZUANAZZI, J.A.S.; MONTANHA, J.A. Flavonoides. In: SIMÕES, C.M.O. et al. (Org.). Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5. ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora UFRGS/ Editora UFSC, p.577-581, 2004.

Capítulo 4



10.37423/251010354

PRODUÇÃO DE BIOMASSA E COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DE PLANTAS DE COBERTURA NA ZONA DA MATA MINEIRA

Mauro Sergio Teodoro

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- Embrapa*

Marcelo Guimarães

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- Embrapa*

Karina Neoob de Carvalho Castro

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- Embrapa*

Fernanda Samarini Machado

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- Embrapa*

Thierry Ribeiro Tomich

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- Embrapa*

Luiz Gustavo Ribeiro Pereira

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- Embrapa*

Fernanda da Silva Bernardes

*AG Croppers Comércio e Produção de
Sementes LTDA*



Resumo: Nas áreas agrícolas da Zona da Mata do estado de Minas Gerais há o predomínio de relevo acidentado com áreas de pastagens degradadas e solos das baixadas com histórico de mecanização, que resultaram em camadas compactadas com baixos teores de matéria orgânica. O uso de plantas para a manutenção da cobertura do solo no período da entressafra pode contribuir na recuperação destas áreas. Avaliou-se espécies com potencial de uso para cobertura de solo em área de produção de forragem em Coronel Pacheco, Zona da Mata Mineira. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos: Guandu anão; Feijão de porco; Crotalária juncea; Cosmos (*Bidens sulphurea*); e Mix das leguminosas, com quatro repetições. Foram avaliadas a produtividade de biomassa fresca e seca da parte aérea (BFPA e BSPA) e a biomassa seca da raiz (BSR). As espécies avaliadas apresentaram boa produtividade de biomassa fresca e seca da parte aérea aos 80 e 110 dias, e da raiz aos 80 dias, indicando boa adaptação às condições edafoclimáticas da região do estudo. O melhor desempenho de biomassa e ganho de produtividade (delta entre períodos) foi obtida pela Crotalária juncea. O Cosmos, espécie pouco explorada como cobertura vegetal, apresentou produção de biomassa semelhante às demais espécies, o que indica o potencial desta espécie como planta de cobertura, no entanto, recomendamos mais estudos que possam indica-la para esta finalidade.

Termos para indexação: manejo de solo, crotalária juncea, feijão de porco, guandu anão, *Bidens sulphurea*.

INTRODUÇÃO

A sustentabilidade agrícola é um tema de crescente relevância no cenário mundial em virtude da demanda e uso intensivo dos recursos naturais (Araújo et al., 2007). Neste sentido, os processos inadequados de ocupação das áreas cultiváveis e a crescente demanda por alimentos, aliados aos interesses econômicos na busca de lucratividade no setor agrícola, têm contribuído para o agravamento da degradação ambiental e o aumento desses desequilíbrios. Essa dinâmica tem provocado severas alterações nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo que, somados à aceleração da mineralização da matéria orgânica (com consequente diminuição da fertilidade do solo), têm levado diversos sistemas produtivos a uma crescente diminuição do potencial produtivo nas mais variadas regiões agrícolas do Brasil e do mundo (Calegari, 2014).

Por sua vez, o manejo ecológico surge como alternativa para se alcançar um sistema agrícola sustentável (Loss et al., 2009), e a adubação verde como planta de cobertura pode contribuir, promovendo a melhoria da agregação do solo (Sharma et al., 2018), alterando sua estrutura do solo e assim aliviar o efeito de camadas compactadas (Zhang e Peng, 2021; Griffiths et al., 2022). Dessa forma, o uso dessa tecnologia pode favorecer a ciclagem de nutrientes, manutenção da estrutura do solo, e dinâmica de ar e água no solo (Hoffland et al., 2020), entre outros atributos.

Plantas de cobertura ou culturas de cobertura são termos recentes utilizados para designar diferentes espécies de adubos verdes em uso para a formação da camada de palha para a cobertura do solo (Calegari, 2014). Entretanto, a introdução do adubo verde como planta de cobertura deve ser prática previamente planejada dentro da propriedade, considerando-se as diferentes características das espécies que apresentam potencial de uso, além de aspectos associados ao manejo de corte, ao clima e às propriedades do solo.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e a composição bromatológica de algumas espécies com potencial de uso como plantas de cobertura cultivadas na entressafra, com dois períodos de corte no Campo Experimental José Henrique Bruschi, localizado em Coronel Pacheco, município da Zona da Mata Mineira.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi desenvolvido durante o período de março a julho de 2023, no Campo Experimental José Henrique Bruschi, da Embrapa Gado de Leite, situado na Zona Rural do Município de Coronel

Pacheco/MG – Brasil, nas coordenadas geográficas 21°32'42 S, 43°15'47 S e 411,0 metros acima do nível médio do mar (Figura 1).



Figura 1. Vista aérea da área experimental em Coronel Pacheco, MG, 2023.

O clima da região é caracterizado como Tropical com Inverno Seco (Aw), possui uma temperatura média anual de 20,6 °C e sua estação chuvosa ocorre no verão – de outubro a março – com precipitação média anual de 1.643 mm, sendo dezembro o mês mais chuvoso e junho o mais seco (CLIMATE).

Os dados de precipitação pluvial e temperatura, referentes ao período de condução do experimento, foram registrados pela estação climatológica localizada no Campo Experimental da Embrapa Gado de Leite, em Coronel Pacheco (INMET, 2023). Observa-se que este estudo ficou concentrado num período de baixa precipitação pluvial, com um total de 190,4 mm e temperatura média de 22,7 °C (Figura 2).

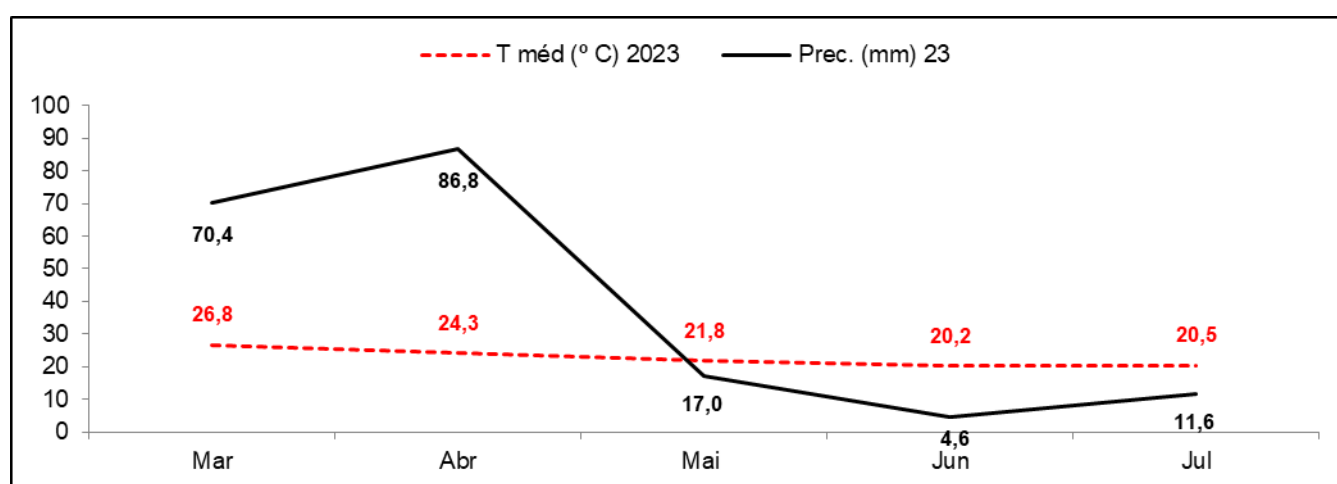


Figura 2. Total de precipitação mensal e temperatura média em Coronel Pacheco, MG, 2023.

O solo da área onde foi conduzido o estudo foi classificado como CAMBISSOLO FLÚVICO (Santos et al., 2018), de textura argilosa, com a seguinte caracterização

química na camada de 0-20 cm: pH (H₂O) = 4,8; P-Mehlich = 22 mg dm⁻³; K⁺ = 0,2 cmolc dm⁻³; Ca²⁺ = 4,1 cmolc dm⁻³; Mg²⁺ = 2,0 cmolc dm⁻³; Al³⁺ = 0,3 cmolc dm⁻³; matéria orgânica (M.O.) = 3,02%.

As sementes utilizadas no ensaio: *C. juncea* (*Crotalaria juncea* L.), Feijão de porco (*Canavalia ensiformis* L.) e Guandu anão (*Cajanus cajan*) foram adquiridas de empresa especializada, e as sementes de Cosmos amarelo (*Bidens sulphurea*) foram coletadas localmente.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos: T1 – Guandu anão; T2 – Feijão de porco; T3 – *C. juncea*; T4 – Cosmos amarelo; e T5 – Mix (G. anão + F. de porco + *C. juncea*), com quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais.

Não foram efetuadas a calagem e adubação química da área experimental e o plantio foi realizado com revolvimento mínimo do solo. Cada parcela teve como área disponível 180,00 m² (60,0 x 3,0 m). O espaçamento utilizado foi de 0,5 m entre linhas, totalizando sete linhas de 60,0 m linear¹/tratamento. O semeio foi mecanizado para as leguminosas, com densidade média de 19 plantas/metro linear para o guandu anão, 16 plantas/metro linear para a *C. juncea*, 6,5 plantas/metro linear para o feijão de porco, e o mix (guandu anão + *C. juncea* + feijão de porco) com média de 12 plantas/metro linear. O semeio foi manual para o Cosmos amarelo, com densidade média de 33 plantas/metro linear.

Durante o período de avaliação foi realizada uma capina manual nas áreas de todos os tratamentos. Não foi realizada irrigação durante o período de desenvolvimento das plantas.

Aos 80 dias de desenvolvimento e início da fase de florescimento, realizaram-se as avaliações de biomassa fresca e seca das plantas (parte aérea) de todas as parcelas experimentais (Figura 3 A). Cada parcela teve como área disponível 0,5 m² (0,5 x 1,0 m). Os cortes da parte aérea foram realizados manualmente, com tesoura de poda rente ao solo, separadas, identificadas e acondicionadas em sacos de papel. Foram realizadas amostragens das plantas de cada tratamento para mensuração da biomassa das raízes. As raízes foram retiradas manualmente da mesma área onde foi realizada a amostragem da biomassa, com o auxílio de ferramenta do tipo “enxada”, à profundidade de 0,20 m, e foram também acondicionadas em sacos de papel.

Aos 110 dias de desenvolvimento (Figura 3 B) realizaram-se a segunda avaliação de biomassa da parte aérea das plantas de cobertura em nova área disponível para todas as parcelas.



Figura 3. Área experimental aos 80 e 110 dias de desenvolvimento em Coronel Pacheco, MG, 2023.

Com o material proveniente dos cortes, determinou-se a biomassa fresca da parte aérea dos tratamentos. A biomassa seca foi determinada após a secagem das amostras, em estufa com circulação de ar forçada, a 65°C por 72 horas, até que fosse atingida a massa constante. Avaliou-se a produtividade de biomassa fresca da parte aérea (BFPA) e a biomassa seca da parte aérea (BSPA) para todos os tratamentos aos 80 e 110 dias, e da raiz (BSR) aos 80 dias.

Os dados foram submetidos à análise de variância, usando como teste complementar de comparação de médias, o teste t de Student. Valores de p menores ou iguais a 0,05 foram considerados significativos.

Também foi avaliada a composição bromatológica dos materiais para os dois períodos observados, com exceção dos tratamentos que continham a *C. juncea* em sua composição. Vale ressaltar que, apesar desta espécie ser uma das preferidas na adubação verde, não há muitas informações a respeito do uso de crotalárias e seu resultado quanto à fermentação ruminal, eficiência de utilização de nitrogênio e síntese de proteínas microbianas (Viennasay; Wanapat, 2020).

Uma amostra de aproximadamente 150g foi coletada dos demais tratamentos (T1, T2, T4 e T5) para determinar a composição bromatológica da forragem. Primeiramente estas amostras foram pré-secas em estufa de circulação forçada a 65°C por 72 horas e posteriormente trituradas em moinho do tipo Willye com peneira de malha de 1,0 mm, para análise de teor de matéria seca (ASE) e lignina (Lig) (Silva, 2006); cinzas (CZ), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) (Kjedahl, 2006); fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) (Ankom, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies *C. juncea* (T3) e o feijão de porco (T2) apresentaram maior produção de biomassa fresca (BFPA), não havendo diferenças significativas entre si, porém apresentando diferenças dos tratamentos guandu anão (T1) e tratamento mix (T5). O Cosmos amarelo (T4) apresentou produção de BFPA semelhante ao obtido pelo feijão de porco, à *C. juncea*, e ao mix, e superior ao guandu anão. Quanto à BSPA, as médias obtidas para a *C. juncea* foram maiores numericamente, diferindo significativamente das médias obtidas pelo guandu anão (Tabela 2).

Tabela 2. Produção de biomassa fresca e seca (t/ha) da parte aérea e das raízes dos tratamentos, aos 80 dias após a emergência. Coronel Pacheco, MG, 2023.

	Guandu anão	Feijão de porco	Crotalária juncea	Cosmos amarelo	Mix	Valor de p (teste F)	Coefficiente de variação (%)
BFPA	9,85C	27,00A	28,25A	22,55AB	13,25BC	0,023	41,63
BSPA	2,75B	5,36AB	6,88A	3,61AB	3,44AB	0,151	54,45
BSR	0,34B	0,45AB	0,76A	0,76A	0,39B	0,02	38,54

BFPA – Biomassa fresca da parte aérea; BSPA – Biomassa seca da parte aérea; BSR – Biomassa seca da raiz.

Letras maiúsculas diferentes em cada coluna correspondem às diferenças significativas pelo teste t de Student ($p \leq 0,05$).

Mares Guia et al., (2018) obtiveram 36,4 e 31,3 t ha⁻¹ de biomassa fresca, e 8,5 e 10,06 t ha⁻¹ de biomassa seca para o feijão de porco e *C. juncea*, respectivamente, 128 dias após o semeio. De acordo com Lima Filho et al. (2014) a produção de biomassa de *C. juncea* é variável, sendo, em geral, entre 15 e 60 t ha⁻¹ de biomassa fresca e entre 4,0 e 15 t ha⁻¹ de biomassa seca. Quanto ao feijão de porco, os mesmos autores relataram que esta espécie produz de 20 a 25 t ha⁻¹ de biomassa fresca e de 5,0 a 8,0 t ha⁻¹ de biomassa seca. Apesar da similaridade destes resultados com os obtidos no presente estudo, há de se ressaltar que o cultivo das espécies deste trabalho ocorreu fora do período considerado ideal, pois estas são espécies indicadas para cultivo de verão, havendo, portanto, um potencial de produção mais significativa.

A menor produção de biomassa seca para o guandu anão em relação às outras espécies pode estar relacionada ao seu desenvolvimento inicial lento (Borges et al., 2016), ou devido às condições ambientais (chuva, temperatura e fotoperíodo) ocorrido durante o período experimental (Keatinge et al., 1998; Kittur; Guggari, 2017).

Quanto a variável BSR, os tratamentos que mais produziram biomassa seca da raiz ($p=0,02$) aos 80 dias foram a *C. juncea* (T3) e o Cosmos amarelo (T4), que apresentaram a mesma média de 0,76 t ha⁻¹, semelhante à produção de BSR do feijão de porco (Tabela 2). A Crotalária juncea possui um sistema

radicular do tipo pivotante e profundo (Lima Filho et al., 2014), mesmo sistema radicular observado para o Cosmos amarelo (Figura 4).



Figura 4. Sistema radicular do Cosmos amarelo aos 80 dias de desenvolvimento em Coronel Pacheco, MG, 2023.

Por sua vez, Espindola et al. (1998) obtiveram a produção de $0,57 \text{ t ha}^{-1}$ de biomassa seca de raízes de *C. juncea*, média inferior ao obtido no presente trabalho para esta espécie. Entretanto, Teodoro et al. (2016) alcançaram a produtividade média de $1,65 \text{ t ha}^{-1}$ para *C. juncea*, em solo arenoso em Parnaíba, PI. Porém, de acordo com Calegari et al. (1992), é possível que os dados sobre a produção de raízes possam ser subestimados, em razão da dificuldade de se coletar todo o sistema radicular, principalmente porque algumas leguminosas podem penetrar vários metros na profundidade no solo. Assim, a *C. juncea* pode apresentar raízes a até 4,5 m de profundidade, aos 130 dias de idade, e que 79% de seu peso se encontra nos primeiros 0,30 m (Wutke, 1993).

Observou-se correlação positiva quando analisadas as variáveis BFPA e BSPA aos 110 dias após a emergência (Tabela 3). A BRS não foi pesquisada no período 2.

A *C. juncea* apresentou a maior produção de biomassa fresca (BFPA) aos 110 dias após a emergência, diferindo-se significativamente dos tratamentos guandu anão (T1), Cosmos amarelo (T4) e Mix (T5). Quanto à BSPA, as médias obtidas pela *C. juncea* (T3) diferiram significativamente de todos os demais tratamentos. A produção estimada de matéria seca das plantas de *C. juncea* foi de $13,30 \text{ t ha}^{-1}$, ou seja, esta espécie apresentou o maior potencial de acúmulo de biomassa em 30 dias, 80 dias após a emergência, seguida do Cosmos amarelo (Tabela 3).

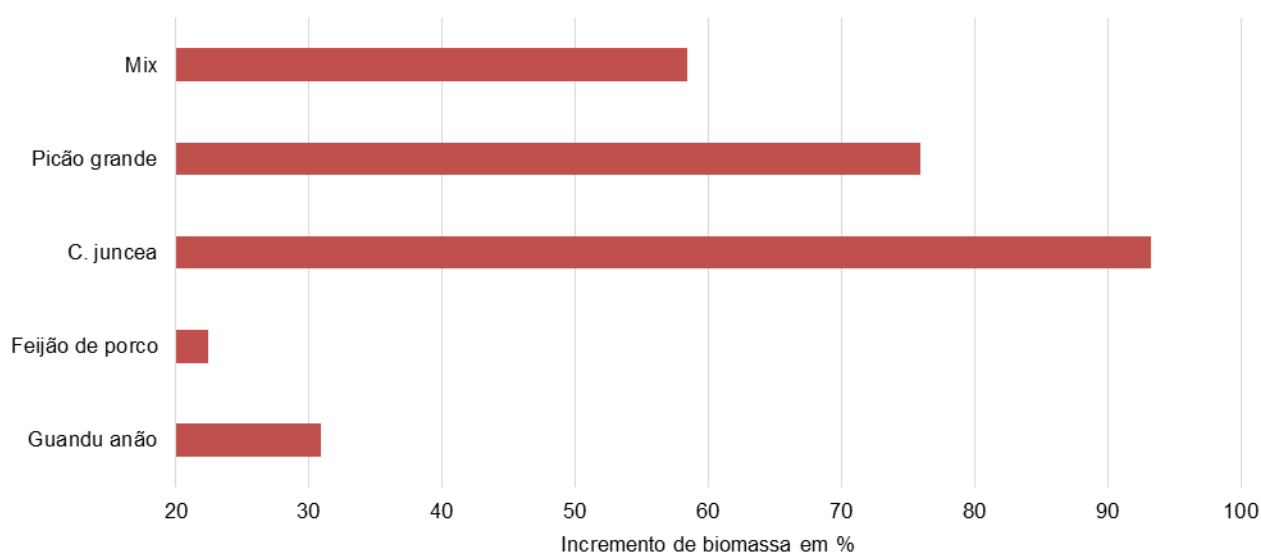
Tabela 3. Produção de biomassa fresca e seca (t/ha) da parte aérea dos tratamentos, aos 110 dias após a emergência. Coronel Pacheco, MG, 2023.

	Guandu anão	Feijão de porco	Crotalária juncea	Cosmos amarelo	Mix	Valor de p (teste F)	Coefficiente de variação (%)
BFPA	12,1C	38,7AB	46,1A	24,5BC	22,8BC	0,012	43,86
BSPA	3,60B	7,15B	13,3A	6,35B	5,45B	0,040	41,47

BFPA – Biomassa fresca da parte aérea; BSPA – Biomassa seca da parte aérea; BSR – Biomassa seca da raiz.

Letras maiúsculas diferentes em cada coluna correspondem às diferenças significativas pelo teste t de Student ($p \leq 0,05$).

Verifica-se um incremento de 93,3 % para a C. juncea para o corte aos 110 dias pós semeio, em relação ao corte realizado aos 80 dias. As outras espécies variaram de 75,9 % a 22,4 % de incremento de biomassa (Figura 5).

**Figura 5.** Incremento de biomassa seca 30 dias após o 1º corte, em Coronel Pacheco, MG, 2023.

Também foram avaliadas às variáveis: ganho de produção de BFPA (Delta BFPA) e ganho de produção de BSPA (Delta BSPA) em t/ha, entre os períodos estudados (80 e 110 dias) (Tabela 4).

Tabela 4. Comparação das médias dos ganhos de produtividade (delta entre períodos) de plantas de cobertura por tratamentos. Coronel Pacheco, MG, 2023.

	Guandu anão	Feijão de porco	Crotalária juncea	Cosmos amarelo	Mix	Valor de p (teste F)	Coefficiente de variação (%)
Delta BFPA	2,25B	11,70AB	17,90A	1,95B	9,55AB	0,180	115,6
Delta BSPA	0,85B	1,78B	6,41A	2,73B	2,00B	0,001	57,38

Delta BFPA - Biomassa fresca da parte aérea; BSPA - Biomassa seca da parte aérea

Letras maiúsculas diferentes em cada coluna correspondem às diferenças significativas pelo teste t de Student ($p \leq 0,05$).

O Delta BFPA no tratamento C. juncea (T3), entre períodos (80 e 110 dias) foi numericamente maior e significativamente diferente do Delta dos tratamentos guandu anão (T1) e Cosmos amarelo (T4). Quanto ao delta BSPA referente aos mesmos períodos, a C. juncea (T3) foi maior e significativamente diferente de todos os outros tratamentos.

Quanto à avaliação bromatológica, restringida aos tratamentos T1 (guandu anão), T2 (feijão de porco) e T4 (Cosmos amarelo), os resultados obtidos seguem na tabela 5.

Tabela 5. Avaliação bromatológica de plantas de cobertura aos 80 e aos 110 dias após a emergência. Coronel Pacheco, MG, 2023.

80 dias	ASE (%)	CZ (%)	EE (%)	FDN (%)	FDA (%)	Lig (%)	PB (%)
Feijão de porco	93,38	10,61	2,25	36,14	25,34	5,49	12,81
Guandu anão	94,78	6,09	3,10	49,34	35,12	10,16	18,12
Cosmos amarelo	94,79	8,57	1,75	44,48	35,58	12,97	7,88
110 dias	ASE (%)	CZ (%)	EE (%)	FDN (%)	FDA (%)	Lig (%)	PB (%)
Feijão de porco	94,70	10,62	2,45	42,56	31,70	6,28	16,71
Guandu anão	95,64	5,40	3,15	46,52	36,44	10,89	13,28
Cosmos amarelo	95,18	6,55	1,88	46,87	37,26	9,14	5,12

Verifica-se nas condições e períodos em que as espécies utilizadas como plantas de cobertura se desenvolveram, que o guandu anão teve uma considerável redução na variável PB, obtendo-se aos 80 dias 18,12% e, trinta dias após, 13,28%. Esses resultados corroboram com os obtidos por Possenti (2006), nos quais observou-se que as leguminosas perderam semanalmente sua digestibilidade e conteúdos proteicos. Estes resultados evidenciaram que o fator tempo pode definir o melhor momento de acesso dos animais à área para pastejo; o ponto ideal de corte da biomassa para ser fornecido no cocho in natura ou mesmo para ser conservado por meio de fenação/ensilagem. De acordo com Mizubuti et al. (2007), este teor de PB para o guandu anão pode variar de 18,3 a 28,1%, principalmente nas folhas, flores, vagens e sementes, índices aproximados aos encontrados neste trabalho.

A literatura sobre utilização do guandu anão publicada nos últimos anos não o reporta para pastoreio, sendo o seu emprego recomendado para enriquecimento proteico de silagens de milho e de cana-de-açúcar, conforme citado por Costa, Cruciol e Souza (2016), Vicente (2016), Pereira (2017), Junqueira (2018). Apesar das suas características favoráveis como suplemento volumoso no período seco do ano, o guandu não se difundiu entre os produtores (Tupy et al., 2023). Entretanto, o uso do guandu anão como forragem pode ser um substituto eficaz para os concentrados industriais mais caros (Foster et

al., 2009; Adebe et al., 2013), apresentando-se como alternativa de baixo custo para suplementação volumosa de bovinos na recria, na época da seca (Tupy et al., 2023).

Foi observado comportamento completamente inverso para o feijão de porco (aumento de 12,81% para 16,71%). Entretanto, o **feijão de porco** não tem boa palatabilidade, sendo, portanto, pouco usada na alimentação animal, além de ser tóxica aos animais. Geralmente, o feijão de porco é recomendado para adubação verde, sendo cortado e incorporado ao solo no início da floração, aproximadamente 120 dias após o plantio (Rodrigues et al., 2004). Quanto ao Cosmos amarelo observamos uma redução de 7,88% para 5,12%. Não há registros quanto ao uso do Cosmos amarelo na alimentação animal.

Conclusões

As espécies avaliadas apresentaram boa produtividade de biomassa fresca e seca da parte aérea aos 80 e 110 dias, e da raiz aos 80 dias, indicando boa adaptação às condições edafoclimáticas da região do estudo. O melhor desempenho de biomassa e ganho de produtividade (delta entre períodos) foi obtido pela *C. juncea*. O Cosmos amarelo, espécie pouco explorada como cobertura vegetal, apresentou produção de biomassa semelhante às demais espécies, o que indica o potencial desta espécie como planta de cobertura, recomendando-se mais estudos que possam indica-la para esta finalidade.

REFERÊNCIAS

- ABEBE, Y.; MELAKU, S.; TEGEGNE, A.; TEGEGNE, F. Avaliação do sistema de produção de ovinos no distrito de Burie, noroeste da Etiópia. *Global Journal of Agricultural Research*, v. 1, n. 2, p. 29-47, 2013.
- ANKOM – Technology Method 3, In vitro true digestibility using DAISYII Incubator ANKOM Technology – 08/05, com modificações. 2006.
- ARAUJO, J. C.; MOURA, E. G.; AGUIAR, A. C. F.; MENDONÇA, V. C. M. Supressão de plantas daninhas por leguminosas anuais em sistema agroecológico na Pré-Amazônia. *Planta Daninha*, v. 25, p. 267-275, 2007.
- BORGES, W. L.; SOUZA, D. C. de J.; RODRIGUES, D. M. de S.; RIOS, R. da M. Avaliação da cobertura do solo e acúmulo de biomassa e de nutrientes em leguminosas. *Cadernos de Agroecologia*, v. 10, n. 3, 2016. Disponível em <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1038700>. Acesso em 18 out. 2023.
- CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULIZANI, E. A.; COSTA, M. B. B. da; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M. B. B. da (Coord.). *Adubação verde no sul do Brasil*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992. p. 1-55.
- CALEGARI, A. Perspectivas e estratégias para a sustentabilidade e o aumento da biodiversidade dos sistemas agrícolas com o uso de adubos verdes. In: FILHO, O. F. de L.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. *Adubação Verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática*. 1ª ed. Brasília: Embrapa, 2014. v. 1, cap. 1, p. 21-36.
- CLIMATE. Clima Coronel Pacheco. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/minas-gerais/coronel-pacheco-24935/#climate-table>. Acesso em 03 jul 2023.
- COSTA, R. N.; CRUCIOL, C. A. C.; SOUZA, D. M. Produção e qualidade de silagem de milho/capim marandú/feijãooguandu em consórcio de sistemas de integração lavoura-pecuária. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31, 2016, Bento Gonçalves. *Anais [...]*. Bento Gonçalves: ABMS, 2016. p. 1116-1120. Disponível em: http://www.abms.org.br/cnms2016_trabalhos/docs/960.pdf. Acesso em: abr. 2024.
- ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L. de; GUERRA, J. G. M.; SILVA, E. M. R. da; SOUZA, F. A. de. Influência da adubação verde na colonização micorrízica e na produção da batata-doce. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 33, p. 339-347, 1998.
- FOSTER, J. L.; ADESOGAN, A. T.; CARTER, J. N.; BLOUNT, A. R.; MYER, R. O.; PHATAK, S. C. Intake, digestibility, and nitrogen retention by sheep supplemented with warm-season legume haylages or soybean meal. *Journal of Animal Science*, Volume 87, Edição 9, setembro de 2009, páginas 2899–2905, <https://doi.org/10.2527/jas.2009-1828>
- GRIFFITHS, M.; DELORY, B. M.; JAWAHIR, V.; WONG, K. M.; CODY BAQNAL, G.; DOWD, T. G.; NUSINOW, D. A.; MILLER, A. J.; TOPP, C. N. “Optimisation of Root Traits to Provide Enhanced Ecosystem Services in Agricultural Systems: A Focus on Cover Crops.” *Plant, Cell Environment*, v. 45(3), p. 751–70, 2022. <https://doi.org/10.1111/pce.14247>.
- HOFFLAND, E.; KUYPER, T. W.; COMANS, R. N. J.; CREAMER, R. E. Eco-functionality of organic matter in soils. *Plant Soil*, 455, p.1-22, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11104-020-04651-9>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022. Sistema IBGE de recuperação automática, disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/leite/br> Acesso em: 21Jun23

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia, 2023. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A557>

JUNQUEIRA, R. M. Consórcio de feijão guandu e milho cultivado ecologicamente para produção de silagem. 2018. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2018. Disponível em: http://cursos.ufrrj.br/posgraduacao/ppgao/files/2019/01/MEP-2018-RodrigoModesto-Junqueira_Edi%C3%A7%C3%A3o-Final.pdf. Acesso em: abr. 2024.

KEATINGE, J. D. H.; AIMING, Q. I.; WHEELER, T. R.; ELLIS, R. H.; SUMMERFIELD, R. J. Effects of temperature and photoperiod on phenology as a guide to the selection of annual legume cover and green manure crops for hillside farming systems. *Field Crops Research*, v. 57, n. 2, p. 139-152, 1998.

KJEDAH, 2006. Método Oficial AOCS Ac 4-91. Revisado em 2017 Nitrogênio e Proteína em Soja, Método Kjeldahl Modificado.

KITTUR, C. N.; GUGGARI, A. K. Effect of sowing time and planting geometry on growth and yield of pigeonpea in northern dry zone (Zone 3) of Karnataka. *Journal of Farm Sciences*, v. 30, n. 3, p. 334-337, 2017.

LIMA FILHO, O. F. de; AMBROSANO, E. J.; WUTKE, E. B.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília, DF: Embrapa, 2014, v. 1, 507 p.

LOOS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C. dos; SILVA, E. M. R. da. Carbono e frações granulométricas da matéria orgânica do solo sob sistemas de produção orgânica. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 4, p. 1067-1072, 2009.

MARES GUIA, A. P de O.; ARAUJO, E. S.; GUERRA, J. G. M.; ESPINDOLA, J. A. A. Avaliação de três espécies de leguminosas quanto ao potencial de produção de biomassa em um sistema de produção familiar no município de Matias Barbosa-MG. *Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, n° 1, Jul. 2018.*

MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; MOREIRA, F. B.; KHATOUNIAN, C. A.; PEREIRA, E. S.; FERNANDES, W. C.; SOUZA, L. W. O.; PINTO, A. P. Consumo médio e digestibilidade do feno de capim “Coast cross” (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) e feijão Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) em carneiros submetidos a dois regimes alimentares. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 28, n. 3, p. 513-520. 2007.

PEREIRA, D. S. Cana de açúcar em monocultivo e consorciado com feijão guandu visando a produção de silagens. 2017. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) – Universidade Federal de Viçosa, 2017. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/handle/123456789/10138>. Acesso em: abr. 2024.

POSSENTI, R. A. Efeitos de dietas com *Leucaena leucocephala* com ou sem adição de *Sacharomyces cerevisiae* na digestão, fermentação, protozoários e produção de metano no rúmen de bovinos. 2006. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-18072006-135007/>. Acesso em: 06 maio de 2024.

RODRIGUES, J. E. L. F.; ALVES, R. N. B.; LOPES, O. M. N.; TEIXEIRA, R. N. G.; ROSA, E. S. A importância do feijão de porco (*Canavalia ensiformis* D. C.) como cultura intercalar em rotação com milho e feijão caupi em cultivo de coqueirais no município de Ponta-de-Pedras/Marajó-PA. Belém: Embrapa Amazônia, 4p. (Comunicado Técnico n 96). 2004.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. (ed.). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p.

SHARMA, P.; SINGH, A.; KAHLON, C. S.; BRAR, A.; GROVER, K.; DIA, M.; STEINER, R. The role of cover crops towards sustainable soil health and agriculture—A review paper. *American Journal of Plant Sciences*, V. 9, p.1935–1951, 2018. <https://doi.org/10.4236/ajps.2018.99140>

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos*. 3. Ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. Paginação descontinuada.

TEODORO, M. S.; SANTOS, F. J. de S.; LACERDA, M. N. de; ARAÚJO, L. M. da S. Biomass yield of *Crotalaria juncea* after thinning and at varied sowing densities in the Coastal Plateau of Piauí State, Brazil. *Revista Caatinga*, v. 29, p. 878-884, 2016.

TUPY, O; OLIVEIRA, P. P. A.; ESTEVES, S. N.; GODOY, R. *Análise de Risco do Investimento em Guandu como Suplemento Volumoso para Bovinos de Corte a Pasto*. *Informações Econômicas*, São Paulo, v. 53, p. 1-14, eie092020, 2023. <https://doi.org/10.56468/1678-832X.eie0920.2023>

ZHANG, Z., PENG X. “Bio-Tillage: A New Perspective for Sustainable Agriculture.” *Soil and Tillage Research*, v. 206:104844, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104844>

WUTKE, E. B. *Adubação verde: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo*. Campinas: IAC, 1993. 37p. (IAC. Documentos, 35).

VICENTE, E. R. J. S. *Produtividade do sorgo consorciado com feijão guandu e capim marandu em dois espaçamentos e composição bromatológica antes e após a ensilagem*. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2016. Disponível em: <http://bdtd.unoeste.br:8080/tede/handle/tede/606>. Acesso em: abr. 2024.

VIENNASAY, B. AND WANAPAT, M. Enhancing lactating dairy cow rumen fermentation and production with *Flemingia* silage containing phytonutrients. *Livestock Science*, 241, 104201. 2020.

Capítulo 5



10.37423/251010387

ÓLEO DE COCO E SAÚDE HUMANA: REVISÃO CRÍTICA DOS EFEITOS METABÓLICOS, INFLAMATÓRIOS E CARDIOVASCULARES

Hugo Christiano Soares Melo

Faculdade Patos de Minas

Saulo Gonçalves Pereira

Faculdade Patos de Minas

Adilson Tadeu Basquerote

*Centro Universitario para el Desarrollo de Alto
Valle de Itajaí*



Resumo: O óleo de coco tem gerado interesse crescente devido às suas propriedades nutricionais e potenciais efeitos na saúde humana. Este estudo revisou os impactos do consumo de óleo de coco, com ênfase em parâmetros metabólicos, inflamatórios, controle de peso e saúde cardiovascular. A metodologia consistiu em uma revisão descritiva baseada em artigos indexados em bases como PubMed, Google Scholar e na Biblioteca Virtual em Saúde, utilizando os descritores Coconut Oil, "Lipids" e "Cardiovascular Health", sem delimitação temporal. Os resultados indicaram que o óleo de coco pode elevar o HDL-colesterol e melhorar a sensibilidade à insulina, mas também aumenta o LDL-colesterol, fator associado a maior risco cardiovascular. Adicionalmente, compostos bioativos do óleo, como ácidos graxos de cadeia média e polifenóis, apresentaram propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias. Contudo, seus efeitos no controle de peso e na inflamação sistêmica são modestos, e as limitações metodológicas dos estudos dificultam conclusões robustas. Conclui-se que o óleo de coco possui potenciais benefícios quando consumido com moderação, mas seus riscos, especialmente no perfil lipídico, requerem cautela. Pesquisas futuras são essenciais para esclarecer seus impactos a longo prazo e orientar recomendações dietéticas.

Palavras-chave: Óleo de coco, lipídios, saúde cardiovascular.

1. INTRODUÇÃO

O coco (*Cocos nucifera*) é amplamente cultivado nas regiões tropicais do mundo e desempenha um papel fundamental na economia de muitos países, especialmente aqueles localizados no Sudeste Asiático e na América Latina. Sua árvore, conhecida como "a árvore da vida" em muitas culturas, oferece uma vasta gama de produtos e subprodutos que abrangem alimentos, óleos, materiais de construção e cosméticos. Em termos de produção mundial, Índia, Indonésia e Filipinas estão entre os maiores produtores de coco, com o Brasil também desempenhando um papel significativo. Em 2020, o Brasil produziu cerca de 1,3 milhão de toneladas de coco, representando uma parte substancial do mercado global (FAO, 2020).

No contexto econômico, o cultivo do coco é uma importante fonte de renda para pequenos agricultores. No Brasil, o estado da Bahia lidera a produção nacional, seguido por Paraná e São Paulo. A exportação de produtos derivados, como óleo de coco, água de coco e polpa seca, tem crescido exponencialmente devido ao aumento da demanda global por alimentos e ingredientes naturais. Estudos estimam que o mercado global de óleo de coco atinja mais de 8 bilhões de dólares até 2025, impulsionado principalmente pela busca por alternativas naturais na indústria alimentícia e cosmética (Deen *et al.*, 2021).

O óleo de coco, extraído da carne do coco maduro, apresenta características bioquímicas únicas que o diferenciam de outros óleos vegetais. Com uma alta concentração de ácidos graxos de cadeia média (AGCM), como o ácido láurico, ele possui uma densidade aproximada de 0,92 g/cm³ e uma temperatura de fusão em torno de 24 a 26 °C, o que lhe confere uma consistência sólida em climas mais frios (Deen *et al.*, 2021). Além disso, sua estabilidade oxidativa e resistência ao rançamento tornam-no um ingrediente valioso em aplicações industriais e culinárias.

A composição lipídica do óleo de coco é dominada por ácidos graxos saturados, representando cerca de 90% do total de gorduras. Destes, o ácido láurico compõe aproximadamente 50%, seguido por ácido mirístico e ácido palmítico. Estudos indicam que essa composição única confere ao óleo propriedades antimicrobianas e antioxidantes, além de ser facilmente metabolizado pelo fígado para produção de energia (Boemeke *et al.*, 2015).

Outro ponto de destaque é o uso do óleo de coco em aplicações de saúde. Ele tem sido amplamente promovido como um alimento funcional, com alegados benefícios na melhoria do perfil lipídico, controle glicêmico e gestão de peso corporal. Além disso, pesquisas exploram o papel do óleo de coco

no gerenciamento de doenças metabólicas, como diabetes tipo 2 e síndrome metabólica. (Malaeb; Spoke, 2020; Neelakantan *et al.*, 2020).

Apesar dos benefícios relatados, o consumo excessivo de óleo de coco também levanta questões. Altos níveis de ácidos graxos saturados podem aumentar o risco de doenças cardiovasculares, especialmente quando consumidos fora do contexto de uma dieta balanceada (Eyres *et al.*, 2016).

Resalta-se também que o óleo de coco tem aplicações não alimentícias, como na indústria de cosméticos e produtos de higiene. Suas propriedades hidratantes e antimicrobianas tornam-no um ingrediente popular em cremes, shampoos e sabonetes. Essa versatilidade reforça sua relevância econômica e cultural em diversos contextos globais (Sankararaman; Sferra, 2018).

Este artigo busca explorar de forma abrangente os efeitos do consumo de óleo de coco, abordando suas características bioquímicas, impactos na saúde e implicações para a economia global. Como os dados apresentados sugerem, o óleo de coco é um produto multifacetado, cujos benefícios e riscos merecem atenção e investigação contínua.

2. METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma revisão descritiva, voltada para a análise e síntese de informações relevantes sobre os efeitos do consumo de óleo de coco. Foram selecionados estudos que apresentassem dados pertinentes ao tema, abrangendo aspectos bioquímicos, metabólicos e de impacto na saúde humana.

As bases de dados utilizadas para a coleta de informações foram PubMed, Google Scholar e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Os termos de busca utilizados incluíram "Óleo de Coco", "Lipídeos", "Gorduras na Dieta" e "Colesterol", selecionados conforme os descritores DeCS/MeSH (Descritores em Ciências da Saúde/Medical Subject Headings). Essas palavras-chave foram combinadas para maximizar a abrangência e relevância dos resultados.

Não foram adotados critérios temporais para a seleção dos artigos incluídos na revisão, permitindo a inclusão de estudos mais antigos, desde que apresentassem dados significativos para a compreensão dos efeitos do óleo de coco. Todos os estudos foram avaliados quanto à qualidade metodológica e à pertinência de seus resultados ao objetivo do presente trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 COLESTEROL E SAÚDE CARDIOVASCULAR

Estudos sugerem que o óleo de coco, devido à sua alta concentração de ácidos graxos saturados, pode causar alterações significativas no perfil lipídico. Por exemplo, Neelakantan *et al.* (2020) conduziram uma meta-análise que demonstrou que o consumo de óleo de coco aumenta significativamente os níveis de LDL-colesterol ("mau colesterol") em comparação com óleos vegetais não tropicais. O estudo também relatou elevações no HDL-colesterol ("bom colesterol"), sugerindo um efeito misto sobre os marcadores cardiovasculares. Esses resultados indicam a necessidade de cautela ao utilizar o óleo de coco como parte da dieta.

Por outro lado, Eyres *et al.* (2016) realizaram uma revisão que comparou o impacto do óleo de coco com gorduras monoinsaturadas e poliinsaturadas. Embora o óleo de coco aumente o HDL-colesterol, foi considerado menos eficaz do que as gorduras insaturadas na redução do risco cardiovascular. Essa diferença é atribuída ao efeito benéfico mais pronunciado das gorduras insaturadas na diminuição dos níveis de LDL e na melhora do perfil lipídico geral.

Pesquisas adicionais corroboram essas descobertas. Teng *et al.* (2019) observaram que, comparado a óleos vegetais, o óleo de coco aumenta tanto o LDL quanto o HDL-colesterol, mas sem impactos significativos nos triglicerídeos. Esses resultados destacam a complexidade dos efeitos do óleo de coco, que pode apresentar benefícios limitados em relação a outros óleos vegetais mais saudáveis.

Jayawardena *et al.* (2020) destacaram que o consumo de óleo de coco está associado a maiores níveis de colesterol total em comparação com óleos como o de soja e o de girassol. Contudo, em comparação com manteiga, o óleo de coco apresentou um perfil lipídico mais favorável, sugerindo que sua influência na saúde cardiovascular depende do contexto e dos alimentos com os quais é comparado.

Outro estudo importante foi conduzido por Korrapati *et al.* (2019), que investigaram o impacto do óleo de coco em indivíduos saudáveis. Os resultados indicaram que o óleo de coco eleva significativamente o HDL-colesterol, mas também aumenta biomarcadores inflamatórios associados à doença cardiovascular. Este achado reforça a necessidade de considerar tanto os efeitos positivos quanto os negativos ao avaliar o óleo de coco como parte de uma dieta.

Nikooei *et al.* (2020) realizaram um estudo em indivíduos com síndrome metabólica e encontraram resultados semelhantes, onde o óleo de coco aumentou o HDL e o LDL, mas sem redução significativa

no risco geral de doenças cardiovasculares. Eles enfatizam que estudos de longo prazo são necessários para compreender completamente os impactos do óleo de coco.

Por fim, a revisão de Santos *et al.* (2019) concluiu que o óleo de coco, devido à sua alta proporção de ácidos graxos saturados, deve ser consumido com moderação e preferencialmente como parte de uma dieta equilibrada. Eles reforçam que o consumo excessivo pode aumentar o risco de doenças cardiovasculares, especialmente em populações já em risco.

Esses achados destacam a importância de contextualizar os benefícios e riscos do óleo de coco. Embora ele possa oferecer algumas vantagens, principalmente em comparação a fontes de gordura mais prejudiciais, seu impacto geral na saúde cardiovascular é ambíguo e depende de vários fatores, incluindo a quantidade consumida e o padrão alimentar geral.

3.2 IMPACTO NO PERFIL METABÓLICO

Em um estudo conduzido por Korrapati *et al.* (2019), foi observado que o consumo de óleo de coco melhora a sensibilidade à insulina em indivíduos saudáveis. Adicionalmente, os pesquisadores relataram aumentos nos níveis de HDL-colesterol, sugerindo uma melhora potencial no perfil metabólico. No entanto, o mesmo estudo destacou um aumento concomitante nos níveis de LDL-colesterol, o que levanta preocupações sobre seus efeitos cardiovasculares a longo prazo.

Jayawardena *et al.* (2020) compararam os efeitos do óleo de coco com outros óleos, como soja e palma, e observaram que o óleo de coco eleva os níveis de colesterol total e LDL de forma mais significativa. Contudo, quando comparado à manteiga, o óleo de coco demonstrou um perfil mais favorável, o que sugere que seu impacto metabólico pode depender do contexto alimentar e das alternativas disponíveis.

Outro estudo relevante é o de Nikooei *et al.* (2020), que avaliou indivíduos com síndrome metabólica. Os resultados mostraram que o óleo de coco aumentou tanto o HDL quanto o LDL-colesterol, mas também reduziu níveis de triglicerídeos e glicose em jejum. Esses achados sugerem que, embora o óleo de coco tenha impactos positivos em certos parâmetros metabólicos, seus efeitos sobre o colesterol ainda representam um ponto de atenção.

Teng *et al.* (2019) conduziram uma meta-análise que investigou os efeitos metabólicos do óleo de coco. Eles descobriram que, embora o óleo de coco aumente o HDL-colesterol, ele também é associado a elevações no colesterol total e LDL. Além disso, a meta-análise apontou que os efeitos do

óleo de coco são menos pronunciados em comparação com óleos ricos em gorduras insaturadas, como azeite de oliva.

Santos *et al.* (2019) enfatizam que o óleo de coco contém uma alta concentração de ácidos graxos de cadeia média, os quais são rapidamente metabolizados pelo fígado. Esse mecanismo poderia contribuir para o aumento da energia disponível e potencialmente melhorar a sensibilidade à insulina. Contudo, os autores alertam que os benefícios metabólicos não são suficientes para compensar os riscos associados ao aumento do LDL-colesterol.

Valente *et al.* (2018) realizaram um estudo em mulheres com excesso de gordura corporal e relataram que o consumo de óleo de coco não alterou significativamente a taxa metabólica em repouso, mas foi associado a uma menor sensação de saciedade em comparação ao azeite de oliva. Este achado pode ter implicações no controle do peso corporal e no manejo da obesidade.

Além disso, Harris *et al.* (2017) exploraram os efeitos do óleo de coco em mulheres pós-menopáusicas. O estudo encontrou que, apesar de melhorar certos marcadores inflamatórios, o óleo de coco elevou o LDL-colesterol e o colesterol total, o que pode limitar sua aplicação como estratégia metabólica segura.

Um estudo conduzido por Malaeb e Spoke (2020) relatou que o consumo de óleo de coco foi associado a reduções significativas na glicemia em pacientes diabéticos. No entanto, os autores apontaram que mais estudos são necessários para entender os mecanismos subjacentes a esse efeito e suas implicações de longo prazo.

Deen *et al.* (2021) destacaram que o óleo de coco possui compostos bioativos, como polifenóis, que podem oferecer benefícios antioxidantes e anti-inflamatórios. No entanto, esses compostos não parecem neutralizar completamente os efeitos adversos associados ao aumento do LDL-colesterol.

3.3 CONTROLE DE PESO E GORDURA CORPORAL

Um estudo conduzido por Assunção *et al.* (2009) avaliou os efeitos do consumo de óleo de coco em mulheres com obesidade abdominal. Os resultados indicaram que o consumo diário de óleo de coco foi associado a uma redução significativa no IMC e na circunferência da cintura em comparação com o grupo controle. Além disso, os pesquisadores observaram um aumento nos níveis de HDL-colesterol, sugerindo um efeito positivo no perfil lipídico. No entanto, os autores ressaltam que o estudo teve um tamanho amostral pequeno e que mais pesquisas são necessárias para confirmar esses achados em populações mais amplas.

Jayawardena *et al.* (2020) conduziram uma revisão sistemática avaliando o impacto do óleo de coco em diferentes parâmetros relacionados ao peso. Eles observaram que, embora o óleo de coco tenha contribuído para uma leve redução no índice de massa corporal (IMC), seus efeitos foram inferiores aos observados com gorduras insaturadas, como azeite de oliva. Além disso, o óleo de coco não demonstrou ser uma estratégia eficaz para a perda de peso a longo prazo.

Um estudo clínico realizado por Valente *et al.* (2018) examinou os efeitos do óleo de coco em mulheres com sobrepeso e obesidade. Os resultados indicaram que, embora o consumo de óleo de coco tenha promovido uma leve redução no percentual de gordura corporal, ele foi menos eficaz em melhorar a composição corporal geral quando comparado ao azeite de oliva. Ademais, os participantes relataram uma menor sensação de saciedade após o consumo de óleo de coco, o que poderia impactar negativamente os esforços para controle de peso.

Outro estudo conduzido por Harris *et al.* (2017) em mulheres pós-menopáusicas encontrou que o consumo de óleo de coco levou a aumentos no colesterol total e LDL, mas não resultou em alterações significativas na gordura corporal ou no peso. Este achado sugere que o óleo de coco pode não ser uma opção ideal para populações que buscam controle de peso aliado à saúde metabólica.

De acordo com Malaeb e Spoke (2020), o óleo de coco pode influenciar parâmetros metabólicos importantes, incluindo redução na glicemia em pacientes diabéticos. No entanto, os autores ressaltam que esses efeitos não se traduzem necessariamente em benefícios diretos para a perda de peso ou controle de gordura corporal.

Santos *et al.* (2019) destacam que o óleo de coco, devido à sua composição rica em ácidos graxos de cadeia média, pode ser rapidamente metabolizado pelo fígado para produção de energia. Embora isso possa contribuir para um ligeiro aumento no gasto energético, os efeitos sobre o peso corporal são modestos e dependem de outros fatores dietéticos e comportamentais.

Em um estudo focado na composição corporal, Teng *et al.* (2019) relataram que o consumo de óleo de coco foi associado a uma redução marginal no percentual de gordura corporal, mas sem impacto significativo no peso total. Esse achado reforça a ideia de que o óleo de coco pode ter efeitos limitados no manejo da obesidade.

Harris *et al.* (2017) também observaram que o consumo de óleo de coco não promoveu mudanças significativas na distribuição de gordura corporal. Apesar disso, os participantes relataram melhorias

em alguns marcadores inflamatórios, indicando que o óleo de coco pode ter benefícios adicionais em contextos específicos.

Deen *et al.* (2021) apontam que, embora o óleo de coco contenha compostos bioativos que podem oferecer benefícios antioxidantes e anti-inflamatórios, seus efeitos no controle de peso e gordura corporal são limitados e não justificam seu uso como uma estratégia principal para perda de peso.

3.4 INFLAMAÇÃO E SAÚDE GERAL

Rocha *et al.*, 2016 conduziram um estudo que mostrou que o consumo de óleo de coco não promove inflamação em curto prazo em indivíduos saudáveis. Este achado sugere que, diferentemente de outras gorduras saturadas, o óleo de coco pode ter um impacto neutro na inflamação aguda.

Deen *et al.* (2021) exploraram os compostos bioativos presentes no óleo de coco, como os polifenóis, que demonstraram propriedades anti-inflamatórias em estudos experimentais. Esses compostos podem desempenhar um papel protetor ao reduzir marcadores inflamatórios em contextos específicos, embora mais estudos sejam necessários para validar esses efeitos em humanos.

Harris *et al.* (2017) avaliaram os efeitos do óleo de coco em mulheres pós-menopáusicas e observaram melhorias em alguns marcadores inflamatórios. Apesar disso, o estudo também encontrou elevações no LDL-colesterol, sugerindo que os benefícios anti-inflamatórios do óleo de coco podem ser limitados por seus efeitos no perfil lipídico.

Malaeb e Spoke (2020) relataram que o consumo de óleo de coco foi associado a reduções significativas na glicemia em pacientes diabéticos. Embora este efeito seja positivo, os autores enfatizam que mais pesquisas são necessárias para compreender os mecanismos subjacentes e os impactos a longo prazo na saúde geral.

Teng *et al.* (2019) descobriram que o óleo de coco pode melhorar a capacidade antioxidante do corpo devido à presença de compostos fenólicos. Este efeito antioxidante pode estar relacionado a uma redução do estresse oxidativo, um fator que contribui para a inflamação crônica e o desenvolvimento de várias doenças.

Santos *et al.* (2019) destacaram que o óleo de coco contém ácidos graxos de cadeia média que podem exercer efeitos antimicrobianos. Esses ácidos graxos podem contribuir para a saúde intestinal, um fator fundamental para a regulação da inflamação sistêmica.

Valente *et al.* (2018) observaram que, embora o óleo de coco tenha propriedades antioxidantes, seu impacto na inflamação sistêmica em humanos ainda não é conclusivo. Os autores sugerem que o consumo moderado de óleo de coco pode oferecer benefícios em combinação com outros alimentos anti-inflamatórios.

Nikooei *et al.* (2020) conduziram um estudo em indivíduos com síndrome metabólica e relataram que o consumo de óleo de coco pode reduzir os níveis de marcadores inflamatórios, como a proteína C-reativa (PCR). Este achado reforça o potencial do óleo de coco como um componente dietético benéfico em condições inflamatórias.

3.5 OUTROS BENEFÍCIOS E LIMITAÇÕES

O óleo de coco contém ácidos graxos de cadeia média (AGCM), como o ácido láurico, que têm propriedades antimicrobianas e antioxidantes. Deen *et al.* (2021) destacam que esses AGCM podem ajudar na proteção contra patógenos, enquanto os compostos fenólicos presentes no óleo atuam na neutralização de radicais livres. Contudo, os autores ressaltam que os benefícios do óleo de coco na saúde geral ainda carecem de maior validação científica.

Em relação à saúde intestinal, Santos *et al.* (2019) sugerem que os AGCM do óleo de coco podem promover um microbioma intestinal saudável, o que poderia melhorar a absorção de nutrientes e fortalecer a imunidade. No entanto, os efeitos a longo prazo desse impacto ainda não foram amplamente explorados em estudos clínicos.

Outro ponto destacado por Valente *et al.* (2018) é o potencial do óleo de coco em oferecer uma fonte rápida de energia devido ao metabolismo eficiente dos AGCM. Isso poderia beneficiar populações que necessitam de um suprimento energético imediato, como atletas. Ainda assim, o impacto disso na saúde metabólica geral permanece em debate.

Rocha *et al.* (2016) observaram que, embora o óleo de coco pareça neutro em termos de inflamação aguda, estudos de longo prazo são necessários para avaliar sua influência em condições inflamatórias crônicas. Isso representa uma limitação importante na literatura atual.

Harris *et al.* (2017) mencionam que, apesar de algumas melhorias observadas em marcadores inflamatórios, o consumo de óleo de coco está associado a elevações no LDL-colesterol. Isso implica que os benefícios anti-inflamatórios podem ser neutralizados por efeitos adversos no perfil lipídico.

Nikooei *et al.* (2020) reforçam que o óleo de coco pode ser útil em casos de inflamação, mas alertam que as populações com alto risco cardiovascular devem consumi-lo com cautela. Eles também ressaltam a necessidade de estudos de alta qualidade para confirmar esses efeitos.

Um estudo conduzido por Mumme e Stonehouse (2015) observou que, embora os ácidos graxos de cadeia média presentes no óleo de coco possam aumentar o gasto energético e promover uma leve redução no peso corporal, os efeitos na inflamação sistêmica e na perda de gordura a longo prazo ainda são inconclusivos. Além disso, os pesquisadores destacam que o óleo de coco não apresentou vantagens significativas em relação a outras fontes de gordura insaturada, como o azeite de oliva, quando considerado o impacto geral na saúde.

Além disso, Teng *et al.* (2019) enfatizam que os efeitos antioxidantes do óleo de coco, embora promissores, são menos pronunciados do que os encontrados em óleos ricos em gorduras insaturadas, como o azeite de oliva. Isso limita sua aplicação em estratégias dietéticas voltadas para a saúde cardiovascular.

Finalmente, Malaeb e Spoke (2020) alertam que os efeitos positivos do óleo de coco sobre a glicemia devem ser interpretados com cuidado, pois a maioria dos estudos disponíveis apresenta amostras pequenas e períodos curtos de acompanhamento. Estudos de longo prazo são necessários para avaliar sua segurança e eficácia.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O óleo de coco tem atraído crescente interesse da comunidade biomédica devido às suas propriedades nutricionais e seus possíveis efeitos na saúde humana. Estudos recentes sugerem benefícios potenciais, como o aumento do HDL-colesterol e a melhora na sensibilidade à insulina. Por exemplo, Korrapati *et al.* (2019) relataram que o consumo de óleo de coco contribui para a elevação dos níveis de HDL, o que pode ter implicações positivas na saúde cardiovascular.

Contudo, é necessário considerar as limitações associadas ao consumo de óleo de coco. Jayawardena *et al.* (2020) observaram que, embora o óleo de coco melhore certos aspectos metabólicos, ele também aumenta significativamente os níveis de LDL-colesterol, um marcador associado a maior risco de doenças cardiovasculares. Isso reforça a necessidade de moderação no consumo, especialmente para indivíduos com fatores de risco existentes.

Além disso, Deen *et al.* (2021) destacaram que, apesar das propriedades antioxidantes e antimicrobianas dos ácidos graxos de cadeia média presentes no óleo de coco, os impactos positivos

na saúde geral ainda são amplamente debatidos. Essa incerteza justifica a realização de estudos mais aprofundados.

Harris *et al.* (2017) levantaram preocupações sobre o aumento do colesterol total em populações específicas, mesmo em contextos nos quais o óleo de coco apresentou benefícios em marcadores inflamatórios. Isso demonstra a dualidade de seus efeitos e a necessidade de abordagens individualizadas ao seu uso.

Estudos como os de Malaeb e Spoke (2020) apontam para potenciais benefícios do óleo de coco no controle glicêmico em populações diabéticas. No entanto, as evidências disponíveis ainda não são suficientes para estabelecer recomendações robustas, sendo necessário mais trabalho científico para compreender os mecanismos envolvidos.

Santos *et al.* (2019) ressaltaram que o óleo de coco deve ser consumido com moderação e dentro das diretrizes recomendadas para gorduras saturadas. Este enfoque é fundamental para equilibrar os benefícios potenciais e os riscos associados ao seu uso.

Apesar das limitações, Nikooei *et al.* (2020) sugerem que o óleo de coco pode ser um complemento útil em dietas equilibradas, desde que inserido em um contexto alimentar diversificado. Este enfoque minimiza os potenciais impactos negativos associados ao aumento do LDL-colesterol.

Teng *et al.* (2019) enfatizam a importância de futuras pesquisas para esclarecer os impactos de longo prazo do consumo de óleo de coco. Estudos robustos e bem desenhados são essenciais para determinar sua segurança e eficácia em diferentes populações.

Portanto, o óleo de coco representa um alimento funcional com benefícios e limitações. Seu consumo deve ser moderado e acompanhado por orientação profissional, destacando a necessidade de mais estudos para compreender plenamente seus efeitos na saúde humana.

5. REFERENCIAS

ASSUNÇÃO, M. L.; FERREIRA, H. S.; DOS SANTOS, A. F.; CABRAL, C. R.; FLORÊNCIO, T. M. M. T. Effects of dietary coconut oil on the biochemical and anthropometric profiles of women presenting abdominal obesity. *Lipids*, v. 44, n. 7, p. 593–601, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11745-009-3306-6>. Acesso em 01 jun. 2025

BOEMEKE, L.; MARCADENTI, A.; BUSNELLO, F. M.; GOTTSCHALL, C. B. A. Effects of Coconut Oil on Human Health. *Open Journal of Endocrine and Metabolic Diseases*, v. 5, n. 7, p. 84–87, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4236/ojemd.2015.57011> Acesso em 01 jun. 2025

DEEN, A.; VISVANATHAN, R.; WICKRAMARACHCHI, D.; MARIKKAR, N.; NAMMI, S.; JAYAWARDANA, B. C.; LIYANAGE, R. Chemical composition and health benefits of coconut oil: an overview. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 101, n. 6, p. 2182–2193, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jsfa.10870> Acesso em 01 jun. 2025

EYRES, L.; EYRES, M. F.; CHISHOLM, A.; BROWN, R. C. Coconut oil consumption and cardiovascular risk factors in humans. *Nutrition Reviews*, v. 74, n. 4, p. 267–280, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw002> Acesso em 01 jun. 2025

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production of coconuts by country. Rome: FAO, 2020. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 24 jan. 2025.

HARRIS, M.; HUTCHINS, A.; FRYDA, L. The Impact of Virgin Coconut Oil and High-Oleic Safflower Oil on Body Composition, Lipids, and Inflammatory Markers in Postmenopausal Women. *Journal of Medicinal Food*, v. 20, n. 4, p. 345–351, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/jmf.2016.0114> Acesso em 01 jun. 2025

JAYAWARDENA, R.; SWARNAMALI, H.; LANEROLLE, P.; RANASINGHE, P. Effect of coconut oil on cardio-metabolic risk: A systematic review and meta-analysis of interventional studies. *Diabetes; Metabolic Syndrome*, v. 14, n. 6, p. 2007–2020, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.09.033> Acesso em 01 jun. 2025

KORRAPATI, D.; JEYAKUMAR, S. M.; PUTCHA, U. K.; MENDU, V. R.; PONDAY, L. R.; ACHARYA, V.; KOPPALA, S. R.; VAJRESWARI, A. Coconut oil consumption improves fat-free mass, plasma HDL-cholesterol and insulin sensitivity in healthy men with normal BMI compared to peanut oil. *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*, v. 38, n. 6, p. 2889–2899, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.12.026> Acesso em 01 jun. 2025

MALAEB, S.; SPOKE, C. The Glucose-Lowering Effects of Coconut Oil: A Case Report and Review of the Literature. *Case Reports in Endocrinology*, v. 2020, n. 1, p. 8841781, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2020/8841781> Acesso em 01 jun. 2025

MUMME, K.; STONEHOUSE, W. Effects of medium-chain triglycerides on weight loss and body composition: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, v. 115, n. 2, p. 249–263, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jand.2014.10.022> Acesso em 01 jun. 2025

NEELAKANTAN, N.; SEAH, J. Y. H.; VAN DAM, R. M. The Effect of Coconut Oil Consumption on Cardiovascular Risk Factors: A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical Trials. *Circulation*, v. 141, n. 10, p. 803–814, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.119.043052> Acesso em 01 jun. 2025

NIKOOEI, P.; HOSSEINZADEH-ATTAR, M. J.; ASGHARI, S.; NOROUZY, A.; YASERI, M.; VASHEGHANI-FARAHANI, A. Effects of virgin coconut oil consumption on metabolic syndrome components and asymmetric dimethylarginine: A randomized controlled clinical trial. *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases: NMCD*, v. 31, n. 3, p. 939–949, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2020.11.020> Acesso em 01 jun. 2025

ROCHA, D. M. U. P.; CALDAS, A. P. S.; COELHO, O. G. L.; DOMINGOS, A. L. G.; LOUREIRO, L. M. R.; OLIVEIRA, L. L. de; BRESSAN, J. Acute Effect of Coconut Oil Consumption does not Affect Postprandial Human Cytokines in Healthy Overweight Women. *International Journal of Food and Nutritional Science*, v. 3, n. 5, p. 1–5, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.15436/2377-0619.16.1160> Acesso em 01 jun. 2025

SANKARARAMAN, S.; SFERRA, T. J. Are We Going Nuts on Coconut Oil? *Current Nutrition Reports*, v. 7, n. 3, p. 107–115, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13668-018-0230-5> Acesso em 01 jun. 2025

SANTOS, H. O.; HOWELL, S.; EARNEST, C. P.; TEIXEIRA, F. J. Coconut oil intake and its effects on the cardiometabolic profile - A structured literature review. *Progress in Cardiovascular Diseases*, v. 62, n. 5, p. 436–443, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2019.11.001> Acesso em 01 jun. 2025

TENG, M.; ZHAO, Y. J.; KHOO, A. L.; YEO, T. C.; YONG, Q. W.; LIM, B. P. Impact of coconut oil consumption on cardiovascular health: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition Reviews*, v. 78, n. 3, p. 249–259, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuz074> Acesso em 01 jun. 2025

VALENTE, F. X.; CÂNDIDO, F. G.; LOPES, L. L.; DIAS, D. M.; CARVALHO, S. D. L.; PEREIRA, P. F.; BRESSAN, J. Effects of coconut oil consumption on energy metabolism, cardiometabolic risk markers, and appetitive responses in women with excess body fat. *European Journal of Nutrition*, v. 57, n. 4, p. 1627–1637, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00394-017-1448-5> Acesso em 01 jun. 2025.

Capítulo 6



10.37423/251010405

O USO DE METODOLOGIAS ATIVAS NO AMBIENTE EDUCATIVO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

ADEMÁRIO AMANCIO DA SILVA

UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO

EDUARDO GOMES DA SILVA

EREM JUSTA BARBOSA DE SALES



Resumo: O desenvolvimento cognitivo depende das metodologias, ferramentas e práticas selecionadas pelos educadores. Desta forma, o referido trabalho tem por objetivo analisar ações pedagógicas e relatos de experiências de educadores para o uso da metodologia ativa “gamificação” em sala de aula para o desenvolvimento de suas práticas. As formações continuadas pontuadas nas escolas devem abordar ainda mais a importância do uso de metodologias ativas, especificamente a contribuição que a gamificação pode trazer no ambiente educativo. Sendo a escolha dos recursos didáticos uma problemática para muitos educadores, o referido trabalho aborda a temática de forma colaborativa com a ideia de amenizar esse déficit que ainda perpassa em muitas unidades de ensino. A pesquisa foi desenvolvida na Escola de Referência em Ensino Médio Justa Barbosa de Sales, com o uso de uma metodologia qualitativa, desenvolvida em parceria com educadores da área de ciências da natureza e comunidade educativa. Foi utilizado embasamentos teóricos da aprendizagem significativa de David Ausubel e da metodologia sociointeracionista de Vygotsky, sendo destacado a importância do envolvimento, diálogo e comprometimento dos educandos para uma aprendizagem de qualidade. Durante a organização das atividades foi discutido em uma roda de conversa os meios mais viáveis para implantação da gamificação em sala de aula, sendo sugerido o uso de plataformas como Kahoot, Quizizz e Cmap de caráter lúdico. Ainda com o auxílio software Cmap, o educador pode avaliar os níveis de desempenho dos seus educandos, a partir da construção dos mapas conceituais. Os educadores, a partir da aplicação da metodologia ativa “gamificação” comprovaram por meio de conversas e construções de mapas conceituais, que a aprendizagem de fato foi significativa, com rendimentos satisfatórios. Tendo a gamificação um perfil de causar interesse dos educandos em permanecer nas atividades, além de promover engajamento e o surgimento de uma atmosfera competitiva/cooperativa.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, Desenvolvimento Cognitivo, Metodologia Ativa, Sociointeracionismo.

INTRODUÇÃO

O processo de ensino continua em constantes modificações e adaptações para os diversos grupos sociais. Técnicas de ensino são criadas ou inovadas para facilitar a transmissão dos saberes, essa adaptação se faz necessária para alcançar e aprimorar as propostas para uma aprendizagem significativa. Fazendo com que os educadores selecionem ferramentas de aprendizagens essenciais, para que assim, contribua para o desenvolvimento cognitivo do educando (SILVA; MONTEIRO, 2021).

A escolha de ferramentas de aprendizagem e as práticas pedagógicas tem uma forte influência no melhoramento de ensino, rendimento escolar e aprofundamento do saber dos educandos. Porém, a falta de formação, capacitação e orientação inicial para a escolha dessas práticas, podem levar o educador a permanecer em estratégias menos atrativas e mais esgotantes para o seu público (SANTOS; ARAÚJO, 2021).

Uma das estratégias adotadas em sala de aula é a gamificação, sendo essa uma metodologia ativa que proporciona maior engajamento e interação social durante sua aplicabilidade. Lima (2017) diz que a gamificação é entendida como técnicas de jogos em diversos contextos, proporcionando atividades lúdicas, induzindo os participantes a atrelarem ações competitivas e cooperativas para o processo de ensino e aprendizagem.

Nas aulas de ciências da natureza, a gamificação tem sido uma metodologia ativa prazerosa e dinâmica, proporcionando a intensificação e assimilação dos conteúdos. Pois, essa metodologia deixa a exposição dos conteúdos mais leves, contextualizada e propositiva a aprendizagem (BARRETO, 2021). Os baixos rendimentos nas aulas de química, física e biologia inúmeras vezes estão ligados a métodos desgastes e rotineiros, quando o educador se limita apenas ao material didático básico (livro, caderno e fichas de exercícios. “Com o surgimento da internet e os avanços dela derivados, o acesso à informação tornou-se algo extremamente rápido e versátil e, por conta disso, os métodos de ensino tradicionais têm sido bastante questionados atualmente” (SOUZA; AMARAL; VASCONCELOS, 2021, p. 138).

Quais ferramentas de aprendizagens e quais metodologias devem ser utilizadas em sala de aula para ofertar um ensino atrativo e engajador? Desta forma, o artigo objetiva analisar ações pedagógicas e relatos de experiências de educadores para o uso da metodologia ativa “gamificação” em sala de aula para o desenvolvimento de suas práticas.

METODOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi desenvolvida na unidade de ensino: Escola de Referência em Ensino Médio Justa Barbosa de Sales, localizada no município de Vertente do Lério/PE. O trabalho utilizou uma metodologia de natureza qualitativa, permitindo o aprofundamento e abrangência dos fatos, podendo ser adquirida e fundamentada por múltiplas fontes, como: entrevistas, observações e análises de documentos. Essas estratégias permitem ao pesquisador detalhes importantes, na qual não conseguiria com a metodologia quantitativa, o método qualitativo permite uma ligação direta com o objeto de estudo, diferente do método quantitativo que foca na análise do caso apenas por interpretações de variáveis (FREITAS; JABBOUR, 2011).

Etapas 1: Identificação do Problema por pesquisadores e sujeitos engajados

Foi feita uma coleta de dados, por meio de pesquisas bibliográficas sobre práticas pedagógicas, metodologias ativas e teorias da aprendizagem de Lev Vygotsky e David Ausubel. Reconhecendo a necessidade de intervenção de novas práticas e metodologias, como estratégias expositivas de aulas atrativas e significativas.

O trabalho teve como grupo amostral, educandos do 3º ano A e B do Ensino Médio Integral, como a perspectiva de analisar suas habilidades e afinidades com as disciplinas e conteúdo de ciências da natureza. O pesquisador realizou rodas de conversas com educadores de ciências da natureza, afim de reconhecer suas práticas e metodologias atuais, além de se apropriar do perfil dos educandos.

Aconteceram encontros diretos com as turmas participantes, sendo aplicados atividades engajadoras e gamificadas, sempre analisando os conhecimentos prévios e os conhecimentos recém adquiridos, foram selecionadas algumas plataformas como o Kahoot, Quizizz e o Cmap, para alavancar o processo de assimilação dos conteúdos. O pesquisador utilizou a construção de mapas conceituais como estratégia de avaliação. A orientação nos encontros era de se desprender de métodos tradicionais e adotar as sugestões do referido trabalho (elementos de gamificação, jogos interativos e metodologias ativas).

O educador da EREM Justa Barbosa de Sales pode dar seu depoimento com relação as experiências em sala de aula a partir da exposição e avaliação dos conteúdos usando novas estratégias de ensino. Através de diálogos direto com o pesquisador e resultados direto no desempenho dos educandos. O relato de experiência proporcionado por cada educador, foi exposto no referido trabalho de forma

indireta. Os mapas conceituais foram produzidos no software CMAP, no qual permite que o usuário construa, navegue, compartilhe e crie modelos de conhecimento representados por esse tipo de diagrama.

Etapas 2: Desenvolvimento da proposta de solução: recursos utilizados

Com o objetivo de melhorar o cognitivo dos educandos, houve o desenvolvimento da proposta de solução, tendo a participação da gestão, educadora de apoio (realiza funções de coordenadora), educador de ciências da natureza.

A equipe pedagógica analisou as propostas do referido projeto de pesquisa, da implantação de metodologias ativas e de práticas pedagógicas atrativas. O envolvido teve a oportunidade de sugerir outras ideias e trajetórias de ensino que melhor se enquadra a realidade atual, além de contribuir na sondagem e acompanhamento dos educandos que apresentam baixa participação nas aulas. Nesse debate foi pontuado a importância dos responsáveis desses educandos, fortalecendo assim os laços família/escola e facilitando a aplicação das novas medidas de ensino.

O educador da área de ciências da natureza, participou periodicamente de conversas com os pesquisadores sobre conteúdos trabalhados e seus rendimentos a partir do uso de metodologia ativa “gamificação”, os diálogos deixavam claro o engajamento desses educandos e seus rendimentos obtidos por esse tipo de experiência. O relato de experiência foi exposto a coordenação da escola, tendo a oportunidade de averiguar e proporcionar suas contribuições para esse tipo de estratégia de ensino.

A proposta de solução foi discutida e implantada em conjunto com a comunidade escolar, sempre averiguando o processo de aprendizagem dos educandos através de aulas lúdicas, utilizando sondagens, por meio de construção de mapas conceituais utilizando-as como ferramenta avaliativa, com requisito de diagnosticar e comprovar uma aprendizagem significativa.

REFERENCIAL TEÓRICO

As metodologias ativas são definidas no ambiente educativo como o conjunto de métodos que priorizam o desenvolvimento dos educandos no vasto sistema de aquisição do conhecimento (DE NOVAES *et al.*, 2021). Os autores expõem essas metodologias ativas como alternativas, que proporcionam meios estratégicos e diferenciados para o desenvolvimento educacional, deixando de lado o modelo tradicional, em que o educador era visto como o detentor do conhecimento na sala de aula.

De acordo com Da Silva (2022) muitos dos educandos, por apresentarem uma elevada dificuldade de aprendizagem, principalmente de associar o que é ensinado na escola com as situações sociais do cotidiano, são marcados pelos fatores da globalização e ofertas diversas de outras atrações. Despertando a necessidade de buscar incessantemente práticas pedagógicas, que possam ser usadas de tal maneira, para amenizar o déficit de aprendizagem.

Blaszko, Ujiie e De Araújo Claro (2021) afirmam que as mudanças constantes no âmbito da educação, promovem desafios a serem enfrentados e superados pelos educadores. O enfrentamento desses desafios deve ser confrontado pelo uso adequado das práticas pedagógicas, que requer adequações, de acordo com a necessidade, sendo essas reflexivas e transformadoras, abraçando os métodos de ensino e as práticas educacionais.

A aplicação das metodologias ativas enriquece o sistema de aprendizagem, e sua utilidade deve ser de interesse direto do educador, com o objetivo de estruturar e melhorar suas aulas e estimular a participação do alunado. “As metodologias ativas são uma ótima ferramenta para inserir estes assuntos no contexto das aulas para que os educandos possam pesquisar sobre o assunto, buscar soluções viáveis e expor opinião” (DA SILVA, 2022, p. 4).

Em pesquisa feita por Soares *et al.* (2021) com relação ao uso das metodologias ativas nas aulas de ciência da natureza, os autores puderam observar que ainda existe resistência de alguns educadores para manterem suas aulas tradicionais, sendo que ainda existe a dificuldade de planejamento e domínio de ferramentas didáticas, principalmente na esfera tecnológica. Esses autores, constataram que as aulas ministradas com métodos diferenciados, fizeram com que os educandos tivessem mais interesse em aprender, além de transforma-los em verdadeiros protagonistas na construção do seu próprio conhecimento.

Silva (2021) esclarece que, o ensino de ciências é mostrar ao indivíduo meios diversificados para aquisição de um conhecimento, despertando nessas competências e habilidades em suas ações. O autor cita a importância do uso de metodologias ativas para o compartilhamento dos conteúdos de ciências, permitindo a aplicação de um ensino motivador, despertando a curiosidade dos educandos, e assim, ofertam um ensino e aprendizagem eficaz e contextualizado à realidade do aluno.

Dentro de um conjunto de formadores na área da educação, o docente se destaca por ter o contato direto com os educandos, possuindo o papel principal de formação. O educador é o mediador entre o conhecimento e o indivíduo, buscando meios estratégicos que auxiliem no processo de ensino/aprendizagem. O sistema educativo não depende apenas do docente, mas de um conjunto de

fatores que devem estar interligados, o docente corrobora na ligação desses fatores, sejam eles no processo de interação social ou por intermédio de um ambiente afetivo e prazeroso (SILVA, 2021).

A metodologia selecionada pelo docente, esperando melhor rendimento, influenciará diretamente no envolvimento do educando durante as exposições dos conteúdos, visto que a realidade vivenciada por cada turma pode ser distinta, desta forma o método selecionado deve ser específico. De acordo com investigações feitas por Freire (1967) o método selecionado deve ser ativo, capaz de criticizar o educando por intermédio de debates e situações desafiadoras.

O método freiriano tem como foco o despertar do senso crítico, e da capacidade do aprendiz elaborar e organizar suas opiniões e críticas. Pondo em uso métodos: ativo; dialogal; crítico e criticizador. Freire (1967) cita a necessidade da fundamentação de uma pedagogia de comunicação, visto que a interação social e o compartilhamento de ideias só podem acontecer por intermédio de uma roda de conversa e debates.

Essa interação social descrita por Vygotsky como a teoria sociointeracionista, expondo a importância do envolvimento entre grupos diferentes, para que haja o compartilhamento de informações, na qual o aprendiz por si não aprenderá conteúdo formais sozinho ao longo do tempo sem que haja a participação de outros. Para romper essas limitações, se faz necessário o envolvimento de recursos didáticos para a promoção da aprendizagem. Essa teoria mostra a importância do papel de diversos sujeitos, descrita como Zona de Desenvolvimento Proximal, havendo trocas de saberes com parceiros mais experientes (RABELLO; PASSOS, 2013).

A teoria da aprendizagem significativa desenvolvida por David Ausubel foi formulada com o intuito de quebrar todos os tipos de paradigmas, elaborada no ano de 1963, nos Estados Unidos (EUA), descreve a importância do envolvimento entre educador/educando para a construção da aprendizagem. O ponto chave da teoria é a afirmação da complementação entre os indivíduos educador/educando, sendo o docente o mediador, e o educando não visto mais como um ser passivo, mas como ativo na formação da aprendizagem (RIHS; ALMEIDA, 2017).

Para que haja um conhecimento significativo os educadores devem trabalhar com informações introdutórias, ou como denominada na teoria de David Ausubel “organizadores prévios”, para que esses indivíduos desenvolvam os mecanismos que irão contribuir e facilitar na aquisição subsequente. Esses recursos introdutórios devem ser formulados, ligados a um vocábulo comum ao educando, para que as novas informações sejam consideradas como ferramentas pedagógicas (AUSUBEL, 1982).

Outros fatores que contribuem para a aprendizagem significativa segundo França e Sousa (2015) seriam a organização de grupos de estudos, aula prática ou em campo, dinâmica entre os grupos, elaboração de mapas conceituais. Também deve haver o envolvimento de materiais modernos, recursos tecnológicos para que desperte no aluno um ensino prazeroso e válido.

Uma forma de elucidar os conhecimentos prévios dos educandos seria na construção de mapas conceituais, sendo que eles iram expor as palavras chaves relacionados a um determinado conteúdo, e por intermédio dessas informações o educador poderá utilizar essa base como ponte cognitiva, com a finalidade de ancorar os novos conhecimentos. “Com o uso dos mapas no processo de ensino-aprendizagem, o educador pode avaliar o que o aluno já sabe, pois ele percebe como o aprendiz relaciona, estrutura e o integra a um determinado conceito” (FRANÇA; SOUSA, 2015, p. 37).

Os mapas conceituais segundo França e Sousa (2015) podem ser usados como elementos de aprendizagem, através deles os educadores podem fazer anotações, elaborar avaliações, construir planos de aulas e escrever relatórios. Essa ferramenta ajuda diretamente nas atividades diária do docente, esclarecendo conceitos e revigorando a aprendizagem do educando.

A gamificação na educação é um termo bastante usado na atualidade, no que se trata da utilidade de elementos comuns de um jogo, para a contextualização de atividade pedagógicas. Levando o participante a solucionar problemas a partir do uso das características de um respectivo jogo. “Dentro do universo das metodologias ativas temos também a gamificação, que apresenta duas características principais: a utilização de jogos, geralmente ela aumenta o engajamento dos educandos nas atividades, e o processo de ensino aprendizagem torna-se lúdico” (SOARES *et al.*, 2021, p. 3).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados neste artigo tiveram como base os relatos de experiências de vivências práticas e teóricas dos sujeitos engajados. Proporcionando resultados exitosos e de caráter significativo para o processo de ensino e aprendizagem.

Seguindo os conteúdos previstos no currículo, e de acordo com as orientações feitas nas rodas de conversas, o educador de ciências da natureza implantaram atividades lúdicas e diferenciadas. Jogos interativos de caráter físico e eletrônico, permitindo interações diretas entres os educandos. O educador optou em trazer elementos de gamificação, organizando suas salas em grupos (Figura 1), e no decorrer da aula perguntas eram feitas. O grupo que respondesse corretamente acumulava

pontuações, essas estratégias proporcionaram a criação de uma atmosfera interativa de caráter lúdico. Os educandos puderam promover interações competitivas e colaborativas (LIMA, 2017).

Figura 1: Orientação para formação de grupos: Aula com elementos de gamificação.



Fonte: O autor (2023)

O educador reconhece as necessidades dos educandos, desta forma, seleciona ferramentas e práticas que se enquadravam com a necessidade do grupo amostral, experiências com o uso do kahoot, trouxeram resultados incríveis no processo de ensino aprendizagem. Visto que o kahoot é uma plataforma de aprendizagem baseado em jogos, bastante usada em ambientes educativos como tecnologia de ensino (SANTOS; ARAÚJO, 2021).

Segundo relato do educador engajados, o kahoot é extremamente prático por apresentar atividades de múltiplas escolhas, os participantes têm a oportunidade de observar seu desempenho à medida que outros indivíduos também estão respondendo. A sala de aula se torna um verdadeiro ecossistema de aprendizagem e de compartilhamento de ideias. O despertar dos educandos é bastante significativo, por se tratar de uma atividade tecnológica e gamificada (Figura 2). O que chama bastante

atenção dessa plataforma é a diversidade de conteúdo que pode ser abordado, tanto de ciências da natureza quanto de outras áreas do conhecimento.

O diálogo constante com o educador da disciplina, permitiu observar a satisfação com os resultados no melhoramento da aprendizagem dos educandos. A conversação periódica com o sujeito engajado tornou-se uma intervenção de avaliação dos resultados esperados, comprovando que as ações, metodologias e ferramentas selecionadas proporcionaram resultados significativos.

Figura 2: Uso de ferramentas tecnológicas para o processo de desenvolvimento cognitivo por meio da gamificação



Fonte: O Autor (2023)

Todas as atividades diversificadas trabalhadas em sala de aula, foram discutidas em conjunto, buscando meios viáveis, que promovesse aprendizagem significativa. Uma outra ferramenta bastante usada pelos educadores de ciências da natureza foi a plataforma Quizizz, também bastante atrativa e diversificada, por apresentar elementos de caráter lúdico, competitivo e cooperativo.

Assim como o kahoot, o quizizz permite visualizar o desempenho durante as competições, as questões abordadas nessas plataformas são bem compreensivas e promove um comprometimento dos educandos em querer responder todas as questões, pois ao final das atividades eles podem visualizar seu ranque.

A figura 3 mostra um momento de resolução de um quizizz, o educador envolvido projetou o desempenho dos participantes no quadro, desta forma, todos puderam acompanhar ao vivo seu progresso nas atividades. Esse tipo de didática, proporcionou um grande envolvimento dos educandos, a sala de aula se tornou um ambiente dinâmico e prazeroso. Uma atmosfera de conhecimento foi formada e todos foram favorecidos com essa estratégia de ensino (RABELLO; PASSOS, 2013).

O uso do Quizizz de fato chamou a atenção do educador envolvido, uma plataforma que disponibiliza inúmeras atividades prontas, permitido também que o educador possa elaborar sua própria competição a partir do nível e necessidade dos seus educandos. As atividades ofertadas por essa ferramenta podem ser trabalhadas diretamente em sala de aula, como também pode ser lançada como atividade de casa, sendo estabelecido um cronograma para realização.

Figura 3: Resolução de um Quizizz e acompanhamento do desempenho no jogo.

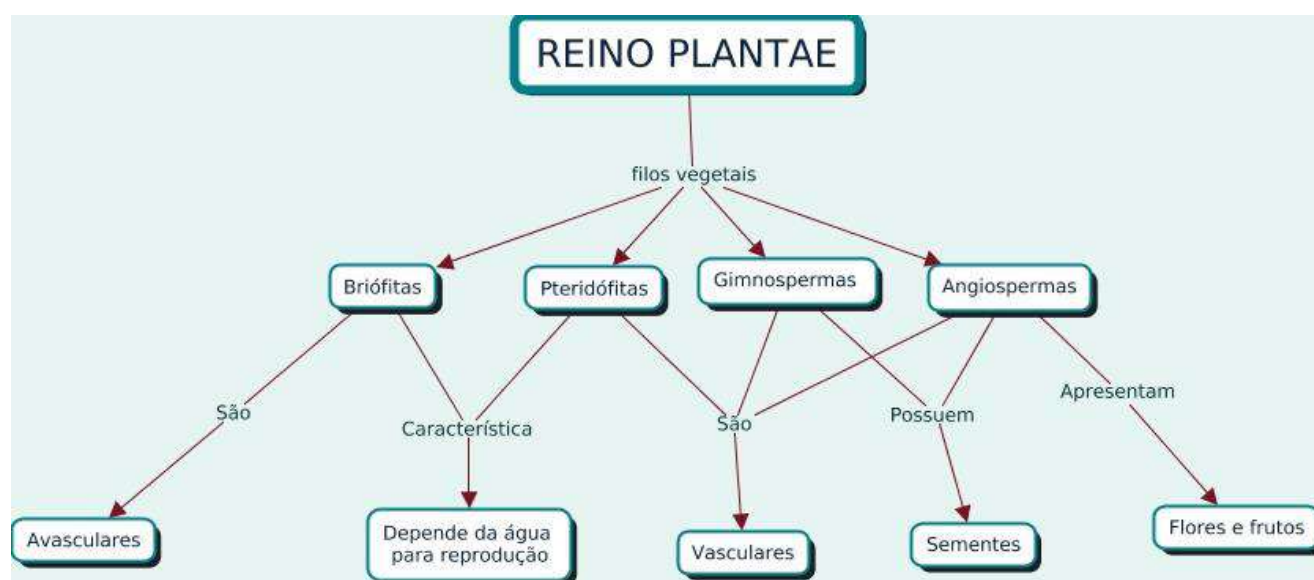


Fonte: O autor (2023)

Por meio da abordagem e sugestões desse trabalho, o educador teve a oportunidade de se reinventar e mudar suas estratégias de ensino, se desprendendo de um ensino tradicional e muitas vezes desgastante, incrementado um sistema diversificado para um ensino de qualidade.

Após a abordagem teórico/prática dos conteúdos de ciências da natureza, através de ferramentas tecnológica e elementos de gamificação, os educadores tiveram que avaliar os rendimentos dos educandos. E uma forma indicada para essa averiguação foi o uso de mapas conceituais. Utilizando a software Cmap, os educandos tiveram a oportunidade de expressar seus conhecimentos armazenados durante as aulas lúdicas (Figura 4).

Figura 4: Construção de mapa Conceitual usando o software Cmap.



Fonte: O autor (2023).

Os mapas conceituais construídos pelos educandos demonstraram bons resultados, isso mostra que a aprendizagem foi significativa. Muitos participantes demonstraram habilidades na hora da montagem dos diagramas, expressão todas as informações adquiridas durante as aulas. Os mapas Conceituais revelam conceitos e definições de ideias ligado a um determinado conteúdo, permitindo a organização de ideias, auxiliado a reestruturação dos conhecimentos adquiridos (FRANÇA; SOUSA, 2015).

Após a finalização da demanda de tarefas desempenhada pelo pesquisador, pode-se perceber que os rendimentos dos educandos melhoraram e que a metodologia selecionada trouxe contribuições significantes para o processo de ensino e aprendizagem. Desta forma, pode-se enfatizar a importância da orientação e formações continuadas ligadas ao tema desse trabalho. A conversação durante toda a aplicabilidade da metodologia comprova a satisfação do educador decorrente os resultados

alcançados, sendo relatado em conversas o progresso gradativo e positivo da aprendizagem dos educandos que de fato se envolveram nas atividades propostas. Desta forma, observa-se a importância do incentivo e uso de metodologia atrativas e diversificadas, para que a aprendizagem flua de forma harmônica e prazerosa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O referido trabalho trouxe contribuições positivas para o ambiente educativo, as metodologias abordadas trouxeram resultados satisfatórios para um ensino significativo. Diante de muitas teorias da aprendizagem, a aprendizagem significativa de David Ausubel e a abordagem Sociointeracionista de Vygotsky alavancaram o processo de implantação da metodologia ativa “gamificação.

Com o uso de ferramentas lúdicas e elementos de gamificação em sala de aula, pode-se observar uma interação entre os educandos, o conhecimento era repassado de uma forma prazerosa e contínua. Os resultados encontrados na pesquisa foram gratificantes, sendo esses observados a partir de mapas conceituais e de relatos de educadores durante o decorrer do trabalho. As Plataformas lúdicas como Kahoot, Quizizz e Cmap contribuíram diretamente para uma aprendizagem significativa, tendo despertado o interesse dos educandos em permanecer na atividade.

O trabalho apontou para uma realidade que possivelmente seja comum em várias escolas, a necessidade de ofertar mais formações ligadas ao tema deste trabalho “o uso de metodologia ativas no ambiente educativo para o ensino de ciências”. O educador se sentiu satisfeito com os resultados encontrado, principalmente com a montagem dos mapas conceituais, sendo possível visualizar através desses diagramas os conhecimentos adquiridos durante todo o percurso desse trabalho.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P.. A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.
- BARRETO, M. A.. A inovação pedagógica na base nacional comum curricular: Língua portuguesa e Ciências da Natureza numa perspectiva interdisciplinar. 133 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal do Pampa, Campus Uruguai, Uruguai, 2021.
- BLASZKO, C. E.; UJIE, N. T.; DE ARAÚJO CLARO, A. L.. A contribuição das metodologias ativas para a prática pedagógica dos professores universitários¹. Revista Educação & Formação, v. 6, n. 2, p. 1-17, 2021.
- DA SILVA, L. M.. Tipos de metodologias ativas aplicadas do ensino médio para o favorecimento da aprendizagem significativa aos estudantes. RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar, v. 3, n. 5, p. e351505-e351505, 2022.
- NOVAES, M. A. B.; SILVA, E. S.; COSTA, M. K. R.; AMORIM, P. A.; MACHADO, F. L. M.; MACHADO, A. M. M. R.; MOURA, J. S.; PAIVA, C. R. B.; MARTINS, I. S.;
- PAULINO, F. G. O.; ARAÚJO, M. N.; MEDEIROS, J. L.; ANDRÉ, A. S.. Metodologias ativas no processo de ensino e de aprendizagem: Alternativas didáticas emergentes. Research, Society and Development, v. 10, n. 4, p. e37710414091-e37710414091, 2021.
- FRANÇA, D. M.; SOUSA, R. A.. Aprendizagem significativa. Caderno elaborado pelo centro de educação profissional de Anápolis-GO. Goiás, 2015. Disponível em: <http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1575/Aprendizagem_Significativa_MULTIMEIOS%20DIDATICOS%20-%20CEPA.pdf?sequence=1>. Acesso em: 26 jun. 2022.
- FREIRE, P.. Educação como prática da liberdade. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.
- FREITAS, W. R. S.; JABBOUR, C. J. C. J.. Utilizando estudo de caso(s) como estratégia de pesquisa qualitativa: boas práticas e sugestões. Revista Estudo & Debate, Lajeado, RS, v. 18, n. 2, 2011.
- LIMA, Y. C. C. A.. Gamificação na Educação Básica: a construção de um modelo. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.
- RABELLO, E.; PASSOS, J. S.. Vygotsky e o desenvolvimento humano. 2013. Disponível em: <<https://josesilveira.com/wp-content/uploads/2018/07/Artigo-Vygotsky-e-o-desenvolvimento-humano.pdf>>. Acesso em: 26 Jun 2022.
- RIHS, A. A.; ALMEIDA, C. F.. A Teoria da Aprendizagem Significativa—O Enfoque De David Ausubel. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro (Unipac), Belo horizonte, MG, p. 2178-6925, 2017.
- SANTOS, M. A.; ARAÚJO, J. F. S.. Uso das ferramentas pedagógicas e tecnológicas no contexto das aulas remotas. Revista Educação Pública, v. 21, n. 17, 2021.
- SILVA, F. B. N.. O uso de metodologias ativas no ensino de ciências biológicas. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal Goiano, Ceres, 2021.

SILVA, G. M.; MONTEIRO, J. A.. O uso das TICS como desafio para o educador no atendimento educacional especializado. 2021. 16 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Pedagogia) – Departamento de Educação, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2021.

SOARES, M. S. .; MAURIZ, T. R. M. .; AYRES, M. C. C.; SILVA, J. S.; COSTA, C. R. M.; LIMA, J. F.; LAVOR, C.; LIMA, G. F.; VIEIRA, D. F.; MOURA, L. F. W. G.. O uso de metodologias ativas de ensino por professores de Ciências nas escolas de Angical-PI. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 13, p. e484101321220-e484101321220, 2021.

SOUZA, E. S. S.; AMARAL, Q. B. O.; VASCONCELOS, R. T. G.. Gamificação como prática de ensino na educação profissional e tecnológica. *Educação e Tecnologia: usos e possibilidades para o ensino e a aprendizagem*, v. 1, p. 138-150, 2021.

Capítulo 7



10.37423/251110417

EFFECTO DE ABONOS VERDES Y DIFERENTES DOSIS DE NITRÓGENO EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE MAÍZ EN SAN MARTÍN, PERÚ

Gidier Vasquez Garcia

Universidad Estatal de Maringa

Raimundo Pinheiro Neto

Universidad Estatal de Maringa

Agustin Cerna Mendoza

Universidad Nacional de San Martin

Rita de Cassia Siqueira Bahia

Instituto Biofabrica da Bahia

Jose Carlos Rojas Garcia

Universidad Nacional de San Martin



Resumen: El presente estudio evaluó el efecto de la incorporación de abonos verdes (*Canavalia ensiformis* y *Crotalaria spp.*) en combinación con diferentes niveles de nitrógeno químico sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Se utilizaron tratamientos con y sin abonos verdes, complementados con 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de nitrógeno. Los resultados evidenciaron que el factor **nitrógeno** ejerció un efecto significativo sobre variables productivas como **tamaño de mazorca, número de granos por mazorca y rendimiento de grano**, mientras que variables de crecimiento como **peso de raíz, número de mazorcas por planta y altura de espiga** no presentaron diferencias significativas. El tratamiento más sobresaliente fue **Canavalia + 75% de nitrógeno (T4)**, alcanzando un rendimiento de **6700.25 kg ha⁻¹**, lo que representó un incremento del **26.09%** respecto al testigo sin fertilización. En contraste, los tratamientos con **Crotalaria y bajas dosis de nitrógeno** mostraron menor eficiencia productiva. Estos resultados sugieren que la **integración de abonos verdes con una fertilización nitrogenada optimizada** constituye una estrategia viable para mejorar el rendimiento de maíz y promover la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

Palabras clave: coberturas vegetales; nutrición; rendimiento; agricultura sostenible; *Zea mays* L.

1 INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos más importantes en el Perú, pues forma parte de la cadena agroalimentaria nacional. Es el principal insumo para la producción avícola y porcina, además de consumirse en diversos derivados (Saldivar-Villarroel; Cruz-Martinez, 2024). Sin embargo, la producción nacional no satisface el consumo interno, por lo que el país debe importar entre el 60 y el 65 % de la demanda total. A nivel mundial, el maíz ocupa el segundo lugar como alimento más consumido gracias a sus características nutricionales (Zermeño-González et al., 2015).

En el Perú, el maíz se encuentra entre los cultivos con mayor superficie sembrada, alcanzando 280.339 hectáreas en la campaña agrícola 2023 (MIDAGRI, 2023). En la región San Martín se cultivaron 29.323 ha de maíz amarillo duro, lo que representa el 25,65 % de la superficie nacional. El rendimiento promedio nacional fue de 4.902 kg/ha, mientras que en San Martín se alcanzaron 3.871 kg/ha (MINAGRI, 2023).

En este contexto, la optimización del manejo de nutrientes se ha convertido en una práctica agrícola indispensable, orientada a maximizar la productividad y el rendimiento mediante un suministro equilibrado de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (Sedlacek et al., 2020). Esta práctica no solo busca lograr altos rendimientos y reducir costos de producción, sino también minimizar los impactos ambientales derivados del uso excesivo o inadecuado de fertilizantes (Yousaf et al., 2016). Un diagnóstico preciso y un uso eficiente permiten mejorar la calidad y cantidad de la producción, evitar gastos innecesarios y proteger el medio ambiente (Pacheco-Sangerman et al., 2022).

El maíz es un cultivo de alta demanda de nitrógeno, fundamental para la síntesis de estructuras celulares. No obstante, el potasio también desempeña un papel esencial, ya que las cantidades absorbidas son comparables a las de nitrógeno y favorece la formación y translocación de azúcares hacia los órganos de acumulación (Imakumbili et al., 2020). Sin embargo, el uso excesivo e ineficiente de fertilizantes nitrogenados genera pérdidas económicas y efectos ambientales adversos, como la contaminación de cuerpos de agua y la emisión de gases de efecto invernadero (Carmona et al., 2021). Una alternativa sostenible es el uso de abonos verdes, especialmente de la familia *Fabaceae*. Las leguminosas, además de aportar materia orgánica, tienen la capacidad de fijar biológicamente el nitrógeno, contribuyendo a la fertilidad del suelo y reduciendo la necesidad de fertilizantes sintéticos (Castro-Rincón et al., 2018).

En este sentido, especies como *Canavalia ensiformis* y *Crotalaria juncea* ofrecen múltiples beneficios al cultivo de maíz: mejoran la calidad de la materia orgánica del suelo, controlan malezas, aportan nitrógeno mediante fijación biológica y forman una capa de mantillo que protege contra la erosión y

la evaporación. Asimismo, favorecen la retención de humedad y ayudan a reducir la incidencia de plagas y enfermedades del suelo (Quispe et al., 2021).

El objetivo general de la investigación es evaluar el efecto del uso de abonos verdes (*Canavalia ensiformis* y *Crotalaria juncea*) y diferentes dosis de nitrógeno en la productividad del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en la región de San Martín, Perú.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se llevó a cabo en un área de 2,370 m² (30 x 79 m), en los campos experimentales del Programa Nacional de Maíz de la Estación Experimental El Porvenir, perteneciente al Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). El sitio experimental se ubica en la carretera Marginal Sur Fernando Belaunde Terry, Km 13.5, distrito de Tarapoto, provincia y región de San Martín, Perú. Las coordenadas geográficas fueron 18M 0354011 UTM 9271336, a una altitud de 232 m s.n.m (Figura 1).

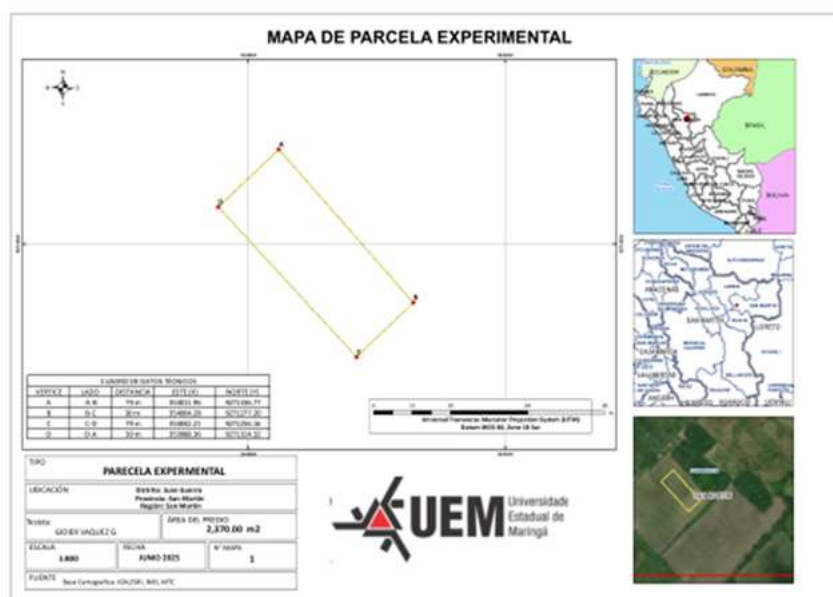


Figura 1. Mapa de parcela experimental.

La población del estudio estuvo conformada por 3,960 plantas de maíz (*Zea mays* L.) híbrido, establecidas en el área experimental. Cada unidad experimental estuvo compuesta por 66 plantas, dispuestas con una distancia de 0,80 m entre hileras y 0,40 m entre plantas. Para la muestra, se seleccionaron 15 plantas mediante un muestreo aleatorio simple tomando como referencia las hileras centrales, a fin de minimizar el efecto de borde y garantizar la representatividad de las evaluaciones,

evitando extraer muestras del perímetro para evitar el efecto borde. Un total de 900 plantas fueron evaluadas a lo largo del experimento.

2.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) con arreglo factorial 3 x 5. El factor A (coberturas) estuvo conformado por tres niveles: *Canavalia*, *Crotalaria* y Sin abono verde. El factor B (dosis de nitrógeno) estuvo constituido por cinco niveles: 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de la dosis recomendada. En total se establecieron 15 tratamientos (3 x 5), distribuidos en 4 bloques o repeticiones, sumando 60 unidades experimentales (Tabla 1).

Tabla 1. Diseño experimental

DISEÑO EXPERIMENTAL									
2 m	BIV 5 m		BIII 5 m		BII 5 m		BI 5 m		Tratamientos
5 m	T5		T3		T9		T1		T1 Canavalia + 00%N
5 m	T8		T14		T13		T5		T2 Canavalia + 25%N
5 m	T15		T7		T7		T10		T3 Canavalia + 50%N
5 m	T9		T9		T3		T15		T4 Canavalia + 75%N
5 m	T11		T1		T15		T8		T5 Canavalia + 100%N
5 m	T6		T6		T1		T2		T6 Crotalaria + 00% N
5 m	T3	2 m	T12	2 m	T5	2 m	T11	2 m	T7 Crotalaria + 25% N
5 m	T12		T15		T8		T14		T8 Crotalaria + 50% N
5 m	T10		T4		T11		T13		T9 Crotalaria + 75% N
5 m	T14		T11		T4		T6		T10 Crotalaria + 100% N
5 m	T1		T10		T14		T9		T11 Sin abono verde + 00% N
5 m	T13		T8		T2		T3		T12 Sin abono verde + 25% N
5 m	T4		T2		T6		T12		T13 Sin abono verde + 50% N
5 m	T2		T5		T12		T4		T14 Sin abono verde +75% N
5 m	T7		T13		T10		T7		T15 Sin abono verde + 100% N
2 m									
30 metros									

2.3 MUESTREO Y ANÁLISIS DE SUELOS

Se planificó la realización de dos análisis de caracterización de suelos: el primero, antes de la siembra de los abonos verdes, y el segundo, después de la cosecha del maíz del experimento. Las muestras de suelo se recolectaron siguiendo protocolos estandarizados de muestreo, a una profundidad de 20 cm. Posteriormente, el suelo se secó a la sombra y se recolectó una muestra compuesta de 1 kg, la cual fue depositada en bolsas de polietileno, debidamente etiquetadas con la información correspondiente, para luego ser enviadas a los laboratorios de análisis. El análisis inicial se realizó en

el Laboratorio de Suelos de la Estación Experimental El Porvenir – INIA, mientras que el análisis final se llevó a cabo en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

2.4 PREPARACIÓN DEL TERRENO

En coordinación con el equipo técnico del INIA, se identificó el área destinada a la instalación de la parcela experimental, con una superficie aproximada de 3,000 m². Posteriormente, se realizó la limpieza del terreno, que incluyó el deshierbe y el corte de los tallos de maíz remanentes de la siembra anterior. Una vez acondicionado el terreno, se procedió a la delimitación del área total, seguida por la trazabilidad de los bloques y la demarcación de las unidades experimentales por bloque, de acuerdo con el diseño planteado.

2.5 SIEMBRADO ABONOS VERDES

En la tabla 2, están la distancia de siembra, semillas por hoyo, plantas por unidad experimental, total de plantas en 4 bloques, área total ocupada y número de unidades experimentales.

Tabla 2. Siembra de abonos verdes

Especie	Distancia de siembra (hilera × plantas)	Plantas por unidad experimental (25 m ²)	Total de plantas en 4 bloques	Área total ocupada (m ²)	Nº de unidades experimentales
Canavalia	0,40 m × 0,40 m	121	2.420	500	20
Crotalaria	0,40 m × 0,25 m	209	4.180	500	20

2.6 INCORPORACIÓN DE ABONOS VERDES AL SUELO

El corte e incorporación de los abonos verdes al suelo se realizó en el momento de la plena floración de cada especie. En el caso de la *Crotalaria*, el corte se efectuó a los 25 días después de la siembra (dds), mientras que para la *Canavalia* se realizó a los 35 dds. Previo a la incorporación, se evaluaron las variables de altura de planta y peso de materia fresca en ambas especies. Posteriormente, el material vegetal fue incorporado al suelo mediante labores manuales. Al cabo de un mes, se realizó la evaluación de la descomposición y proceso de mineralización del material incorporado. La incorporación final se llevó a cabo de manera simultánea con el control manual de malezas, realizado con apoyo de herramientas de campo.

2.7 SIEMBRA DE MAÍZ

Una vez incorporados los abonos verdes en las respectivas unidades experimentales, se procedió a la siembra del maíz híbrido KILLU SUK, proporcionado por el Programa Nacional de Maíz del INIA. Para ello, se emplearon cuerdas previamente marcadas con la distancia de siembra, con el fin de garantizar una distribución uniforme. La siembra se realizó mediante el método de golpes, depositando tres semillas por golpe. El distanciamiento utilizado fue de 0,80 m entre hileras y 0,40 m entre plantas, estableciéndose un total de 66 golpes por unidad experimental, lo que corresponde a 3.960 golpes en el total del experimento. Previo a la siembra, se efectuó un riego de preparación, con el objetivo de asegurar una adecuada germinación y el establecimiento uniforme de las plántulas.

2.8 LABORES CULTURALES DEL CULTIVO DE MAÍZ

- Desahije

El desahije se realizó durante la etapa vegetativa, cuando las plantas presentaban cuatro hojas y una altura de 20–25 cm. En cada sitio de siembra se eliminaron las plántulas con características indeseables, dejando únicamente las dos más vigorosas.

- Fertilización

La fertilización se efectuó según los tratamientos establecidos:

Canavalia + 0%, 25%, 50%, 75% y 100% N

Crotalaria + 0%, 25%, 50%, 75% y 100% N

Sin abono verde + 0%, 25%, 50%, 75% y 100% N

Las fuentes de P, K, Ca, Mg, B, Zn y Mn se aplicaron en dosis iguales para todos los tratamientos. La primera aplicación de fertilizantes se realizó a los 15 días después de la emergencia (dde) y la segunda a los 35 días después de la siembra (dds).

- Deshierbe y control de malezas

El control de malezas se llevó a cabo en tres momentos clave durante el periodo vegetativo del maíz: Antes de la siembra del maíz, Antes de la primera fertilización, Antes de la segunda fertilización. En estos momentos también se realizó el aporcado de plantas, que consistió en remover la tierra con ayuda de herramientas manuales y depositarla en la base del tallo, con el fin de reforzar el soporte de la planta durante su desarrollo vegetativo.

- Control de plagas

Para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), se realizaron cuatro aplicaciones de clorpirifós a una dosis de 30 mL por 20 L de agua, debido a la incidencia severa de esta plaga en las primeras etapas de crecimiento (fase vegetativa).

- Cosecha

La cosecha se efectuó de manera manual, recolectando las mazorcas cuando alcanzaron la madurez fisiológica. Se utilizaron bolsas y peladores, previamente etiquetados según la unidad experimental, y se organizó el procedimiento por tratamiento y bloque, para asegurar la trazabilidad de las muestras.

2.9 CARACTERIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS EVALUADOS

- Altura de la planta (cm)

Se midió con flexómetro o cabrestante, desde el cuello de la planta hasta la yema terminal, en la fase reproductiva. Se evaluaron quince plantas de las hileras de cada unidad experimental.

- Diámetro del tallo (cm)

Se utilizó un nonio en quince plantas seleccionadas de los surcos centrales. La medición se realizó en la parte media del segundo entrenudo desde el suelo.

- Número de hojas (unidades)

Se contabilizaron todas las hojas desarrolladas durante el ciclo vegetativo y reproductivo de la planta de maíz.

- Altura de la espiga (cm)

Se registró en la etapa final de floración, utilizando cabrestante.

- Área foliar (cm²)

Evaluada en el día 100 de floración. Se midió la longitud total de cada hoja con regla metálica, y el ancho cada 10 cm. Con estos datos se calculó el área foliar.

- Peso de la raíz (g)

Después de la floración, se extrajeron las raíces adventicias y de soporte de una planta por unidad experimental. Las raíces frescas se pesaron en balanza electrónica.

- Longitud de la mazorca (cm)

Se recolectaron quince mazorcas por unidad experimental. Tras secarlas en lugar sombreado, se midió su longitud con cabrestante.

- Número de espigas por planta (unidades)

Se evaluó en quince plantas tomadas del centro de cada parcela experimental

2.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Los datos obtenidos fueron sometidos inicialmente a la prueba de homocedasticidad de varianzas y a la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. Aquellas variables que no cumplieron con los supuestos para el análisis de varianza (ANOVA) fueron transformadas mediante el método de Box-Cox. Para cada variable se planteó la hipótesis nula (H_0), que establece que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. El análisis de varianza (ANOVA) se realizó considerando un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0,05$). Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el software estadístico R-Studio.

3 RESULTADOS Y DISCUSION

- Altura de la planta

El análisis de varianza (ANOVA) para la variable altura de planta mostró que ninguno de los factores evaluados (tipo de abono verde y dosis de nitrógeno), ni su interacción, presentó un efecto estadísticamente significativo sobre esta característica. No obstante, a nivel descriptivo, se observó que el tratamiento T8 (*Crotalaria* + 50% N) alcanzó la mayor altura promedio de planta con 189,06 cm, en contraste con el tratamiento T11 (sin abono verde + 0% N), que registró la menor altura con 167,35 cm (Figura 2).

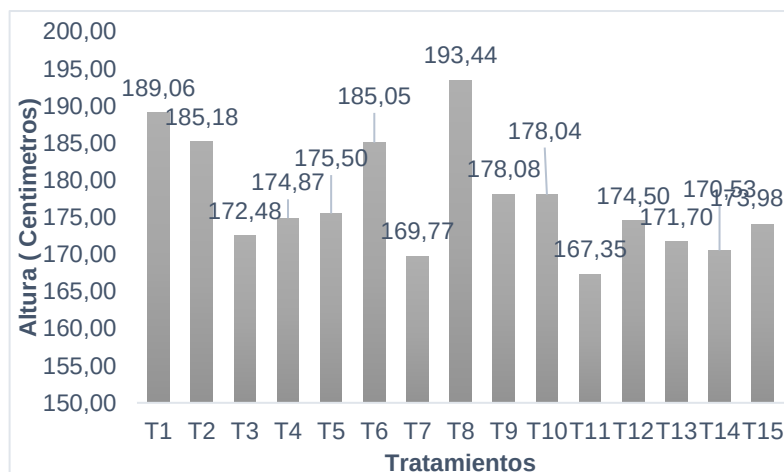


Figura 2. Altura de planta

- Diámetro del tallo

El análisis de varianza (ANOVA) mostró diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos evaluados. El mayor diámetro se obtuvo en el tratamiento T10 (*Crotalaria* + 100% de Nitrógeno)

con 2.17 cm, mientras que el menor valor correspondió al tratamiento T7 (*Crotalaria* + 25% de Nitrógeno) con 1.78 cm (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis de varianza sobre el diámetro del tallo.

Factor	Grados libertad	deSuma cuadrados	deCuadrado mediano	Fcalculado	Valor P
Abonos verdes	2	0.1096	0.0548	3.0142	0.0598
Nitrógeno	4	0.3928	0.0982	5.4005	0.0013
Fertilizante de nitrógeno	× 3	0.5333	0.1778	9.7775	<0,001
Bloco	8	0.4145	0.0518	2.8494	0.0127
Resíduo	42	0.7636	0.0182	-	-

- Número de hojas por planta

Se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos. El mayor número de hojas se presentó en el tratamiento T2 (Canavalia + 25% de Nitrógeno) con 16.25 hojas por planta, en tanto que el menor valor se registró en el tratamiento T7 (*Crotalaria* + 25% de Nitrógeno) con 13.4 hojas por planta (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis de varianza del número de hojas por planta

Fator	Grados libertad	deSuma cuadrados	deCuadrado mediano	Fcalculado	Valor P
Abonos verdes	2	3370.2137	1685.1068	4.9632	0.0116
Nitrógeno	4	600.1913	150.0478	0.4419	0.7776
Fertilizante de nitrógeno	× 3	56042.4821	18680.8274	55.0209	<0,001
Bloco	8	4738.4215	592.3027	1.7445	0.1163
Resíduo	42	14259.9438	339.5225	-	-

- Área foliar

Indicó mayores valores en el tratamiento T15 (sin abono verde + 100% de Nitrógeno) con 470.57 cm² y en T10 (*Crotalaria* + 100% de Nitrógeno) con 467.15 cm², mientras que el menor valor correspondió a T11 (sin abono verde + 0% de Nitrógeno) con 404.96 cm² (Figura 5).

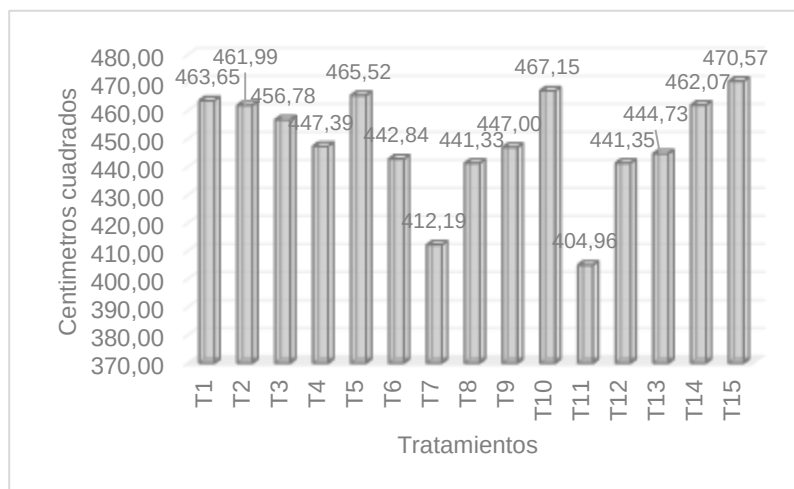


Figura 5. Área foliar

- Altura de espiga

El mayor valor correspondió a T1 (Crotalaria + 50% de Nitrógeno) con 193.44 cm, en contraste con T11 (sin abono verde + 0% de Nitrógeno) que presentó el menor valor con 212 cm (Figura 6).

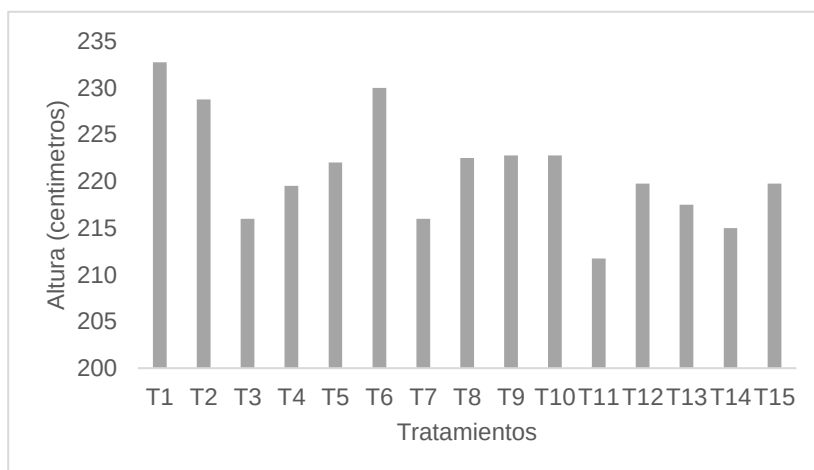


Figura 6. Altura de espiga

- Peso de la raíz

Se obtuvo en T10 (Canavalia + 50% de Nitrógeno) con 267g., mientras que el menor se registró en T7 (Crotalaria + 25% de Nitrógeno) con 133 g (Figura 7).

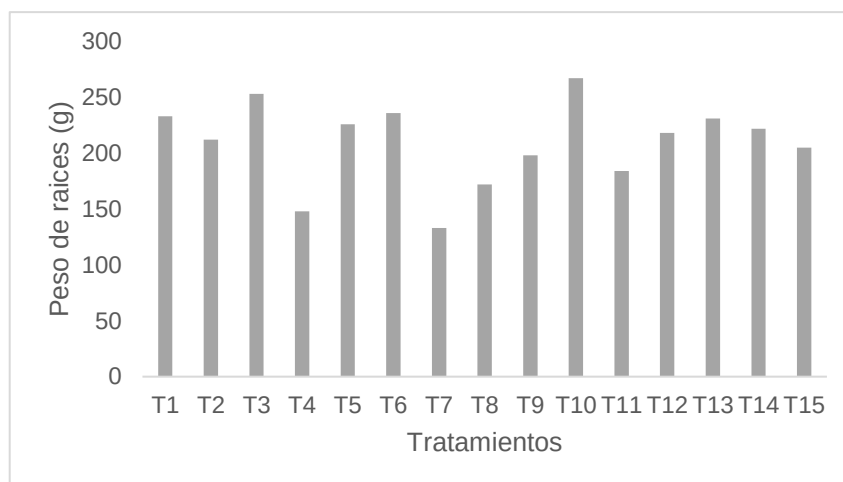


Figura 7. Peso de raíces

- Número de mazorcas por planta

Se registró en T10 (Crotalaria + 100% de Nitrógeno) con 1.27 mazorcas por planta, en comparación con T11 (sin abono verde + 0% de Nitrógeno) que obtuvo 1 mazorca por planta (Figura 8).

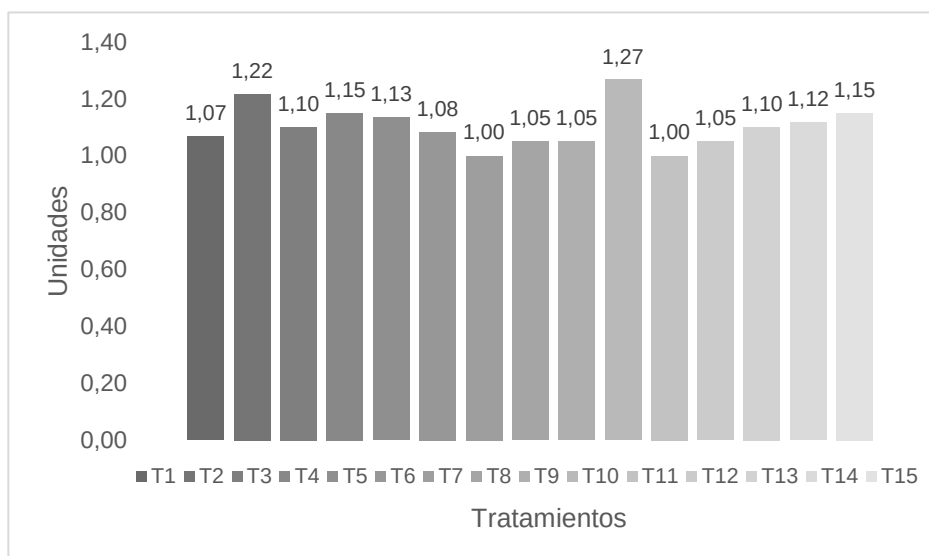


Figura 8. Numero de mazorca

-Tamaño de mazorcas

El factor Nitrógeno tuvo un efecto significativo sobre la longitud de las mazorcas ($p \leq 0.05$), mientras que los abonos verdes y sus interacciones no resultaron significativos. El mayor tamaño se presentó en T4 (Canavalia + 75% de Nitrógeno) con 17.51 cm, en tanto que el menor valor correspondió a T6 (Crotalaria + 0% de Nitrógeno) con 15.61 cm (Figura 9).

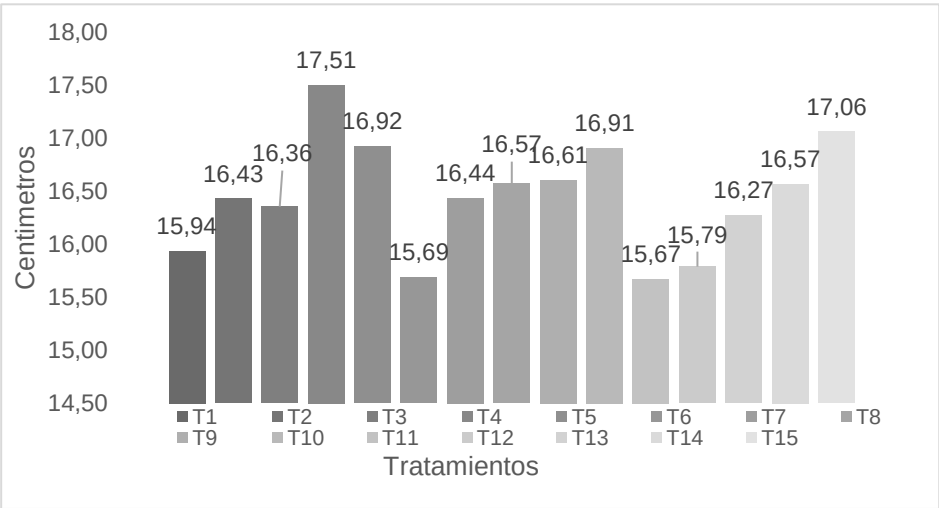


Figura 9. Tamaño de mazorca

- Rendimiento

El análisis de varianza (ANOVA) mostró un efecto significativo del factor Nitrógeno sobre el rendimiento de maíz ($p \leq 0.05$). El mayor valor se registró en el tratamiento T4 (Canavalia + 75% de Nitrógeno) con $6700.25 \text{ kg ha}^{-1}$, mientras que el menor rendimiento correspondió al tratamiento T6 (Crotalaria + 0% de Nitrógeno) con $4951.5 \text{ kg ha}^{-1}$. Esta diferencia representó un incremento absoluto de $1748.75 \text{ kg ha}^{-1}$, equivalente a un 26.09% más de rendimiento (Tabla 5).

Tabla 5. Rendimiento

Fator	Grados de libertad	de Suma de cuadrados	Cuadrado mediano	Fcalculado	Valor P
Abonos verdes	2	1945506.4648	972753.2324	1.6586	0.2026
Nitrógeno	4	11428286.2310	2857071.5578	4.8715	0.2600
Fertilizante de nitrógeno	3	1918627.3532	639542.4511	1.0905	0.0363
Bloco	8	2161840.9426	270230.1178	0.4608	0.8765
Resíduo	42	24632704.4104	586492.9622	-	-

Fuente: Elaboración propia

Los resultados evidencian que la aplicación de nitrógeno, en combinación con abonos verdes, tuvo un efecto diferenciado sobre las variables de crecimiento y rendimiento del maíz. En particular, el factor nitrógeno mostró una influencia significativa en el tamaño de mazorcas, el número de granos por mazorca y el rendimiento, lo cual concuerda con lo reportado por Pereira et al. (2023), quienes

destacan que la disponibilidad de nitrógeno es determinante en la acumulación de biomasa y en la producción de granos en maíz.

En contraste, variables como el peso de raíz, el número de mazorcas por planta y la altura de espiga no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, lo que sugiere que estas características podrían estar más influenciadas por factores genéticos o ambientales que por la fertilización con abonos verdes y nitrógeno, como también lo plantean Guamán-Guamán et al. (2020) en estudios similares.

El efecto positivo de la *Canavalia ensiformis* en combinación con dosis intermedias de nitrógeno (75%) sobre variables como el número de granos por mazorca y el rendimiento total indica una posible sinergia entre la incorporación de materia orgánica y la disponibilidad de nitrógeno mineral. Estudios previos señalan que la canavalia, además de aportar biomasa, puede mejorar la disponibilidad de nutrientes en el suelo y favorecer la estructura edáfica, contribuyendo a un mayor aprovechamiento del nitrógeno aplicado (Sotomayor-Alvarez et al., 2017; Ferrás-Negrín et al., 2024; Acosta et al., 2025).

Por otra parte, los resultados con *Crotalaria spp.* fueron menos consistentes, especialmente en los tratamientos con bajas dosis de nitrógeno, donde se observaron menores valores de rendimiento y componentes del mismo. Esto podría deberse a diferencias en la tasa de descomposición y liberación de nutrientes, ya que diversos autores (Almeida-Santos et al., 2019; Rodríguez-Gonzales, 2023; Cristobal-Santiago et al., 2024;) señalan que el aporte de nutrientes por leguminosas de cobertura depende en gran medida de la relación C/N y del tiempo de incorporación al suelo.

El incremento del 26.09% en el rendimiento obtenido con Canavalia + 75% de Nitrógeno en comparación con el tratamiento sin nitrógeno confirma la relevancia del manejo integrado de fertilización orgánica e inorgánica. Este resultado es coherente con investigaciones realizadas en sistemas de producción de maíz en Latinoamérica, donde se reporta que la combinación de abonos verdes y fertilización nitrogenada permite reducir el uso exclusivo de fertilizantes químicos, mejorar la sostenibilidad del sistema y mantener altos niveles de productividad (Govaerts et al., 2007; Rodríguez-Toribio; Rosillo-Cordova, 2024).

En conjunto, los hallazgos de este estudio respaldan la hipótesis de que el uso de abonos verdes en combinación con dosis moderadas de nitrógeno constituye una estrategia eficiente para mejorar el rendimiento del maíz, optimizar el uso de fertilizantes sintéticos y promover la sostenibilidad agrícola.

CONCLUSIONES

La aplicación de nitrógeno tuvo un efecto determinante sobre los componentes del rendimiento de maíz, particularmente en la longitud de mazorcas, el número de granos por mazorca y el rendimiento de grano, mientras que variables de crecimiento como peso de raíz, número de mazorcas por planta y altura de espiga no mostraron diferencias significativas.

La combinación de *Canavalia ensiformis* con 75% de nitrógeno fue el tratamiento más eficiente, alcanzando el mayor rendimiento con 6700.25 kg ha⁻¹, lo que representó un incremento del 26.09% respecto al testigo sin fertilización nitrogenada.

Los tratamientos con *Crotalaria* spp., en especial con bajas dosis de nitrógeno, mostraron menor efectividad, lo que podría estar asociado a la lenta liberación de nutrientes de esta leguminosa y a la falta de sincronización con la demanda del cultivo.

El uso combinado de abonos verdes y fertilización nitrogenada constituye una estrategia agronómica eficaz para incrementar el rendimiento de maíz, optimizar el uso de fertilizantes químicos y contribuir a la sostenibilidad de los sistemas agrícolas.

REFERENCIAS

- ACOSTA, O. O. et al. Comportamiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) con diferentes fuentes de nutrientes a base de Nitrógeno. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 8, n. 2, 2025. <https://doi.org/10.34188/bjaerv8n2-078>
- ALMEIDA-SANTOS, L. et al. Cultivo e incorporación de *Crotalaria juncea* L. en un suelo cañero de la Chontalpa, Tabasco, México. *Agro Productividad*, v. 12, n. 7, 2019. <https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.147>
- CARMONA, C. et al. 2021. Erosion of global functional diversity across the tree of life. *Science Advances*, v. 7, n. 13, 2019. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abf2675>
- CASTRO-RINCÓN, E. et al. Fertilizantes de leguminosas verdes: integração nos sistemas agrícolas e pecuários nos trópicos. *Agronomia Mesoamericana*, v. 29, n. 3, p. 711–729. 2019. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.31612>
- CRISTOBAL-SANTIAGO, O. et al. 2024. Producción de *Crotalaria Juncea* L. A Diferentes Densidades De Siembra y Edad Al Corte. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, v. 15, n. 6, 2024. México, ME:e3338. <https://doi.org/10.29312/remexca.v15i6.3338>
- FERRÁS NEGRÍN, Y. et al. 2024. Respuesta preliminar de la canavalia a la inoculación micorrízica en un ambiente edáfico de Jibacoa. *Agronomía Costarricense*, v. 48, n. 1, p. 57–66, 2024. <https://doi.org/10.15517/rac.v48i1.59127>
- GOVAERTS, B. et al. Influence of tillage, residue management, and crop rotation on soil microbial biomass and catabolic diversity. *Applied Soil Ecology*, v. 37, p. 18-30, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2007.03.006>
- GUAMÁN-GUAMÁN, R. N. et al. Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. *Siembra*, v. 7, n. 2, p. 047–056, 2020. <https://doi.org/10.29166/siembra.v7i2.2196>
- IMAKUMBILI, M. L. E. et al. 2020. Plant tissue analysis as a tool for predicting fertilizer needs for low cyanogenic glucoside levels in cassava roots: An assessment of its possible use. *Plos One*, v. 15, n. 2, 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228641>
- PACHECO-SANGERMAN, F. et al. Diagnóstico nutrimental del suelo y foliar en el cultivo de maíz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, v. 13, n. 6, p. 079-1090. 2020. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i6.269>
- PEREIRA, W. D. L. et al. Aplicación de nitrógeno en el cultivo de maíz en diferentes estadios fenológicos. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, v. 7, n. 19, p. 240-254, 2023. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i19.213>
- QUISPE, S. S. et al. 2021. Uso de coberturas vegetales en el manejo sostenible del suelo asociado al cultivo de maíz amiláceo (*Zea mays* L.). *Scientia Agropecuaria*, v. 12, n. 3, 2021. p. 329-336. ISSN 2077-9917. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.036>

RODRÍGUEZ-GONZALES, J. Dosis de fertilización para obtener mayor rendimiento de *Crotalaria* (*Crotalaria juncea* L.) en la provincia de Lamas– San Martín. 2023. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/9386073>

RODRÍGUEZ-TORIBIO, E.; ROSILLO-CORDOVA, L. Uso de Abonos verdes de *Canavalia Ensiformis* y *Crotalaria Juncea* para reducir la dependencia de fertilizantes químicos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) 2024. Tesis de pregrado. Universidad Peruana Unión, Tarapoto, San Martín. <http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/8026>

SALDIVAR-VILLARROEL, J.; CRUZ-MARTINEZ, R. V. Impacto de bioestimulantes y ácido húmico en el rendimiento del maíz híbrido (*Zea mays* L.): Evidencias desde el Valle de Ica, Perú. *AgroScience Research*, v. 2, n. 2. p. 73–77, 2024. <http://doi.org/10.17268/agrosci.2024.008>

SÁNCHEZ-DE-JESÚS, M. A. et al. Aporte de nitrógeno por el suelo y eficiencia de aprovechamiento del nitrógeno aplicado en maíz de temporal. *Revista Fitotecnia Mexicana*, v. 47, n. 2, p. 99-107, 2025. <https://doi.org/10.35196/rfm.2024.2.99>

SEDLACEK, C., GIGUERE, A.; PJEVAC, P. Is too much fertilizer a problem? *Frontiers for Young Minds*, v.8, p. 63-65, 2020. <http://doi.org/10.3389/frym.2020.00063>

SOTOMAYOR-ALVAREZ, R. et al. Fuentes y dosis de nitrógeno en la productividad del maíz amarillo duro bajo dos sistemas de siembra. *Anales Científicos*, v. 78, n. 2, p. 232-240, 2017. <https://doi.org/10.21704/ac.v78i2.1061>

YOUSAF, M. et al. Nitrogen fertilizer management for enhancing crop productivity and nitrogen use efficiency in a rice-oilseed rape rotation system in China. *Fronteiras Plant Science*, v. 7, p. 1-9, 2016. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01496>

ZERMEÑO-GONZÁLEZ, A. et al. Fertilización biológica del cultivo de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, v. 12, p. 2399-2408, 2015. <http://doi.org/10.29312/remexca.v0i12.770>

BIODIVERSIDADE, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

VOLUME XXIII



conhecimentolivre.org/home



contato@conhecimentolivre.org



[editoraconhecimentolivre](#)



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE