



UNIVERSIDADE PARANAENSE – UNIPAR

Recredenciada pela Portaria – MEC n.º 747, de 10/09/2020 – D.O.U. 11/09/2020

Mantenedora: UNIPAR – SOCIEDADE EMPRESARIAL LTDA.

Coordenação de Pós-Graduação *Stricto Sensu* e Pesquisa

Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia Aplicada à Agricultura

Ricardo Botelho Camargo

***Humulus lupulus*: Características gerais, investimento e custos da implantação da
Cultura na região do Arenito Caiuá na região noroeste do estado do Paraná**

Umuarama

2026

Ricardo Botelho Camargo

***Humulus lupulus*: Características gerais, investimento e custos da implantação da Cultura
na região do Arenito Caiuá na região noroeste do estado do Paraná**

Tese apresentada como parte das exigências
para a obtenção do grau de doutor em
Biotecnologia Aplicada à Agricultura pela
Universidade Paranaense - UNIPAR.
Orientador(a): Profa Dra Zilda Cristiani
Gazim

Umuarama

2026

Ficha Catalográfica

C172h Camargo, Ricardo Botelho.

Humulus lupulus: características gerais, investimento e custos da implantação da cultura na região do Arenito Caiuá na região noroeste do estado do Paraná / Ricardo Botelho Camargo. – Umuarama : Universidade Paranaense – UNIPAR, 2026.
61 f.

Orientadora: Dr^a. Zilda Cristiani Gazim.

Tese (Doutorado) – Universidade Paranaense – UNIPAR.

1. Lúpulo. 2. Arenito Caiuá. 3. Noroeste do Paraná. 4. Fitoquímica. 5. Agronegócio. 6. Cadeia produtiva. I. Universidade Paranaense – UNIPAR. II. Título.

(21 ed.) CDD: 633.8

Bibliotecária Responsável Regiane Luiza Campaneli CRB 9/2194

***Humulus lupulus*: Características gerais, investimento e custos da implantação da Cultura
na região do Arenito Caiuá na região noroeste do estado do Paraná**

Tese aprovada como requisito obrigatório para obtenção do Grau de Doutor ou Mestre no Programa de Pós-graduação em Biotecnologia Aplicada à Agricultura da Universidade Paranaense – UNIPAR, pela seguinte banca examinadora:

Dr. João Paulo Francisco
Universidade Estadual de Maringá- UEM

Dr. Thiago Silva Prado
Faculdade Unialfa Umuarama

Dra. Juliana Silveira do Valle
Universidade Paranaense- UNIPAR

Dra. Suelen Pereira Ruiz Herrig
Universidade Paranaense- UNIPAR

Dra. Zilda Cristiani Gazim
Universidade Paranaense - UNIPAR

Umuarama, 24 de fevereiro de 2026

AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Zilda Cristiani Gazim, pela orientação e pela confiança depositada em mim ao longo desta jornada. Sua expertise e apoio foram fundamentais para a consolidação deste trabalho.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional e por investirem na minha formação com tanto empenho, acreditando em meu potencial antes mesmo de eu o fazer.

À minha esposa e ao meu filho, por serem meu porto seguro. Obrigado por estarem ao meu lado nos momentos de maior desafio, pela compreensão diante das minhas ausências e pelo amor que renovou minhas forças diariamente.

À colega de laboratório Gabriela Catuzo, pela parceria incansável nos projetos de pesquisa e pelo auxílio técnico essencial nos momentos decisivos da experimentação laboratorial. Sua colaboração foi valiosa.

À Universidade Paranaense (UNIPAR), por oferecer a infraestrutura e as condições necessárias para a viabilização deste doutorado.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), portanto fica o agradecimento à essa estimada instituição.

A todos que, direta ou indiretamente, compartilharam conhecimentos e contribuíram para que este sonho se tornasse realidade.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1: Aspectos etnofarmacológicos de <i>Humulus lupulus</i>	21
Tabela 2: Aplicação de <i>Humulus lupulus</i> na produção de alimentos e bebidas	22
Tabela 3: Aplicação do <i>Humulus lupulus</i> em produtos cosméticos e uso doméstico	22
Tabela 4. Principais constituintes encontrados nos cones secos de <i>Humulus lupulus</i>	25
Tabela 5. Faixa de concentração e origem geográfica dos compostos majoritários identificados no óleo essencial de <i>Humulus lupulus</i> L. (Extração por Hidrodestilação e análise por CG-EM)	26
Tabela 6. Classificação dos principais compostos fenólicos identificados em extratos de <i>Humulus lupulus</i>	27

CAPÍTULO II

Tabela 1. Investimento em estrutura para área experimental (1.100 m ²) e 01 hectare (10.000 m ²), para a implantação da cultura de <i>Humulus lupulus</i>	44
Tabela 2. Investimento em mão de obra para área experimental de 1.100 m ² e 01 hectare (10.000 m ²)	45
Tabela 3. Investimento na aquisição das mudas e insumos para área experimental de 1.100 m ² e 01 hectare (10.000 m ²)	45
Tabela 4. Levantamento dos custos incorridos ao longo de dois anos para a condução de um experimento de cultivo de lúpulo em uma área de 1.100m ² e estimativa dos custos para o cultivo de lúpulo em uma área de 1 hectare, com base no custo experimental. Esses custos incluem insumos, mão de obra, adubação, correção de solo entre outros elementos essenciais para a manutenção e sucesso do cultivo de lúpulo	45

LISTA DE QUADROS**CAPÍTULO II**

Quadro 1. Comparação entre o valor investido na área experimental (1.100 m ²) e o investimento necessário estimado em 01 hectare (10.000 m ²)	46
---	----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1:** Representação das estruturas vegetativas de *Humulus lupulus*: folhas, cones e ramos laterais. (*Fonte: Os autores*) 17
- Figura 2:** Mapa global dos principais produtores de lúpulo, destacando a concentração no Hemisfério Norte e áreas emergentes. 18

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	11
GENERAL ABSTRACT.....	12
CAPÍTULO I.....	14
<i>HUMULUS LUPULUS</i> : REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
RESUMO	14
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. METODOLOGIA.....	15
3. CARACTERIZAÇÃO BOTÂNICA	16
3.1 CLASSIFICAÇÃO TAXONÔMICA E SINONÍMIAS	16
4. DESCRIÇÃO BOTÂNICA E MORFOLÓGICA	17
5. DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E REQUISITOS EDAFOCLIMÁTICOS.....	18
6. USO DO LÚPULO NA MEDICINA POPULAR E ETNOFARMACOLOGIA	20
7. APLICAÇÕES ALIMENTÍCIAS E NUTRACÊUTICAS	20
8. USOS COSMÉTICOS, INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS	21
9. ASPECTOS QUÍMICOS E PERFIL DOS ÓLEOS ESSENCIAIS	25
10. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS EXTRATOS: POLIFENÓIS E FRAÇÃO POLAR.....	28
11. ASPECTOS FARMACOLÓGICOS DE <i>HUMULUS LUPULUS</i>	29
11.1. ATIVIDADE SEDATIVA E ANSIOLÍTICA	29
11.2. ATIVIDADE ANTIMICROBIANA	29
11.3. POTENCIAL FITOESTROGÊNICO	30

	10
11.4. ATIVIDADE ANTIPROLIFERATIVA E ANTITUMORAL	30
12. CONCLUSÃO.....	31
13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
CAPÍTULO II.....	38
ANÁLISE DO INVESTIMENTO E CUSTOS DA PRODUÇÃO DE LÚPULO NA REGIÃO DE ARENITO CAIUÁ	38
RESUMO:	38
ABSTRACT:	39
RESUMEN:	39
1. INTRODUÇÃO	40
2. MATERIAIS E MÉTODOS	43
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	43
2.2 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DA CULTURA	43
2.3 SISTEMA E MANEJO DE IRRIGAÇÃO.....	44
2.4 ANÁLISE DO VALOR DE INVESTIMENTO	44
2.5 ANÁLISE DO CUSTO NOS PRIMEIROS 04 SEMESTRES DE CULTIVO.....	45
3. RESULTADOS	46
4. DISCUSSÃO	48
5. CONCLUSÃO.....	51
CONFLITO DE INTERESSE	52
AGRADECIMENTOS	52
REFERÊNCIAS	52
CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA.....	54
ANEXOS	54

Ricardo Botelho Camargo

Humulus lupulus: Características gerais, Investimento e custos da implantação da Cultura na região do Arenito Caiuá na região noroeste do estado do Paraná

RESUMO GERAL

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.), uma angiosperma dioica e perene pertencente à família Cannabaceae, consolidou-se historicamente como um insumo essencial e insubstituível para a indústria cervejeira global, além de possuir uma trajetória milenar na medicina tradicional. Originário de regiões temperadas da Ásia, Europa e América do Norte, o gênero *Humulus* apresenta uma complexidade botânica e química que desperta crescente interesse científico, especialmente no que tange às suas inflorescências femininas, conhecidas como cones. Estes cones abrigam os tricomas glandulares contendo a lupulina, responsáveis pela síntese de metabólitos secundários de alto valor agregado, como as resinas de ácidos alfa (humulona) e beta (lupulona), que conferem amargor e estabilidade microbiológica à cerveja, e os óleos essenciais, compostos majoritariamente por terpenos como o mirceno, humuleno e cariofileno, que definem os perfis aromáticos e sensoriais da bebida. Para além do setor de bebidas, a fitoquímica do lúpulo revela um arsenal de compostos bioativos com propriedades farmacológicas documentadas, incluindo atividades antioxidantes, antimicrobianas, anti-inflamatórias e até anticancerígenas, com destaque para o xanthohumol, um prenilflavonóide com potencial terapêutico em diversas patologias. O Capítulo I desta tese apresenta uma revisão de literatura narrativa, abordando a etimologia, a taxonomia e os marcos históricos da transição do uso do *Gruit* (mistura de ervas medievais) para a hegemonia do lúpulo na Europa Central. Metodologicamente, este capítulo fundamentou-se em uma pesquisa bibliográfica interpretativa e qualitativa, utilizando bases de dados de alta relevância científica como Scielo, Google Acadêmico e bancos de teses da Capes. Foram aplicados unitermos estruturantes como "lúpulo", "*Humulus lupulus*", "pharmacological activities", "essential oil activities" e "traditional use", selecionando-se preferencialmente produções dos últimos cinco anos para garantir a contemporaneidade dos dados. Esta revisão permitiu diagnosticar o cenário do lúpulo no Brasil, que, apesar de ser um dos maiores produtores de cerveja do mundo, ainda mantém uma dependência externa crítica, importando quase a totalidade de sua demanda anual. O Capítulo II dedica-se à análise técnica e econômica da viabilidade do cultivo na região do Arenito Caiuá, no Noroeste do Paraná, área caracterizada por solos arenosos de baixa fertilidade natural e clima subtropical úmido (Cfa), com verões quentes e invernos brandos. A metodologia experimental envolveu o acompanhamento direto de um plantio piloto de 1.100 m² no município de Umuarama-PR entre os anos de 2024 e 2025. O estudo quantificou detalhadamente o Investimento Inicial (Capex), abrangendo o preparo do solo, a instalação de um sistema de irrigação por gotejamento, a construção de estruturas de tutoramento vertical utilizando palanques de madeira tratada e cabos de aço capazes de suportar o peso da biomassa que atinge até 9 metros de altura e a aquisição de mudas certificadas das variedades adaptadas. Os custos operacionais foram monitorados, evidenciando que a manutenção da cultura é intensiva e exige intervenções manuais frequentes, como o coroamento, a poda de condução, a amarração das hastes e a adubação de cobertura. Os resultados revelaram que, embora o custo de implantação por hectare seja elevado em comparação com culturas tradicionais (como soja ou milho), a rentabilidade potencial do lúpulo é significativamente superior devido ao alto valor de mercado do cone seco e processado. A pesquisa demonstrou que as variedades testadas na região do Noroeste paranaense apresentaram desenvolvimento vegetativo satisfatório, superando as

expectativas iniciais de adaptação ao regime de fotoperíodo local, embora a necessidade de complementação luminosa artificial permaneça como um ponto de discussão técnica para otimização da produtividade. Economicamente, o estudo conclui que a mecanização da colheita e do processamento pós-colheita é o fator determinante para a redução drástica dos custos de produção e para a escalabilidade do negócio para pequenos e médios produtores regionais. Os resultados integrados desta tese reforçam que o cultivo de lúpulo no Arenito Caiuá não é apenas tecnicamente possível, mas estrategicamente necessário para a redução da vulnerabilidade da cadeia de suprimentos nacional. A conclusão geral aponta que a biotecnologia aplicada à agricultura, através do melhoramento genético e da adaptação de manejos, pode consolidar o lúpulo como uma nova fronteira econômica no Paraná, promovendo a diversificação da matriz produtiva, a geração de empregos qualificados e o fortalecimento do ecossistema de cervejarias artesanais e indústrias farmacêuticas no país. Este trabalho oferece, portanto, uma base técnica sólida para investidores, produtores e gestores públicos interessados em fomentar uma cultura de alto valor agregado com impacto positivo na balança comercial brasileira.

Palavras-chave: Lúpulo; Arenito Caiuá; Noroeste do Paraná; Fitoquímica; Agronegócio; Cadeia Produtiva

GENERAL ABSTRACT

Hops (*Humulus lupulus* L.), a dioecious and perennial angiosperm belonging to the Cannabaceae family, has historically established itself as an essential and irreplaceable input for the global brewing industry, in addition to possessing a millennial trajectory in traditional medicine. Native to temperate regions of Asia, Europe, and North America, the genus *Humulus* presents a botanical and chemical complexity that sparks increasing scientific interest, especially regarding its female inflorescences, known as cones. These cones house glandular trichomes containing lupulin, responsible for the synthesis of high-value secondary metabolites, such as alpha-acid (humulone) and beta-acid (lupulone) resins—which provide bitterness and microbiological stability to beer—and essential oils, mostly composed of terpenes such as myrcene, humulene, and caryophyllene, which define the beverage's aromatic and sensory profiles. Beyond the beverage sector, hop phytochemistry reveals an arsenal of bioactive compounds with documented pharmacological properties, including antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, and even anticancer activities, with emphasis on xanthohumol, a prenylflavonoid with therapeutic potential in various pathologies. Chapter I of this thesis presents a narrative literature review addressing the etymology, taxonomy, and historical milestones of the transition from the use of Gruit (a medieval herbal mixture) to the hegemony of hops in Central Europe. Methodologically, this chapter was based on interpretative and qualitative bibliographic research, utilizing highly relevant scientific databases such as Scielo, Google Scholar, and Capes thesis repositories. Structuring keywords such as "hops," "*Humulus lupulus*," "pharmacological activities," "essential oil activities," and "traditional use" were applied, with a preference for publications from the last five years to ensure data contemporaneity. This review allowed for a diagnosis of the hop landscape in Brazil, which, despite being one of the world's largest beer producers, still maintains a critical external dependence, importing almost its entire annual demand. Chapter II is dedicated to the technical and economic feasibility analysis of cultivation in the Arenito Caiuá region of Northwest Paraná, an area characterized by sandy soils of low natural fertility and a humid subtropical climate (Cfa), with hot summers and mild winters. The experimental methodology involved the direct monitoring of a 1,100 m² pilot plantation in the municipality of Umuarama-PR between 2024 and 2025. The study detailed the Initial Investment (Capex), covering soil preparation, the installation of a drip irrigation system, the construction of vertical trellising structures—using treated wood poles and steel cables capable of supporting biomass weight reaching up to 9 meters in height—and the acquisition of certified seedlings of

adapted varieties. Operating costs were monitored, highlighting that crop maintenance is intensive and requires frequent manual interventions, such as crowning, training pruning, stringing/tying, and top-dressing fertilization. The results revealed that, although the implementation cost per hectare is high compared to traditional crops (such as soybeans or corn), the potential profitability of hops is significantly higher due to the high market value of the dried and processed cone. The research demonstrated that the varieties tested in the Northwest Paraná region showed satisfactory vegetative development, exceeding initial expectations for adaptation to the local photoperiod, although the need for artificial lighting supplementation remains a point of technical discussion for productivity optimization. Economically, the study concludes that the mechanization of harvesting and post-harvest processing is the determining factor for the drastic reduction of production costs and for the business scalability for small and medium-sized regional producers. The integrated results of this thesis reinforce that hop cultivation in the Arenito Caiuá is not only technically possible but strategically necessary to reduce the vulnerability of the national supply chain. The general conclusion indicates that biotechnology applied to agriculture, through genetic improvement and management adaptation, can consolidate hops as a new economic frontier in Paraná, promoting the diversification of the production matrix, the generation of skilled jobs, and the strengthening of the craft brewery and pharmaceutical industry ecosystems in the country. This work, therefore, offers a solid technical foundation for investors, producers, and public managers interested in fostering a high-value crop with a positive impact on the Brazilian trade balance.

Keywords: Hops; Arenito Caiuá; Northwest Paraná; Phytochemistry; Agribusiness; Production Chain.

CAPÍTULO I

Humulus lupulus: revisão bibliográfica

RESUMO

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é uma planta trepadeira da família Cannabaceae, originária do hemisfério norte, que é amplamente utilizada na indústria cervejeira e na medicina popular. O lúpulo possui uma composição química complexa, que inclui ácidos amargos, polifenóis, óleos essenciais e prenilflavonoides, com diversas propriedades biológicas, como antimicrobiana, antioxidante, anti-inflamatória, sedativa, estrogênica e quimiopreventiva. No entanto, o cultivo do lúpulo no Brasil ainda é incipiente, e há poucos estudos sobre as variedades adaptadas às condições climáticas e edáficas do país, bem como sobre os métodos de extração e análise dos compostos bioativos presentes na planta. O objetivo deste estudo foi realizar uma revisão bibliográfica sobre o lúpulo, abordando aspectos botânicos, geográficos, agrônômicos, químicos e farmacológicos, com ênfase nas variedades cultivadas no Brasil e nas técnicas de extração e caracterização dos extratos e óleos essenciais. Para isso, foram consultadas bases de dados científicas, como Scopus, Web of Science, PubMed e Google Scholar, utilizando palavras-chave relacionadas ao tema. Os resultados mostraram que o lúpulo é uma planta com potencial econômico e terapêutico, que pode ser explorada em diferentes áreas, como alimentícia, cosmética, farmacêutica e biotecnológica. No entanto, ainda há uma carência de informações sobre o cultivo, a qualidade e a padronização dos produtos derivados do lúpulo no Brasil, bem como sobre os mecanismos de ação e os efeitos adversos dos compostos bioativos em humanos. A conclusão é que o lúpulo é uma planta promissora, que merece mais atenção e investimento por parte dos pesquisadores, produtores e consumidores brasileiros.

Palavras-chave: lúpulo, composição química, propriedades biológicas

1. Introdução

A espécie *Humulus lupulus* L. é uma planta trepadeira, dioica e perene da família Cannabaceae, cujas inflorescências femininas (cones) são ricas em resinas e óleos essenciais, sendo amplamente utilizadas na indústria cervejeira para conferir amargor e aroma, além de atuarem como conservantes naturais (Bocquet et al., 2018). Embora a etimologia exata do gênero *Humulus* permaneça incerta com teorias que associam o termo ao latim *humus* (terra) ou a raízes proto-iranianas ("pequeno lobo"), estudos filogenéticos recentes indicam que o gênero se originou na Ásia, provavelmente na China, dispersando-se subsequentemente para a Europa e América do Norte (Small, 2016).

Historicamente, o uso de plantas em processos fermentativos remonta a civilizações antigas. Há relatos de que egípcios e sumérios utilizavam ervas em bebidas há cerca de 3.000 anos (Hornsey, 2003), embora o uso específico do lúpulo para fins de cervejaria nessas culturas

ainda seja debatido, com evidências apontando mais fortemente para seu uso medicinal ou ausência neste período (Behre, 1999). Na Europa Medieval, o lúpulo gradualmente substituiu o *Gruit* (uma mistura de ervas baseada em *Myrica gale*) a partir do século IX, inicialmente na região da atual Alemanha e, posteriormente, expandindo-se para Flandres no século XIV, essa transição foi motivada não apenas pelas propriedades organolépticas, mas principalmente pela capacidade do lúpulo de inibir bactérias deteriorantes, garantindo maior estabilidade à bebida (Almeida et al., 2022).

Na Europa Medieval, o lúpulo gradualmente substituiu o *Gruit* (uma mistura de ervas baseada em *Myrica gale*) a partir do século IX, inicialmente na região da atual Alemanha e, posteriormente, expandindo-se para Flandres no século XIV (Unger, 2004). No cenário agrícola atual, a produção global é liderada pelos Estados Unidos e pela Alemanha. Segundo dados recentes do relatório de mercado da BarthHaas (2024), os EUA detêm a maior área cultivada mundialmente (aprox. 22.500 hectares), seguidos de perto pela Alemanha, concentrando juntos mais de 70% da produção global de lúpulo.

No Brasil, a cultura do lúpulo é emergente. Embora registros históricos apontem para tentativas de introdução datadas da década de 1860 com a imigração alemã, a produção comercial ganhou força apenas a partir de 2016, impulsionada pelo crescimento do mercado de cervejas artesanais e pela adaptação de variedades em regiões subtropicais como a Serra da Mantiqueira e o Sul do país (Bernardi et al., 2024; Almeida et al., 2022).

Do ponto de vista fitoquímico, os cones de lúpulo são valorizados pelos seus metabólitos secundários, incluindo alpha-ácidos e beta-ácidos (responsáveis pelo amargor e estabilidade de espuma) e óleos essenciais ricos em terpenos (responsáveis pelo aroma). A caracterização química desses compostos é fundamental, pois variações edafoclimáticas influenciam diretamente a qualidade final do produto e suas propriedades farmacológicas (Almeida, et al., 2021).

Diante deste contexto, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão bibliográfica sobre o lúpulo, abordando aspectos botânicos, geográficos, agrônômicos, químicos e farmacológicos, com ênfase nas variedades cultivadas no Brasil e nas técnicas de extração e caracterização dos extratos e óleos essenciais.

2. Metodologia

Este estudo caracteriza-se como uma revisão de literatura narrativa, de natureza interpretativa e qualitativa. O levantamento bibliográfico foi conduzido por meio de consultas a

bases de dados científicas de alta relevância, incluindo Scopus, Web of Science, PubMed, Google Scholar, Scielo e o banco de teses da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A estratégia de busca fundamentou-se na utilização de unitermos estruturantes e palavras-chave relacionadas ao tema, nos idiomas português e inglês. Os principais descritores aplicados nas buscas, de forma isolada ou combinada, foram: "lúpulo", "*Humulus lupulus*", "pharmacological activities", "essential oil activities", "traditional use", "composição química" e "propriedades biológicas".

Como critério de inclusão para a construção do referencial teórico, foram selecionadas preferencialmente produções científicas (artigos, teses e dissertações) publicadas nos últimos cinco anos. Esse recorte temporal foi estabelecido para garantir a contemporaneidade e a validade científica dos dados levantados, especialmente no que tange aos recentes avanços na caracterização agrônoma, fitoquímica e farmacológica da cultura.

3. Caracterização botânica

3.1 Classificação taxonômica e sinônimas

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é uma angiosperma dioica, trepadeira e perene, pertencente à ordem Rosales e à família Cannabaceae (Carbone; Gervasi, 2022). Embora classificações clássicas descrevessem a família Cannabaceae como contendo apenas os gêneros *Humulus* e *Cannabis*, estudos filogenômicos recentes e a reclassificação pelo sistema APG (Angiosperm Phylogeny Group) expandiram o grupo. Atualmente, a família engloba cerca de 10 gêneros (incluindo *Celtis*, *Trema* e *Pteroceltis*) e mais de 100 espécies, baseando-se em evidências moleculares e morfológicas (Fu et al., 2023; Jin et al., 2020).

Morfologicamente, as plantas do gênero *Humulus* são descritas como lianas volúveis e mesófitas, caracterizadas pela presença de tricomas glandulares (lupulina) ricos em resinas e óleos essenciais nas inflorescências femininas (Watson; Dallwitz, 1992; Piasecki et al., 2023). O gênero é constituído por três espécies principais, distintas por suas características geográficas e fitoquímicas, *humulus lupulus* L.: Espécie de maior valor comercial, nativa da Europa, Ásia Ocidental e América do Norte, *humulus yunnanensis* Hu: Espécie endêmica da província de Yunnan, na China e *humulus scandens* (Lour.) Merr. (sin. *Humulus japonicus* Siebold & Zucc.): Conhecido como lúpulo japonês, nativo do Leste Asiático (POWO, 2024).

No que tange à nomenclatura, o *Humulus lupulus* possui diversos sinônimos científicos registrados em bases de dados taxonômicos, refletindo o histórico de revisões botânicas. De acordo com o *Plants of the World Online* (POWO, 2024), as principais sinonímias aceitas para a espécie incluem; *cannabis lupulus* (L.) Scop, *Lumulus volubilis* Salisb, *humulus vulgaris* Gilib, *lupulus amarus* Gilib, *Lupulus communis* Gaertn, *lupulus humulus* (L.) Mill, *Lupulus scandens* Lam.

A correta identificação dessas sinonímias é crucial para a precisão em revisões sistemáticas e no melhoramento genético, evitando ambiguidades na literatura científica global.

4. Descrição Botânica e Morfológica

As variedades de lúpulo apresentam distinções genéticas e morfológicas marcantes, reflexo de sua evolução geográfica. Estudos filogeográficos indicam que, embora o lúpulo selvagem da América do Norte e do Japão compartilhe semelhanças morfológicas que sugerem uma ancestralidade comum, ambos diferem significativamente das linhagens europeias (Tembrock et al., 2016). Comercialmente e geneticamente, os cultivares são frequentemente categorizados em dois grandes grupos: o grupo Europeu ("Velho Mundo") e o grupo Americano/Asiático ("Novo Mundo"), cada um com perfis fitoquímicos distintos (Sposito et al., 2019; Carbone; Gervasi, 2022).

Estruturalmente, o *Humulus lupulus* é uma planta trepadeira herbácea constituída por duas partes principais: uma porção aérea anual e renovável, e um sistema radicular perene. O sistema subterrâneo é formado por um rizoma (caule modificado) que atua como órgão de reserva, permitindo a sobrevivência da planta no inverno e a rebrota vigorosa na primavera (Piasecki et al., 2023). A parte aérea é composta por hastes volúveis (bines) que podem atingir entre 7 e 9 metros de altura durante o ciclo vegetativo (Heale et al., 1989; Durello et al., 2019).

Durante o crescimento, a planta utiliza um mecanismo de heliotropismo, girando no sentido horário para envolver o suporte. Diferente de outras trepadeiras que utilizam gavinhas, o lúpulo se fixa por meio de tricomas rígidos em forma de gancho (pelos cistolíticos) presentes ao longo do caule, que garantem a ancoragem mecânica (Neve, 1991; Marcos et al., 2011).



Figura 1: Representação das estruturas vegetativas de *Humulus lupulus*: folhas, cones e ramos laterais. (Fonte: Os autores)

O desenvolvimento da planta ocorre em duas fases verticais distintas. Inicialmente, as gemas do rizoma dão origem aos caules principais, que crescem verticalmente e sofrem lignificação parcial na base. Posteriormente, surgem as ramificações laterais a partir dos nós do caule principal. É nessas ramificações laterais que se desenvolvem as inflorescências (cones), tornando essencial o tutoramento vertical adequado para maximizar a exposição solar e a produção floral (Dodds, 2017; Aquino et al., 2019).

Em relação à biologia reprodutiva, o gênero *Humulus* é predominantemente dioico, caracterizado pela separação física entre indivíduos masculinos e femininos, com polinização anemófila. Para a produção cervejeira comercial, no entanto, cultivam-se exclusivamente plantas femininas visando evitar a fecundação; a presença de sementes nos cones é indesejável, pois estas contêm lipídios que, ao oxidarem, afetam negativamente a estabilidade da espuma e provocam *off-flavors* na cerveja (Briggs et al., 2004). Casos de monoiccia (flores masculinas e femininas na mesma planta) são raros e geralmente indesejados no cultivo comercial (Unger, 2004).

5. Distribuição Geográfica e Requisitos Edafoclimáticos

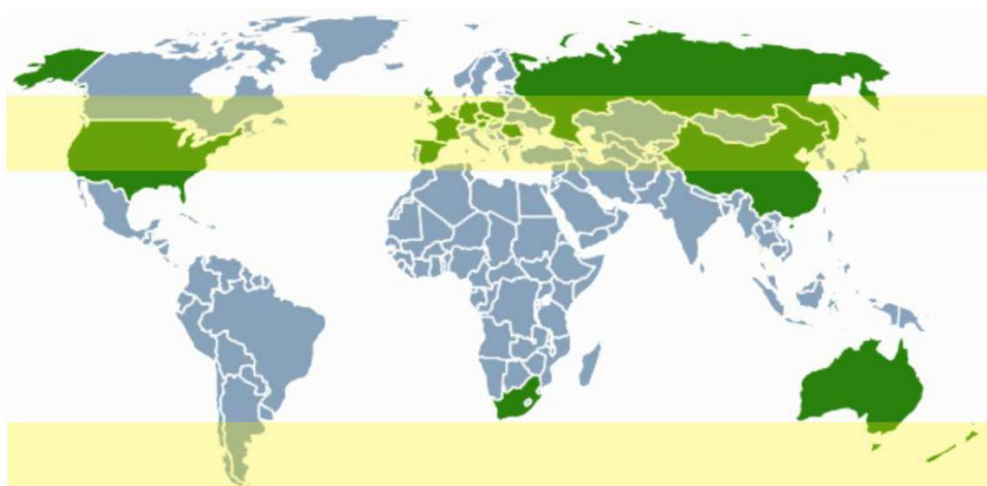
Fitogeograficamente, o *Humulus lupulus* L. é uma espécie nativa de regiões de clima temperado do Hemisfério Norte, abrangendo áreas da Ásia Ocidental, Europa e América do Norte. A planta prospera em zonas onde as estações do ano são bem definidas, exigindo verões quentes para o desenvolvimento vegetativo e invernos rigorosos para a indução da dormência (vernalização), essencial para a brotação subsequente (Rossini et al., 2021).

Tradicionalmente, o cultivo comercial de lúpulo concentra-se entre as latitudes 35° e 55° nos hemisférios Norte e Sul. Esta faixa latitudinal fornece o fotoperíodo ideal (dias longos no

verão) necessário para a indução do florescimento (Almeida; Conto, 2024). Historicamente, as maiores áreas de produção situavam-se no Sudeste da Inglaterra, na região de Hallertau (Alemanha) e na antiga Tchecoslováquia.

No cenário econômico atual, a produção mundial é altamente polarizada. De acordo com o relatório de mercado da BarthHaas (2024), os Estados Unidos e a Alemanha permanecem como os líderes incontestáveis. Os EUA lideram em área cultivada (aproximadamente 22.500 hectares, focados no estado de Washington/Vale do Yakima), seguidos pela Alemanha (aprox. 20.600 hectares), que juntos respondem por mais de 70% do lúpulo colhido globalmente.

Figura 2: Mapa global dos principais produtores de lúpulo, destacando a concentração no Hemisfério Norte e áreas emergentes.



(Fonte: Adaptado de Guimarães; Evaristo; Ghesti, 2021)

Embora a planta seja descrita como exigente em baixas temperaturas para a quebra de dormência, avanços agronômicos recentes têm permitido a expansão da cultura para regiões subtropicais e tropicais, fora da faixa tradicional de 35-55°, inclusive no Brasil. Nesses novos terroirs, o manejo envolve técnicas de suplementação luminosa e indução de dormência controlada (Almeida; Conto, 2024; Bernardi et al., 2024).

Em relação às condições edáficas, o lúpulo requer solos profundos, bem drenados e ricos em matéria orgânica, com pH variando preferencialmente entre 5,7 e 7,5. Solos encharcados são prejudiciais ao sistema radicular profundo da planta (Rossini et al., 2021; Jezek et al., 2013).

É fundamental destacar que a localização geográfica exerce influência direta sobre o perfil fitoquímico da planta, um conceito conhecido como *Terroir*. Estudos indicam que a biossíntese de metabólitos secundários especificamente os ácidos amargos (alpha e beta-ácidos) e os óleos essenciais acumulados nas glândulas de lupulina varia significativamente dependendo das condições de solo, radiação e temperatura de cada região. Assim, uma mesma variedade

genética cultivada na Alemanha e no Brasil pode apresentar perfis sensoriais distintos (Herkenhoff; Brödel; Frohme, 2024; Duarte et al., 2023).

6. Uso do Lúpulo na Medicina Popular e Etnofarmacologia

Historicamente, o lúpulo tem sido empregado em diversas culturas como um recurso terapêutico versátil. Dados etnofarmacológicos, resumidos na **Tabela 1**, Evidencia-se o uso predominante de inflorescências femininas no combate a distúrbios do sistema nervoso central, como ansiedade e insônia. Exemplo disso observa-se em Modena (Itália), onde preparações tradicionais incluem infusões, tinturas e travesseiros de lúpulo. Estudos recentes corroboram essas práticas, correlacionando a eficácia sedativa à ação dos ácidos amargos e do óleo essencial, que atuam como moduladores dos receptores GABA (Belal et al., 2024).

Além da atividade sedativa e hipnótica, o lúpulo apresenta aplicações relevantes na saúde da mulher. Devido à presença de fitoestrógenos potentes, como a 8-prenilnaringenina, extratos da planta são utilizados para o alívio de sintomas do climatério e menopausa (Pohjanvirta; Nasri, 2022). Outras aplicações tradicionais relatadas na literatura incluem o uso do lúpulo como digestivo e no tratamento de distúrbios hepáticos. Recentemente, investigações científicas, incluindo estudos etnofarmacológicos na Letônia e em outras regiões da Europa, têm explorado seu potencial como agente antiparasitário, bem como validado seu uso analgésico no alívio de dores nevrálgicas e odontológicas (Karabín et al., 2016)

7. Aplicações Alimentícias e Nutracêuticas

Embora a aplicação predominante do *H. lupulus* seja na indústria cervejeira onde os cones conferem amargor, aroma e atuam como conservante natural devido à atividade bacteriostática contra Gram-positivas (Piasecki et al., 2023) —, a planta possui usos alimentícios diversificados descritos na Tabela 2.

Em diversas regiões da Europa, como Bélgica e Espanha, os brotos jovens do lúpulo (conhecidos como *turions*) são colhidos na primavera e consumidos como iguaria gastronômica, preparados de forma similar aos aspargos ("hop asparagus"). Esses brotos são valorizados não apenas pelo sabor, mas pelo baixo valor calórico e perfil rico em fibras (Rossini et al., 2021). Além disso, o lúpulo tem sido investigado como ingrediente funcional na panificação (melhorando a reologia da massa) e como conservante natural em produtos cárneos, substituindo aditivos sintéticos (Rosa; Lannes, 2024).

8. Usos Cosméticos, Industriais e Domésticos

Além das propriedades alimentícias e medicinais, o lúpulo apresenta versatilidade em aplicações industriais e domésticas (Tabela 3). Na indústria cosmética, extratos ricos em xantohumol e polifenóis são incorporados em loções, desodorantes e produtos capilares, explorando suas atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas, úteis no controle de odores corporais e na proteção da pele contra o envelhecimento precoce (Karabín et al., 2016).

Etnobotanicamente, registros indicam o uso das fibras do caule (bines) na Suécia para a confecção de tecidos e cordas, uma alternativa sustentável de fibra têxtil. Na agricultura, a biomassa residual da colheita é frequentemente reaproveitada como forragem animal ou compostagem para adubação, fechando o ciclo produtivo (Rossini et al., 2021). Em regiões como a Califórnia e Rússia, variedades específicas também são valorizadas para fins ornamentais e na produção de corantes naturais.

Tabela 1: Aspectos etnofarmacológicos de *Humulus lupulus*

Principais usos	Origem	Variedade	Tipo de preparação	Parte da planta	Referência
Ansiedade, Insônia e estresse	Modena, Italia	Lúpulo Selvagem	Infusão,cápsulas, tintura	Flor feminina	Wilson 1975; Zanolli e Zavatti, 2008; Chattopadhyay, 2010
Sedativo, hipnótico, antiespasmódico	Não informado	Lúpulo selvagem	Xarope, decocção, chá	Flor feminina	Franco et al., 2012 ;Van Cleemput et al. 2009.
Alívio dos sintomas da menopausa	Não informado	Não informado	Extratos da planta	Cones	Dietz et. al (2016); Keiler et al., 2015; Chadwick et al., 2016.
Distúrbios hepáticos (porfíria) cancro, diabetes mellitus, osteoartrite, osteoporose e doenças cardiovasculares	Bélgica	Não informado	não informado	Cones	Duque 1983; Van Cleemput et al., 2009
Vermicida; antiparasitário	Jelgava, Latvia	Não informado	não informado	todas das partes	Klaviya et al. 2021
Dor de dente, dor de ouvido, neuralgia	Bélgica;Madrid, Ramón	Plaza Não informado	não informado	cones	Van Cleemput et al. 2009; Zanolli e Zavatti 2008; Chattopadhyay, 2010
Problemas gástricos,indigestão, apetite, Tosse, espasmos, febre, ansiedade, Dor de cabeça,inquietação	Semillas Cantueso,S.L./Espanha	Não informado	não informado	Cones	Zanolli e Zavatti 2008; Wilson, 1975; Alonso-Esteban et al. 2019; Chattopadhyay, 2010; Duque 1983; DeLyser e Kasper 1994.
Libertar o sangue de impurezas, tumores e flatulência, "aliviar o fígado e baço	Rússia	Lúpulo selvagem	não informado	cones	Edwardson 1952; Balzano e Balzano, 2014

Tabela 2: Aplicação de *Humulus lupulus* na produção de alimentos e bebidas

Principais usos	Origem	Variedade	Tipo de preparação	Parte da planta	Referência
Levedura, cerveja, pão, Aromatizante, conservante e clarificante de cerveja	Leste da África	Lúpulo selvagem	Fermentação, cozimento, aditivo decocção.	Lúpulo, cone, flor	Souza e Alves, 2021; Souza et al., 2021; DeLyser e Kasper 1994; Neve 1991; Wilson 1975
Forragem para gado, preparação de esterco	Europa	Lúpulo selvagem	Não informado	Planta inteira	Edwardson 1952
Água aromatizante, assados, tabaco	América	Lúpulo selvagem	Não informado	Estróbilo	Duque 1983
Vegetal, verdura(cozida)	Mediterrâneo, Bélgica;Espanha; Grécia	Não informado	Cozido	brotos de folha de lúpulo	Tardio et al., 2016 ;Wilson 1975; Edwardson 1952; Van Cleemput et al. 2009

Tabela 3: Aplicação do *Humulus lupulus* em produtos cosméticos e uso doméstico

Principais usos	Origem	Variedade	Tipo de preparação	Parte da planta	Referência
Desodorante , Perfumes, loções para a pele	Europa	lupulo selvagem	extrato		Wilson 1975
Enxaguante de cabelo para morenas	Rússia	Lupulo selvagem	extrato	Folhas, flores	Edwardson 1952
Planta ornamental	Califórnia	lúpulo selvagem		Planta inteira	DeLyser e Kasper 1994
Cama para gado, forragem e base de esterco				Caules	Wilson 1975; Edwardson 1975
Pano; roupa de cama; barbante; Fibra (cordas)	Suécia	lúpulo selvagem	isolamento /tecer	Caules	DeLyser e Kasper 1994;
Papel; Material de embalagem	não informado	lupulo selvagem		Caules	Duque 1983
Corante (amarelo e marrom)	Rússia	lúpulo selvagem	extrato	Folhas, flores	Wilson 1975

A análise dos dados etnofarmacológicos apresentados na Tabela 1 revela uma correlação consistente entre o conhecimento tradicional e as evidências científicas contemporâneas, demonstrando a versatilidade do *Humulus lupulus* para além da indústria cervejeira. Observa-se uma predominância do uso da planta como sedativo e ansiolítico em regiões do sul da Europa, prática que encontra respaldo na comprovada atividade dos ácidos amargos e terpenos sobre o sistema nervoso central, enquanto as aplicações citadas no norte e leste europeu para o tratamento de afecções infecciosas, hepáticas e inflamatórias (como odontalgias e parasitoses) anteciparam a validação científica do potencial antimicrobiano e antitumoral de compostos como o xantohumol e a 8-prenilnaringenina. Essa diversidade de usos, associada à variabilidade das formas de preparação alternando entre meios aquosos (infusões) e alcoólicos (tinturas) —, evidencia um domínio empírico ancestral sobre a solubilidade e a extração dos diferentes metabólitos secundários bioativos da espécie.

Os dados apresentados na Tabela 2 evidenciam a versatilidade do *Humulus lupulus* em diferentes contextos geográficos e culturais, expandindo seu potencial de aplicação para os setores alimentício e agrônomico. Observa-se que, além da função clássica na cervejaria, as propriedades antimicrobianas e aromatizantes da planta atribuídas aos ácidos amargos e terpenos justificam seu uso histórico como conservante natural e agente de sabor em panificados e assados, conforme relatado na África e nas Américas. Regionalmente, destaca-se a valorização gastronômica dos brotos jovens na Europa Mediterrânea, onde são consumidos como hortaliças ricas em fibras, enquanto o aproveitamento da biomassa vegetativa para forragem e compostagem aponta para o potencial da cultura na integração de sistemas agrícolas sustentáveis e na economia circular.

O potencial econômico do *Humulus lupulus* para além das cadeias alimentícia e farmacêutica, destacando aplicações cosméticas e industriais fundamentadas na fitoquímica e na morfologia da planta. O uso tradicional em desodorantes, perfumes e loções na Europa encontra respaldo científico nas propriedades antissépticas e antioxidantes dos polifenóis e óleos essenciais, eficazes no controle de odores e na proteção cutânea. Paralelamente, a utilização das fibras do caule para a confecção de cordas,

tecidos e papel na Suécia e Rússia evidencia a viabilidade técnica do aproveitamento da biomassa residual (bines) rica em celulose e lignina —, apontando caminhos promissores para a economia circular e o desenvolvimento de biomateriais sustentáveis a partir de resíduos da colheita.

9. Aspectos Químicos e Perfil dos Óleos Essenciais

A matriz fitoquímica dos cones de *Humulus lupulus* L. caracteriza-se por uma elevada complexidade, composta por centenas de metabólitos secundários com propriedades físico-químicas e sensoriais distintas. Para fins de análise e aplicação industrial, esses compostos são frequentemente categorizados em três frações principais: a fração de resinas totais (rica em alpha ácidos e alpha betas), a fração de polifenóis e a fração de óleos essenciais voláteis (Karabin et al., 2016; Ting; Ryder, 2017).

O óleo essencial de lúpulo, que constitui de 0,5% a 3,0% da massa seca do cone, é uma mistura complexa dominada por terpenos. Conforme detalhado nas Tabelas 4 e 5, os componentes majoritários dividem-se em duas classes estruturais; monoterpenos são representados principalmente pelo mirceno, que pode compor até 70% do volume total do óleo em certas variedades, além de compostos oxigenados como linalol e geraniol, responsáveis por notas florais e cítricas. Enquanto nos sesquiterpeno são destacados o alpha-humuleno (anteriormente conhecido como alpha-cariofileno), beta-cariofileno e beta-farneseno. A relação entre humuleno e cariofileno é frequentemente utilizada como marcador quimiotaxonômico para distinguir variedades europeias de americanas (Piasecki et al., 2023).

A composição qualitativa e quantitativa desses óleos não é estática; ela sofre variações significativas influenciadas pelo genótipo (variedade), *terroir* (local de cultivo), estágio de maturação na colheita e, crucialmente, pelo método de extração empregado.

Estudos recentes comparando técnicas de extração evidenciam essa variabilidade. Bizaj et al. (2022) demonstraram que a extração por fluido supercrítico (CO₂) tende a preservar maiores teores relativos de linalol, beta-cariofileno e alpha-humuleno na cultivar Aurora, enquanto a extração utilizando propano favoreceu a recuperação de mirceno, farneseno e beta-selineno. Corroborando a importância da variabilidade varietal, Piasecki et al. (2023) analisaram cultivares polonesas (Iunga, Marynka, Sybilla, entre outras) e identificaram uma alta prevalência de hidrocarbonetos monoterpênicos

(mirceno) e sesquiterpênicos (alpha-humuleno e beta-cariofileno) como a "impressão digital" química dessas variedades, correlacionando essa composição diretamente com a atividade antimicrobiana observada.

Tabela 4. Principais constituintes encontrados nos cones secos de *Humulus lupulus*

Constituinte	Teor Médio (% m/m)	Função/Importância
Celulose e Lignina	40,0 – 50,0	Estrutura vegetativa (biomassa)
Proteínas	12,0 – 20,0	Estabilidade de espuma e turbidez
Resinas Totais	15,0 – 30,0	Frações de amargor e conservantes
<i>alpha-ácidos</i>	2,0 – 19,0	Amargor principal (<i>Humulona</i>)
<i>beta-ácidos</i>	2,0 – 10,0	Atividade antimicrobiana (<i>Lupulona</i>)
Água (Umidade)	8,0 – 12,0	Estabilidade de armazenamento
Cinzas (Minerais)	8,0 – 10,0	Nutrientes inorgânicos
Polifenóis (Taninos)	3,0 – 6,0	Antioxidantes e corpo da cerveja
Óleos Essenciais	0,5 – 3,0	Aroma e sabor
Lipídios e Ceras	~ 3,0	Proteção e integridade do cone
Monossacarídeos/Pectinas	~ 2,0	Carboidratos simples

Fonte: Adaptado de Carbone; Gervasi, (2022) e Almeida e Conto (2024).

Tabela 5. Faixa de concentração e origem geográfica dos compostos majoritários identificados no óleo essencial de *Humulus lupulus* L. (Extração por Hidrodestilação e análise por CG-EM).

Composto Majoritário	Faixa de Conc. (% de Área)	Variedades Citadas	Origens Geográficas	Referências
Mirceno (Monoterpeno)	9,40 – 69,60	Aurora, Cascade, Chinook, Iunga, Marynka, Magnum, Nugget, Tradition	Argentina, Eslovênia, França, Itália, Polônia	Bizaj et al. (2022); Piasecki et al. (2023); Ovidi et al. (2022)
beta-Cariofileno (Sesquiterpeno)	8,58 – 14,99	Aurora, Cascade, Chinook, Iunga, Marynka, Magnum, Nugget, Tradition	Brasil, Eslovênia, França, Itália, Polônia	Bizaj et al. (2022); Piasecki et al. (2023); Almeida et al. (2021)
alpha-Humuleno (Sesquiterpeno)	13,80 – 38,00	Aurora, Cascade, Chinook, Iunga, Marynka, Magnum, Nugget	Argentina, Brasil (Itu), Eslovênia, Itália, Polônia	Piasecki et al. (2023); Kowalska et al. (2022); Almeida et al. (2021)

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Piasecki et al. (2023), Bizaj et al. (2022) e Almeida et al. (2021).

10. Composição Química dos Extratos: Polifenóis e Fração Polar

Diferente do óleo essencial (fração volátil), os extratos de lúpulo obtidos por solventes polares (como etanol ou metanol) concentram uma vasta gama de compostos fenólicos não voláteis, fundamentais para a estabilidade antioxidante e propriedades bioativas da planta. Estima-se que os polifenóis constituam cerca de 3% a 6% da biomassa seca do cone, dividindo-se em três classes principais: ácidos fenólicos, flavonoides (glicosídeos) e prenilflavonoides (Biendl et al., 2014).

A diversidade química encontrada nesses extratos é detalhada na Tabela 6. Estudos de caracterização fitoquímica identificam consistentemente a presença de ácidos como o ferúlico, gálico e cafeico, além de flavonoides conhecidos como catequina, epicatequina, rutina e quercetina. Esses compostos atuam sinergicamente, contribuindo para o "corpo" da cerveja e prevenindo a oxidação precoce da bebida.

Tabela 6. Classificação dos principais compostos fenólicos identificados em extratos de *Humulus lupulus*.

Classe Química	Principais Identificados	Compostos	Importância Biológica/Industrial
Ácidos Fenólicos	Ácido ferúlico, ácido gálico, ácido cafeico, ácido p-cumárico, ácido protocatecuico, ácido vanílico, ácido siríngico.		Atividade antioxidante direta; precursores de aroma.
Flavonoides	Catequina, epicatequina, rutina, quercetina, caempferol, morina.		Adstringência (palatabilidade), proteção cardiovascular e estabilidade coloidal.
Prenilflavonoides	Xantohumul , isoxantohumul, 8-prenilnaringenina, desmetilxantohumul.		Atividade antitumoral, fitoestrogênica e antimicrobiana.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Carbone; Gervasi, (2022) e Piasecki et al. (2023).

Dentre os constituintes do extrato, o xantohumul destaca-se como o polifenol mais abundante e exclusivo do lúpulo, representando 80-90% dos flavonoides totais da planta. Trata-se de uma chalcona prenilada que, sob condições de processamento térmico (fervura do mosto) e pH elevado, sofre uma reação de ciclização, isomerizando-se em isoxantohumul (Piasecki et al., 2023). Embora o isoxantohumul seja mais solúvel em meio aquoso, a preservação do xantohumul na sua forma original é desejável em

aplicações farmacológicas devido à sua potente atividade antitumoral e anti-inflamatória, superior à de seus isômeros (Almeida; Conto, 2024).

É crucial notar que o perfil quantitativo desses compostos varia drasticamente conforme a variedade e o método de extração. Pesquisas recentes comparando cultivares como Cascade, Magnum e Sybilla demonstram que variedades aromáticas tendem a apresentar perfis de flavonoides distintos das variedades de amargor. Além disso, extratos etanólicos têm demonstrado maior eficiência na recuperação de xantohumol e ácidos amargos em comparação a extratos puramente aquosos, devido à natureza lipofílica das resinas e prenilflavonoides (Piasecki et al., 2023).

11. Aspectos Farmacológicos de *Humulus lupulus*

A complexidade fitoquímica do *Humulus lupulus* traduz-se em um amplo espectro de atividades biológicas. Os metabólitos secundários da planta atuam de forma isolada ou sinérgica, sendo as frações de resinas (ácidos amargos) e polifenóis (prenilflavonoides) as mais relevantes do ponto de vista terapêutico. Revisões recentes classificam as atividades farmacológicas do lúpulo em quatro eixos principais: sedativa, antimicrobiana, estrogênica e quimiopreventiva (Singh; Mathur 2024).

11.1. Atividade Sedativa e Ansiolítica

A propriedade sedativa do lúpulo é reconhecida historicamente. Relatos antigos descreviam a sonolência em trabalhadores rurais durante a colheita, fenômeno inicialmente atribuído apenas ao aroma volátil. Estudos modernos confirmam que essa atividade deriva de uma ação combinada: os α -ácidos, ao sofrerem degradação oxidativa, geram o composto volátil 2-metil-3-buten-2-ol, que atua no sistema nervoso central modulando receptores GABAérgicos. Adicionalmente, o óleo essencial rico em mirceno e humuleno contribui para o efeito relaxante e hipnótico, validando o uso etnofarmacológico em distúrbios do sono e ansiedade (Benkherouf, et al., 2020).

11.2. Atividade Antimicrobiana

Os ácidos amargos (α e β -ácidos) e o xantohumol demonstram potente atividade bacteriostática e bactericida, especialmente contra bactérias Gram-positivas. Piasecki et al. (2023) demonstraram que extratos de variedades como *Iunga* e

Sybilla apresentam concentração inibitória mínima (MIC) eficaz contra cepas de *Staphylococcus aureus* (incluindo MRSA) e *Micrococcus luteus*. O mecanismo de ação envolve a interferência na permeabilidade da membrana celular bacteriana e no transporte de nutrientes, tornando os extratos de lúpulo alternativas promissoras para conservantes naturais e agentes antissépticos.

11.3. Potencial Fitoestrogênico

O lúpulo é fonte da **8-prenilnaringenina (8-PN)**, considerado o fitoestrógeno mais potente conhecido na natureza. Estudos *in vitro* e *in vivo* indicam que a 8-PN mimetiza a ação do estrogênio endógeno, ligando-se aos receptores estrogênicos (ER α e ER β). Essa propriedade fundamenta o uso de extratos padronizados para o alívio de sintomas do climatério (ondas de calor) e na prevenção da osteoporose pós-menopausa (Štulíková, et al., 2018).

11.4. Atividade Antiproliferativa e Antitumoral

O composto **Xantohumol (XH)** e seus derivados (isoxantohumol e xantohumol C) têm sido extensivamente investigados por seu potencial quimiopreventivo e antitumoral "broad-spectrum" (amplo espectro).

Pesquisas seminais (Miranda et al., 1999; Tobe et al., 1997), demonstraram a eficácia do XH na inibição da proliferação de diversas linhagens tumorais humanas como o câncer de mama (MCF-7, T47-D): Indução de apoptose com valores de CE-50 inferiores a 10 μ M, o câncer de cólon (HT-29): Inibição do crescimento celular e indução de morte programada e câncer de próstata (PC-3, DU145): Ação antiproliferativa atribuída ao XH e ao desmetilxantohumol (DMX).

Os mecanismos moleculares propostos incluem a inibição da angiogênese (formação de novos vasos sanguíneos) (Teleanu et al., 2019), a indução de apoptose via ativação de caspases (Pistrutto et al., 2016) e a modulação de enzimas de desintoxicação (como a NQO1) através da via Keap1-Nrf2 (Tonelli et al., 2018). Embora os dados *in vitro* sejam promissores, a comunidade científica ressalta a necessidade de mais ensaios clínicos em humanos para determinar a biodisponibilidade e dosagem segura desses compostos (Butler, 2004)

12. Conclusão

A presente revisão bibliográfica evidenciou que o *Humulus lupulus* L. transcende sua função tradicional como insumo cervejeiro, consolidando-se como uma matriz vegetal de alto valor biotecnológico e farmacológico. A análise dos aspectos botânicos e geográficos demonstrou a adaptabilidade da cultura, que, embora nativa de regiões temperadas, vem sendo adaptada com sucesso a climas subtropicais, incluindo regiões do Brasil, expandindo as fronteiras produtivas globais.

Do ponto de vista químico, a planta apresenta uma complexidade notável, onde resinas (ácidos amargos), óleos essenciais (terpenos) e polifenóis (xantohumol e 8-prenilnaringenina) atuam como potentes agentes bioativos. As evidências farmacológicas compiladas confirmam o potencial terapêutico dessas frações no tratamento de distúrbios do sono, infecções bacterianas, sintomas da menopausa e na quimioprevenção do câncer.

Conclui-se que, para o cenário brasileiro, o desafio reside agora na caracterização fitoquímica das variedades nacionais e na padronização dos extratos, visando não apenas a autossuficiência da indústria cervejeira, mas o desenvolvimento de fitoterápicos e alimentos funcionais inovadores. O lúpulo revela-se, portanto, uma cultura promissora que demanda investimento contínuo em pesquisa agrônômica e clínica para sua plena valorização econômica e medicinal.

13. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, A. R. et al. Chemical Composition and Yield of Brazilian Hops (*Humulus lupulus* L.) Grown Under Subtropical Conditions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 101, n. 8, p. 3255-3263, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/219170>.

ALMEIDA, A. R. et al. Bioactive compounds from hops (*Humulus lupulus* L.) and their potential for the development of functional foods. **Journal of Food Science**, v. 87, n. 5, 2022.

ALMEIDA, A. R.; CONTO, L. Lúpulo no Brasil: Uma cultura promissora em ascensão. **Food Science Today**, v. 3, n. 1, 2024. Disponível em: <https://journals.royaldataset.com/fst/article/view/65>.

ALONSO-ESTEBAN, J. I. et al. Phenolic composition and antioxidant, antimicrobial and cytotoxic properties of hop (*Humulus lupulus* L.) Seeds. **Industrial Crops and Products**, v. 134, p. 154-159, 2019.

AQUINO, A. et al. **A cultura do lúpulo**. Curitiba: Editora Appris, 2019.

BALZANO, O.; BALZANO, C.; BALZANO, O. **Cromoterapia vol. II**: Tratamento para mais de 100 doenças. v. 2. São Paulo: LeBooks Editora, 2014.

BARTHHAAS. **The BarthHaas Report 2023/2024**: Hops and Beer. Nuremberg: BarthHaas Group, 2024. Disponível em: <https://www.barthhaas.com/company/news/news-article/bh/barthhaas-report-2023-2024>.

BEHRE, K.-E. The history of beer additives in Europe—first review. **Vegetation History and Archaeobotany**, v. 8, p. 35–48, 1999. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02042841>.

BELAL, A. et al. Exploring the sedative properties of natural molecules from hop cones (*Humulus lupulus*) as promising natural anxiolytics through GABA receptors and the human serotonin transporter. **Frontiers in Chemistry**, v. 12, art. 1425485, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fchem.2024.1425485>.

BENKHEROUF, A. Y. et al. Humulone Modulation of GABA_A Receptors and Its Role in Hops Sleep-Promoting Activity. **Frontiers in Neuroscience**, v. 14, art. 594708, 2020. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/neuroscience/articles/10.3389/fnins.2020.594708/full>.

BERNARDI, B. et al. Agronomic performance of hop cultivars in subtropical conditions in Brazil. **Scientific Reports**, v. 14, 2024.

BIENDL, M. et al. **Hops and Hop Products**. Nuremberg: Fachverlag Hans Carl, 2014. Disponível em: <https://www.carllibri.com/Hops/en>.

BIZAJ, E. et al. Extraction of Hop Essential Oil using Different Solvents: Characterization and Comparison. **Plants**, v. 11, n. 15, 2022.

BOCQUET, L. et al. *Humulus lupulus* L., a very popular beer ingredient and medicinal plant: overview of its phytochemistry, its bioactivity, and its biotechnology. **Phytochemistry Reviews**, v. 17, n. 5, p. 1047–1090, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11101-018-9584-y>.

BRIGGS, D. E. et al. **Brewing: Science and Practice**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/book/9781855734906/brewing>.

BUTLER, M. S. The role of natural product chemistry in drug discovery. **Journal of Natural Products**, v. 67, n. 12, p. 2141–2153, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/np040106y>.

CARBONE, K.; GERVASI, F. *Humulus lupulus* L.: A “Bitter” Opportunity for the Development of Functional Foods and Nutraceuticals. **Applied Sciences**, v. 12, n. 13, p. 6418, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/13/6418>.

CHADWICK, L. R.; PAULI, G. F.; FARNSWORTH, N. R. The pharmacognosy of *Humulus lupulus* L. (hops) with an emphasis on estrogenic properties. **Phytomedicine**, v. 13, n. 1-2, p. 119-131, 2006.

CHATTOPADHYAY, D. (ed.). **Ethnomedicine: a source of complementary therapeutics**. Kerala: Research Signpost, 2010.

DELYSER, D. Y.; KASPER, W. J. Cerveja lupulada: o caso do cultivo. **Botânica Econômica**, v. 48, p. 166–170, 1994.

DIETZ, B. M. et al. Botanicals and Their Bioactive Phytochemicals for Women's Health. **Pharmacological Reviews**, v. 68, n. 4, p. 1026-1073, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1124/pr.115.010843>.

DODDS, A. **Hops: A Guide for the Grower**. 2. ed. Ramsbury: The Crowood Press, 2017.

DUARTE, L. M. et al. The effect of terroir on the chemical composition of hops. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 115, 2023.

DUKE, J. A. **Manual de culturas energéticas**. 1983. Disponível em: https://hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy. Acesso em: 22 jun. 2021.

DURELLO, A. C.; SILVA, C. B.; BOGUSZ JR, S. Produção e mercado de lúpulo no Brasil. **Revista da Cerveja**, 2019.

EDWARDSON, J. R. Lúpulo Sua botânica, história, produção e utilização. **Botânica Econômica**, v. 6, p. 160–175, 1952.

FRANCO, L. et al. The sedative effect of non-alcoholic beer in healthy female nurses. **PLoS ONE**, v. 7, n. 7, p. e37290, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0037290>.

FU, X.-G. et al. Phylogenomic analysis of the hemp family (Cannabaceae) reveals deep cyto-nuclear discordance and provides new insights into generic relationships. **Journal of Systematics and Evolution**, v. 61, n. 5, p. 806-826, 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jse.12920>.

GUIMARÃES, A. C.; EVARISTO, R. B. W.; GHESTI, G. F. Panorama da produção de lúpulo no mundo e perspectivas para o Brasil. **Cadernos de Prospecção**, v. 14, n. 2, p. 557, 2021.

HEALE, J. B. et al. Hops. In: **Pathogenesis and Host Specificity in Plant Diseases**. Oxford: Pergamon Press, 1989.

HERKENHOFF, M. E.; BRÖDEL, O.; FROHME, M. Hops across Continents: Exploring How Terroir Transforms the Aromatic Profiles of Five Hop (*Humulus lupulus*) Varieties Grown in Their Countries of Origin and in Brazil. **Plants**, v. 13, n. 19, p. 2675, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/13/19/2675>.

HORNSEY, I. S. **A History of Beer and Brewing**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2003. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/ebook/978-0-85404-630-0>.

JEZEK, J. et al. **Hop Cultivation**. Zatec: Hop Research Institute, 2013.

JIN, J. J. et al. Plastid phylogenomics provides new insights into the classification and evolution of Cannabaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 192, n. 2, p. 268-282, 2020.

KARABÍN, M. et al. Biologically Active Compounds from Hops and Prospects for Their Use. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 15, n. 3, p. 542–567, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12201>.

KEILER, A. M.; SCHRÖDER, A.; ZIERAU, O. Hop (*Humulus lupulus*) and its postmenopausal estrogenic activity: In vitro and in vivo evidence. **Planta Medica**, v. 81, n. 12-13, p. 1105–1112, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0035-1546103>.

KĻAVIŅA, A. et al. Traditional Latvian herbal medicinal plants used to treat parasitic infections in small ruminants: a revision. **Veterinary World**, v. 14, p. 1548–1558, 2021. DOI: <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.1548-1558>.

MARCOS, F. C. A. et al. **Lúpulo: a nova cultura brasileira**. Botucatu: FEPAF, 2011.

MIRANDA, C. L. et al. Antiproliferative and cytotoxic effects of prenylated flavonoids from hops (*Humulus lupulus*) in human cancer cell lines. **Food and Chemical Toxicology**, v. 37, n. 4, p. 271-285, 1999.

NEVE, R. A. **Hops**. Londres: Chapman and Hall, 1991.

PIASECKI, B.; BIERNASIUK, A.; LUDWICZUK, A. Anti-Coccal Activity and Composition of the Essential Oils and Methanolic Extracts Obtained from Brewing Quality *Humulus lupulus* L. Hop Pellets. **Pharmaceuticals**, v. 16, n. 8, p. 1098, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8247/16/8/1098>.

PISTRITTO, G. et al. Apoptosis as anticancer mechanism: function and dysfunction of its modulators and targeted therapeutic strategies. **Aging**, v. 8, n. 4, p. 603–619, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.18632/aging.100934>.

POHJANVIRTA, R.; NASRI, A. The potent phytoestrogen 8-prenylnaringenin: a friend or a foe? **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, n. 6, p. 3168, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/23/6/3168>.

POWO. **Humulus lupulus L.** Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. 2024. Disponível em: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:303502-2>.

RAI, R. et al. A Review on Cultivation of Hop Shoots (*Humulus lupulus*): An Emerging High-Value Crop. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 34, n. 22, p. 42-53, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.9734/ijpss/2022/v34i2231364>.

ROSA, R. S.; LANNES, S. C. S. Hop extracts and their utilizations: perspectives based on the last 10 years of research. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 60, e23905, 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjps/a/HMFmPF6dGtrPSHScLwKVZjP/>.

ROSSINI, F. et al. Hops (*Humulus lupulus* L.) as a Novel Multipurpose Crop for the Mediterranean Region of Europe: Challenges and Opportunities of Their Cultivation. **Agriculture**, v. 11, n. 6, p. 484, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture11060484>.

SINGH, T.; MATHUR, A. *Humulus lupulus*, Plant of Economic and Therapeutic Importance. **Current Applied Science and Technology**, v. 24, n. 5, p. e0258585, 2024. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/380272099_Humulus_lupulus_Plant_of_Economic_and_Therapeutic_Importance.

SMALL, E. Hop (*Humulus lupulus*) – a bitter crop with sweet prospects. **Biodiversity**, v. 17, n. 3, p. 115-127, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14888386.2016.1199327>.

SOUZA, A. A. et al. Local Knowledge in a Modern Context: The Processing of Piassava Fiber by Enslaved and Free Afro-Descendants in Southern Bahia, Brazil. **Economic Botany**, v. 75, n. 3, p. 203–215, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12231-021-09528-1>.

SOUZA, A. M.; ALVES, R. R. N. Etnobotânica de plantas alimentícias no semiárido brasileiro. **Economic Botany**, v. 75, n. 3, p. 203-215, 2021.

SPOSITO, M. B. et al. **A cultura do lúpulo**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2019. (Série Produtor Rural, n. 66).

ŠTULÍKOVÁ, K. et al. Therapeutic Perspectives of 8-Prenylnaringenin, a Potent Phytoestrogen from Hops. **Molecules**, v. 23, n. 3, p. 660, 2018. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/23/3/660>.

TARDÍO, J. et al. Monografias etnobotânicas e de composição alimentar de plantas silvestres comestíveis selecionadas do Mediterrâneo. *In*: TARDÍO, J. et al. **Plantas comestíveis selvagens mediterrânicas**. [S. l.: s. n.], 2016. p. 273-470.

TELEANU, R. I. et al. Tumor Angiogenesis and Anti-Angiogenic Strategies for Cancer Treatment. **Journal of Clinical Medicine**, v. 9, n. 1, p. 84, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jcm9010084>.

TEMBROCK, L. R. et al. Phylogeography of the wild hop *Humulus lupulus* L. **Heredity**, v. 117, p. 1-11, 2016.

TING, P.; RYDER, D. The Bitter, Twisted Truth of the Hop: 50 Years of Hop Chemistry. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, v. 75, n. 3, p. 161-180, 2017.

TOBE, H. et al. Apoptosis to Human Monoblastic Leukemia Cells by Humulone, a Bitter in the Hop. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 61, n. 6, p. 1027-1029, 1997.

TONELLI, C.; CHIO, I. I. C.; TUVESON, D. A. Transcriptional Regulation by Nrf2. **Antioxidants & Redox Signaling**, v. 29, n. 17, p. 1727-1745, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1089/ars.2017.7342>.

UNGER, R. W. **Beer in the Middle Ages and the Renaissance**. Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 2004. Disponível em: <https://www.pennpress.org/9780812219999/beer-in-the-middle-ages-and-the-renaissance/>.

VAN CLEEMPUT, M. et al. Bitter acids derived from hops (*Humulus lupulus*) as multipotent bioactive compounds. **Journal of Natural Products**, v. 72, n. 7, p. 1220-1230, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1021/np800740m>.

VAN HOLLE, A. et al. The impact of the growing area on the alpha-acid content and essential oil composition of distinct hop varieties. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 123, n. 4, p. 517-523, 2017.

WATSON, L.; DALLWITZ, M. J. **The families of flowering plants**: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. 1992 (Versão atualizada em 2024).

WILSON, D. G. Restos de plantas do barco Graveney e da história inicial de *Humulus lupulus* L. no oeste da Europa. **Novo Fitólogo**, v. 75, n. 3, p. 627-648, 1975. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1975.tb01429.x>.

ZANOLI, P.; ZAVATTI, M. Pharmacognostic and pharmacological profile of *Humulus lupulus* L. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 116, n. 3, p. 383-396, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.12.011>.

CAPÍTULO II

ANÁLISE DO INVESTIMENTO E CUSTOS DA PRODUÇÃO DE LÚPULO NA REGIÃO DE ARENITO CAIUÁ

Publicado: 29-11-2024

DOI: [10.25110/receu.v25i1.2024-11656](https://doi.org/10.25110/receu.v25i1.2024-11656)



¹Ricardo Botelho Camargo

²Gabriela Catuzo Canonico Silva

³José Júnior Severino

⁴Max Emerson Rickli

⁵Kenny Tsuyoshi Sakane

⁶Ana Daniela Lopes

⁷João Paulo Francisco

⁸Zilda Cristiani Gazim

RESUMO:

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é uma cultura antiga difundida em grande parte do mundo. O uso do lúpulo é muito diversificado, sendo utilizado na indústria farmacêutica, no uso popular como chás e pela indústria cervejeira, que aliás é um dos principais interesses pelo cultivo de lúpulo, visto que esse é um dos principais ingredientes da formulação cervejeira. O Brasil é um grande consumidor de lúpulo, porém grande parte do seu

¹ Programa de Pós Graduação em Biotecnologia Aplicada à Agricultura da Universidade Paranaense-UNIPAR, Umuarama, Paraná, Brazil. E-mail: ricardofurtado@unipar.br

² Programa de Pós Graduação em Biotecnologia Aplicada à Agricultura da Universidade Paranaense-UNIPAR, Umuarama, Paraná, Brazil. E-mail: gabriela.canonico@edu.unipar.br

³ Programa de Pós Graduação em Biotecnologia Aplicada à Agricultura da Universidade Paranaense-UNIPAR, Umuarama, Paraná, Brazil. E-mail: jose.258613@edu.unipar.br

⁴ Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá-UEM E-mail: merickli@uem.br

⁵ Programa de Pós Graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos da Universidade Paranaense-UNIPAR, Umuarama, Paraná, Brazil. E-mail: kennysakane@prof.unipar.br

⁶ Programa de Pós Graduação em Biotecnologia aplicada à Agricultura da Universidade Paranaense-UNIPAR, Umuarama, Paraná, Brazil. E-mail: anadanilopes1@gmail.com

⁷ Departamento de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual de Maringá, Campus Umuarama, Paraná, Brazil. E-mail: jpfrancisco2@uem.br

⁸ Programa de Pós Graduação em Biotecnologia Aplicada à Agricultura e Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos da Universidade Paranaense-UNIPAR, Umuarama, Paraná, Brazil. E-mail: cristianigazim@prof.unipar.br

consumo é proveniente de produtos importados; o país pode ter um grande potencial de produção, mas sua produção ainda é tímida. Assim o objetivo geral deste trabalho foi avaliar o investimento inicial e os custos para a manutenção da cultura de lúpulo na região do Arenito Caiuá no Noroeste do Estado do Paraná. Para isso foi conduzido um experimento de 1.100 m² na cidade de Umuarama PR, avaliado o investimento inicial e os custos de produção por dois anos. Grande parte do investimento foi em mudas e estrutura de palanques, enquanto o custo mais evidente foi a necessidade de mão de obra para manutenção da cultura. Concluiu-se que a cultura pode ser implementada, porém pode haver a necessidade de mecanizar parte do manejo para mitigar custos com mão de obra.

PALAVRAS-CHAVE: *Humulus lupulus*, investimento inicial, produção, cultura do lúpulo.

ANALYSIS OF INVESTMENT AND PRODUCTION COSTS OF HOPS IN THE ARENITO CAIUÁ REGION

ABSTRACT:

Hops (*Humulus lupulus* L.) is an ancient crop widely distributed across much of the world. The use of hops is very diverse, as they are utilized in the pharmaceutical industry, in popular uses such as teas, and notably in the brewing industry, which is one of the main interests in hop cultivation since it is a key ingredient in beer formulation. Brazil is a significant consumer of hops; however, a large portion of its consumption comes from imported products. The country has great production potential, but its current production is still modest. Thus, the main objective of this study was to evaluate the initial investment and maintenance costs for hop cultivation in the Arenito Caiuá region in northwestern Paraná State. To achieve this, an experiment covering 1,100 m² was conducted in the city of Umuarama, PR, assessing initial investment and production costs over two years. A significant portion of the investment was allocated to seedlings and trellis structures, while the most evident cost was the need for labor to maintain the crop. It was concluded that hop cultivation can be implemented; however, the initial investment is high, and there is a need to mechanize part of the management to mitigate labor costs.

KEYWORDS: *Humulus lupulus*, initial investment, production, hop culture

ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN Y COSTOS DE PRODUCCIÓN DE LÚPULO EN LA REGIÓN DE ARENITO CAIUÁ

RESUMEN:

El lúpulo (*Humulus lupulus* L.) es un cultivo antiguo ampliamente distribuido en gran parte del mundo. El uso del lúpulo es muy diverso, ya que se utiliza en la industria farmacéutica, en usos populares como tés y, notablemente, en la industria cervecera, que es uno de los principales intereses en el cultivo de lúpulo, dado que es un ingrediente clave en la formulación de la cerveza. Brasil es un consumidor significativo de lúpulo; sin embargo, gran parte de su consumo proviene de productos importados. El país tiene un gran potencial de producción, pero su producción actual sigue siendo modesta. Así, el

objetivo principal de este estudio fue evaluar la inversión inicial y los costos de mantenimiento para el cultivo de lúpulo en la región del Arenito Caiuá, en el noroeste del estado de Paraná. Para lograr esto, se realizó un experimento en una superficie de 1.100 m² en la ciudad de Umuarama, PR, evaluando la inversión inicial y los costos de producción durante dos años. Una parte significativa de la inversión se destinó a plántulas y estructuras de enrejado, mientras que el costo más evidente fue la necesidad de mano de obra para el mantenimiento del cultivo. Se concluyó que el cultivo de lúpulo puede ser implementado; sin embargo, la inversión inicial es alta y hay una necesidad de mecanizar parte del manejo para mitigar los costos laborales.

PALABRAS CLAVE: *Humulus lupulus*, inversión inicial, producción, cultura del lúpulo

1. INTRODUÇÃO

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é amplamente reconhecido por ser um ingrediente fundamental na elaboração de diversas variedades de cerveja. No entanto, sua composição química lhe confere relevância também na indústria farmacêutica, devido às suas propriedades anti-inflamatórias e à presença de prenilflavonóides, que atuam como fitoestrógenos. Esses compostos são frequentemente utilizados na fabricação de suplementos hormonais destinados a mulheres em menopausa. Assim, além de sua importância na fabricação de cervejas, o lúpulo pode oferecer benefícios significativos para a saúde humana (Sposito, 2019).

De acordo com Rickli (2021), a atenção voltada para a planta se dá pelas suas flores femininas (cones), onde se encontram as glândulas de lupulina, as quais produzem resinas que contêm os ácidos alfa e beta, xanthohumol e o óleo essencial (OE), responsáveis pelo sabor e amargor característicos das bebidas.

Além de sua aplicação na fabricação de cerveja, essa planta tem sido empregada na medicina tradicional como um remédio para inflamações, desinfecções, retenção de líquidos, cólicas, aumento do apetite sexual (Blumenthal, 2008), além de propriedades hipnóticas e sedativas (Zanoli; Zavatti, 2008; Koetter; Biendl, 2010). De acordo com Cleemput et al. (2009), comunidades indígenas costumavam consumir chá de lúpulo para reduzir o nervosismo e aqueciam um pequeno saquinho de folhas para tratar dores de ouvido ou dentárias. Adicionalmente, uma variedade de produtos que contêm extratos de lúpulo ou seus derivados estão disponíveis comercialmente para fins fitoterápicos, incluindo dificuldades para dormir, alívio da dor e tratamentos pós-menopausa.

Conforme Fagherazzi et al. (2018), o lúpulo é um componente essencial na fabricação de cerveja, pois proporciona aroma, sabor, contribui para a formação de espuma e atua como conservante natural. O Art. 36 do Decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, trata da classificação, registro, produção, inspeção, fiscalização e padronização de bebidas, incluindo a cerveja. O decreto menciona que na fabricação de cerveja, além de outros ingredientes, é obrigatória a adição de lúpulo (Brasil, 2021).

Dados do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2023), indicam que em 2023, o volume de vendas de cerveja foi de 16,1 bilhões de litros, um crescimento de 4,5% em relação a 2022, representando 1,6% do PIB brasileiro. Estes dados demonstram uma evolução, mesmo diante de um cenário econômico desafiador, marcado por taxa de juros em alto patamar e expectativa de inflação em elevação. Esse crescimento está diretamente relacionado ao aumento do número de cervejarias registradas no país, que, de acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento registrou 1.847 estabelecimentos produtores de cerveja no Brasil em 2023, um crescimento de 6,8% em relação à 2022 (MAPA, 2024).

Outro fator que merece destaque é a geração de empregos, visto que a cadeia produtiva da cerveja contribui com mais de 2 milhões de empregos diretos, indiretos e induzidos e geração de 2% do PIB Nacional. Para cada emprego em uma cervejaria são criados 34 novos postos de trabalho em toda a cadeia produtiva. Em números, a cadeia gera mais de 27 bilhões em salários e é responsável por mais de R\$ 49,6 bilhões (base 2022) de tributos por ano, sendo um dos principais colaboradores para o crescimento do Brasil.

O sucesso no cultivo de lúpulo depende de diversos fatores, como o nível de conhecimento técnico dos produtores, o manejo, as condições edafoclimáticas e, principalmente, a seleção de cultivares adequados às condições regionais, garantindo satisfação tanto ao produtor quanto ao consumidor.

Segundo Silva et al. (2016), as cervejarias utilizam o cone do lúpulo em seu processo produtivo, mas grande parte desse insumo é proveniente do exterior. De acordo com o Canal Rural (2021), a indústria cervejeira brasileira importa cerca de 90% do lúpulo necessário, e dados do Ministério da Agricultura indicam que o Brasil importou 3.243 toneladas desse produto, o que equivale a um valor de 57 milhões de dólares.

Para Fagherazzi et al. (2018), o cultivo de lúpulo no Brasil ganhou visibilidade nos últimos cinco anos, especialmente quando alguns produtores da Serra da Mantiqueira identificaram o potencial econômico dessa commodity, considerando que o Brasil importa aproximadamente duas mil toneladas por ano, a um custo de cerca de 36 milhões de dólares. Atualmente, é possível encontrar o cultivo de lúpulo em estados como Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Distrito Federal. Embora o valor exato da produção nacional ainda não seja conhecido, o preço médio do quilo do cone de lúpulo seco é de R\$ 200,00.

No Brasil, apesar das primeiras iniciativas e incentivos, o cultivo de lúpulo ainda não ocorre em larga escala, principalmente devido ao clima predominantemente tropical. Isso representa um grande desafio, especialmente quando se considera a implantação dessa cultura em locais como Umuarama, na região noroeste do Paraná, que, segundo a classificação de Koeppen, possui clima subtropical úmido (Cfa) (WREGE et al., 2012), com variações subquentes (Braga; Ghellere, 1999).

Conforme Rodrigues et al. (2015), o lúpulo é pouco cultivado no hemisfério sul, em parte porque é uma planta nativa do hemisfério norte. Os países com maior produção de lúpulo incluem a Etiópia, Alemanha, Estados Unidos, República Tcheca e China. Segundo a Atlasbig (2020), o mundo produz 142.154 toneladas de lúpulo anualmente. A Etiópia lidera com 40.074 toneladas, seguida pelos Estados Unidos com 39.526 toneladas, sendo que juntos esses dois países produzem 56% do total mundial, enquanto a produção no Brasil é insignificante.

Volpato e Pasuch (2015) argumentam que o comércio internacional desempenha um papel crucial na economia de uma nação, e o setor externo pode ser determinante para o equilíbrio das contas nacionais. Em outras palavras, é preferível exportar mais e importar menos. Quanto maior a importação de bens e serviços, maior a desvalorização da moeda do país importador. Assim, quanto mais superavitária for a balança comercial brasileira, maior será a valorização do real em relação a outras moedas, contribuindo para a estabilização da moeda frente ao dólar.

Além dos indicadores macroeconômicos que podem ser beneficiados pela implantação de uma cultura que atualmente é majoritariamente importada, indicadores microeconômicos, como o PIB e o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), bem como a redução da pobreza e o aumento da geração de empregos e renda, também podem ser impulsionados com o incentivo a novos modelos de produção regional. A produção de

lúpulo pode trazer vantagens adicionais, como a criação de uma nova fonte de renda para a agricultura familiar, a formação de associações ou cooperativas de produtores e o fortalecimento do cooperativismo na região do Arenito Caiuá.

Assim o objetivo geral deste trabalho consiste na avaliação do investimento inicial e os custos para a manutenção da cultura de lúpulo na região do Arenito Caiuá no Noroeste do Estado do Paraná. Para essa avaliação foi conduzido um experimento em uma área de 1.100 m², e posteriormente estimados os valores para 01 hectares. Assim, esse trabalho justifica-se, pelo crescimento do mercado cervejeiro em nível industrial e artesanal; também pela possibilidade de fortalecer a economia nacional e regional; e pelos fatores sociais que podem ser agregados com a implantação de uma nova cultura.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em um espaço de 1100 m² de uma área experimental pertencente à Universidade estadual de Maringá (UEM), Campus Regional de Umuarama, localizada a 23°47' de latitude Sul e 53°14' de longitude Oeste.

O solo onde foi implantada a cultura do lúpulo é derivado do Arenito Caiuá. Este tipo de solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico e caracterizado por apresentar superfície franco-arenosa com baixos teores de argila e matéria orgânica (Fidalski et al., 2013).

2.2 Implantação e condução da cultura

Foram adquiridas 204 mudas de quatro variedades de lúpulo de viveiros especializados, sendo 51 mudas das variedades Cascade, Columbus, Nugget e Comet. O cultivo do lúpulo foi realizado em espaçamento de 3,0 m x 1,0 m, entre linhas e plantas respectivamente, conduzidos em sistema de plantio em haste única. Para montagem do sistema de sustentação foram utilizados 30 palanques de eucalipto contendo 9 metros de altura. No topo dos palanques foram fixados fios de arame, e entre as plantas fios de sisal em “V”, servindo de condução para as plantas.

Antes do plantio, amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0-20 cm para análise de solo. De posse da análise do solo, foi realizado a correção do solo seguindo

recomendações de Teixeira; Aquino; Macedo (2022). A análise do solo foi realizada entre as coletas, e as correções realizadas de acordo com a necessidade.

Para o plantio das mudas, foram levantados canteiros ao longo da linha de plantio, de tal forma a revolver uma camada de solo para que ele fique mais friável de forma a facilitar o desenvolvimento do sistema radicular, conforme recomendação de Spósito et al. (2019). Nos canteiros e seguindo o espaçamento entre plantas, covas com profundidade aproximada de 20 cm foram abertas para plantio das mudas. Foi realizada a adubação, realizando os parcelamentos de acordo com os diferentes estádios fenológicos da cultura do lúpulo e de acordo com as proporções recomendadas pelos mesmos autores. O plantio das cultivares de lúpulo foram realizadas no mês de novembro de 2022.

2.3 Sistema e manejo de irrigação

Foi utilizado um sistema de irrigação localizada por gotejamento, utilizando-se fitas gotejadoras com emissores apresentando vazão nominal de 1,6 L h⁻¹ espaçados em 0,15 cm.

2.4 Análise do valor de investimento

Para esse estudo inicial foi realizado a análise do valor do investimento necessário para o plantio de lúpulo em 01 hectare, portando foi necessário realizar uma regra de 3 simples para estimar o valor investido em 10.000 m² por meio da área do experimento que foi de 1.100 m², então para cada quantidade e valor investido foi realizado a equação onde considerou a Área Experimental (AE), Valor Estimado (VE), Hectare (HA) e Valor Investido na área experimento (VI), representados na equação 01:

$$\text{Eq 01: } AE * VE = HA * VI$$

Vale ressaltar que para investimento é considerado o dinheiro gasto em algo com a expectativa de gerar um retorno positivo no futuro. Um investimento pode ser de curto, médio ou longo prazo (Gitman; Joehnk, 2016). Muitas pessoas, principalmente quem não tem formação nos cursos ligados à administração, contabilidade e economia confundem os conceitos de investimento e custo, uma vez que custo é o gasto ou desembolso para adquirir ou produzir um determinado bem ou serviço, assim o custo não

gera retorno financeiro direto no futuro, ou seja, o custo é o desembolso necessário para manter o investimento em andamento, mas não aumentar o valor líquido do negócio (Horngren; Datar; Rajan, 2015). Assim podemos considerar que o experimento até o momento é um investimento, visto que foi considerado os valores gastos para a preparação da estrutura, compra e plantio das mudas.

2.5 Análise do custo nos primeiros 04 semestres de cultivo

Foi criado uma tabela para a análise de custos, pois, esta oferece uma visão detalhada dos investimentos realizados no experimento ao longo dos primeiros quatro semestres de cultivo. Especificamente, ela discrimina os custos diretos e indiretos associados à manutenção e melhoria do experimento, proporcionando uma base sólida para a tomada de decisões financeiras e operacionais. Ao categorizar os itens e seus respectivos valores, a tabela permite identificar quais áreas demandam mais recursos e quais são mais eficientes, facilitando assim a otimização dos investimentos futuros.

3. RESULTADOS

Os resultados que representam o investimento da estrutura para 1.100 m² sendo também dimensionado para 01 hectare (10.000 m²) onde foi implantada a cultura das variedades Cascade, Columbus, Comet e Nuget de *H. lupulus* encontram-se discriminado na Tabela 1.

Tabela 1. Investimento em estrutura para área experimental (1.100 m²) e 01 hectare (10.000 m²), para a implantação da cultura de *Humulus lupulus*

<u>Ítens</u>	<u>Unidade</u>	<u>Área Experimental (1.100 m²)</u>		<u>Área Estimada (10.000 m²)</u>	
		<u>Quantidade</u>	<u>Valor (R\$)</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Valor (R\$)</u>
Fio sisal 155/1 rolo 9kg	Unidade	3,00	720,00	27	6.545,45
Perfuração de buracos de 1,5 m profundidade por 50 cm de largura	Unidade	30,00	1.000,00	273	9.090,91
Horas de trator	Unidade	2,00	600,00	18	5.454,55
Esticador de Arame catraca dupla	Unidade	1,00	235,00	9	2.136,36
Arame ovalado 16x14	Metros	1000,00	780,00	9091	7.090,91
Catraca de arame	Unidade	25,00	212,25	227	1.929,55
Sistema de gotejamento (Fitas gotejadoras, linhas laterais, linha principal e ramais de derivação e filtros separadores)	Unidade	01	4.050,00	01	38.000,00
Palanques eucalipto não tratado bitola 30 cm com 7 metros	Unidade	30,00	3.000,00	270	27.272,73
Gasolina para furar covas	Litros	9,00	58,50	273	531,82
Brocas para furadeiras	Unidade	4,00	140,00	82	1.272,73
Estacas de eucalipto não tratado bitola de 30 cm com 1,5 metros	Unidade	24,00	600,00	36	5.454,55
Caminhão muque	Horas	6,00	1.800,00	58	16.363,64
Total gasto com estrutura			13.195,75		121.143,20

Para a implantação da cultura de lúpulo, foi necessário a contratação de um profissional capacitado cujo investimento encontra-se discriminado na Tabela 2.

Tabela 2. Investimento em mão de obra para área experimental de 1.100 m² e 01 hectare (10.000 m²)

<u>Item</u>	<u>Unidade</u>	<u>Área Experimental (1.100 m²)</u>		<u>Área Estimada (10.000 m²)</u>	
		<u>Quantidade</u>	<u>Valor (R\$)</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Valor (R\$)</u>
Mão de obra profissional para perfurar e instalar as estacas de 1,5 m de eucalipto, perfurar estacas e mourões e por fim esticar os arames.	Un.	1	1.600,00	9	14.545,45
Mão de obra colocação de eucaliptos no buraco	Diárias	4	480,00	36	4.363,64
Mão de obra instalação do sisal	Diárias	4	480,00	36	4.363,64
Mão de obra para o plantio	Diárias	4	480,00	36	4.363,64
Total gasto com mão de obra			3.040,00		27.636,37

A aquisição das mudas das quatro variedades de *H. lupulus* bem como dos insumos necessários para a correção e nutrição do solo onde a cultura foi implantada encontram-se discriminados na Tabela 3.

Tabela 3. Investimento na aquisição das mudas e insumos para área experimental de 1.100 m² e 01 hectare (10.000 m²)

<u>x</u>	<u>Unidade</u>	<u>Área Experimental (1.100 m²)</u>		<u>Área Estimada (10.000 m²)</u>	
		<u>Quantidade</u>	<u>Valor (R\$)</u>	<u>Quantidade</u>	<u>Valor (R\$)</u>
<u>Item</u>					
Cloreto de potássio	Quilos	1,00	18,73	25	458,95
Ureia	Quilos	4,40	118,80	108	2.911,76
Superfosfato simples	Quilos	41,60	332,80	1020	8.156,86
Calcário Calcítico	Quilos	50,00	130,00	1225	3.186,27
Frete	Unidade	1,00	30,00	25	735,29
Mudas de lúpulo	Unidade	200,00	4.000,00	1818	36.360,00
Total gasto com mudas e insumos			4.630,33		43.653,13

Quadro 1. Comparação entre o valor investido na área experimental (1.100 m²) e o investimento necessário estimado em 01 hectare (10.000 m²)

Total desembolsado na área experimental (1.100 m ²)	R\$ 20.866,08
Total estimado de desembolso para 01 hectare (10.000 m ²)	R\$ 192.432,70

Tabela 4. Levantamento dos custos incorridos ao longo de dois anos para a condução de um experimento de cultivo de lúpulo em uma área de 1.100m² e estimativa dos custos para o cultivo de lúpulo em uma área de 1 hectare, com base no custo experimental. Esses custos incluem insumos, mão de obra, adubação, correção de solo entre outros elementos essenciais para a manutenção e sucesso do cultivo de lúpulo.

Classificação	Itém (02 anos de cultivo)	Custo do Experimento	Custo estimado 01 hectare
Equipamentos	Tesoura de poda	88,00	800,00
Equipamentos	Tube de gotejamento	148,00	1.345,45
Correção de solo	Análise de solo	320,00	3.200,00
Insumos (Materiais)	Adubação (Ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio) e	1.453,63	13.211,72
Insumos (Materiais)	Controle de formiga	500,00	4.545,46
Insumos (Materiais)	Fita de cetim para identificação	57,00	518,18
Insumos (Materiais)	Fio sisal 155/1 rolo 9kg	720,00	6.545,45
Insumos (Materiais)	Reposição de mudas	367,50	3.345,45
Insumos (Materiais)	Placa de identificação da cultura	50,00	50,00
Mão de Obra	Mão de Obra manutenção	9.600,00	65.297,46
	Total	13.216,13	98.059,17

4. DISCUSSÃO

Esse estudo é pioneiro na região noroeste do estado do Paraná, não foi encontrado nenhum outro estudo sobre o cultivo na região. Vale ressaltar que embora de forma modesta já existem algumas iniciativas de plantio no estado. Realizar uma boa análise de investimento e de custos objetiva comparar os valores necessário para implantar e custear uma cultura (Sebrae, 2023)

Na Tabela 1 é possível observar que parte relevante dos gastos com a montagem do experimento ocorreu com a aquisição do sistema de gotejamento (4.050,00), que estimado para 01 ha gera um montante substancial (38.000,00), ou investimento considerável foi com os palanques de eucaliptos, seja com estacas ou mourões (R\$3000,00), também pode ser observado na estimativa de investimento em estrutura para 01 há (R\$ 27.272,73).

Quanto a mão de obra (Tabela 2) o que teve um desembolso maior foi a mão de obra especializada (R\$ 1600,00) para a área experimental e R\$ 14.545,45 para a área de 10.000 m², pois para perfurar os buracos no solo, perfurar as estacas e amarrar os arames foi necessário contratar um profissional com conhecimento prévio em construção de

cercas. Vale ressaltar que está cada vez mais difícil encontrar mão de obra no campo, visto que a migração em massa para os grandes centros esvaziou parte relevante dos recursos humanos da zona rural (Embrapa, 2024).

Ainda sobre a mão de obra (Tabela 2), foi contratado diárias para a instalação de sisal, para auxiliar na colocação dos mourões de eucalipto e para o plantio, no experimento foi necessário o pagamento de 12 diárias, porém para o investimento necessário em 01 ha é relevante identificar se a propriedade já tem mão de obra disponível ou se vai mecanizar parte do trabalho. Com a redução da mão de obra no campo o uso da mecanização tecnológica tem-se impulsionado com uma necessidade de pessoas com maior qualificação para operar tais tecnologias (CNA, 2018)

Parte importante do montante investido na cultura do lúpulo foi a aquisição das mudas, enquanto para a área experimental foi gasto R\$ 4.000,00 em 200 mudas de lúpulo, estima-se um desembolso de R\$ 36.360,00 em 1808 mudas para 01 há (Tabela 3). Dos insumos utilizados no plantio o superfosfato simples e o calcário calcítico tem parte relevante do desembolso, porém contempla apenas 2,7% do valor total investido. O valor médio para a aquisição da muda de lúpulo é relativamente elevado, justificando-se pelo valor agregado da técnica de propagação, que são mais onerosas frente há outras culturas como o pêssego e a maçã. Com a popularização do cultivo do lúpulo no Brasil a tendência é que o custo de compra das mudas diminua (Fagherazzi et al., 2018).

No Quadro 1 é possível comparar o valor total gasto na área experimental com o valor estimado para 01 ha, enquanto para o experimento foram gastos R\$ R\$ 20.866,08, estima-se que para cada ha de plantio será necessário o desembolso de aproximadamente R\$ 192.432,70. Cabe destacar que quanto maior a área de plantio menores serão os gastos realizado com a estrutura. Assim, como disse Porter (1980) quanto maior a compra maior será o poder de barganha do cliente para a redução dos desembolsos utilizados no investimento.

A análise da Tabela 4, que detalha os custos de um experimento de cultivo de lúpulo em uma área de 1.100 m² e projeta esses custos para uma área maior de 1 hectare, é essencial para avaliar a viabilidade financeira e operacional desse cultivo.

Na Tabela 4, os custos ao longo de dois anos somam R\$ 13.216,13, com maior concentração em mão de obra e insumos materiais. A mão de obra mensal, responsável por atividades de manutenção, aparece de forma recorrente, sendo o principal componente de custo. Isso sugere que o cultivo de lúpulo exige alta intensidade de

trabalho manual, algo viável em áreas menores, mas que pode se tornar desafiador ao escalonar a operação (Embrapa, 2022). A dependência da mão de obra está ligada à manutenção constante da cultura, refletida em despesas fixas mensais de R\$ 400,00, o que representa uma parcela significativa do custo total.

Os insumos materiais, como adubação, controle de formigas e reposição de mudas, também são custos importantes. A adubação regular é vital para a saúde do solo e produtividade, utilizando insumos como ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio (Nobile, 2024). O controle de formigas é uma despesa recorrente, evidenciando o impacto das pragas no sucesso do cultivo. Esses custos variáveis mostram a importância de um gerenciamento cuidadoso para garantir a sustentabilidade financeira.

A projeção dos custos para uma área de 1 hectare totaliza R\$ 98.059,17 ao longo de dois anos, conforme a Tabela 4. O aumento substancial dos custos, principalmente com mão de obra, reflete a dificuldade de expandir o cultivo sem um aumento proporcional nos gastos operacionais. A mão de obra permanece como o maior fator de custo, com cada mês de manutenção estimado em R\$ 2.839,02, uma elevação significativa em comparação à área menor. O salário-mínimo regional para trabalhadores rurais no Paraná em 2024 é de R\$ 1.856,94, e, somados os encargos sociais e benefícios, o custo mensal de um funcionário rural no Paraná pode ser estimado em cerca de R\$ 2.839,02 (MTE, 2024). Esse dado indica que a mecanização ou automação poderia ser uma solução para reduzir os custos de mão de obra e melhorar a viabilidade econômica em áreas maiores, considerando que, na estimativa de 1 hectare, foi prevista a necessidade de apenas 1 funcionário.

Os custos com insumos, como adubação e controle de pragas, aumentam proporcionalmente. A adubação contínua, essencial para o bom desenvolvimento da cultura, eleva os custos, principalmente pela necessidade de grandes quantidades de fertilizantes. O controle de formigas permanece um desafio econômico, refletindo a dificuldade de manejar pragas de forma eficaz (Guimarães; Evaristo; Ghesti, 2021).

Também é relevante a projeção dos custos com equipamentos. Na Tabela 4, os custos com equipamentos são baixos, com itens como tesoura de poda e sistema básico de irrigação que necessitou de reposição. Na projeção para 1 hectare, esses custos aumentam significativamente com a inclusão de tubos de gotejamento e mais sisal para sustentação da cultura. Esses investimentos em infraestrutura são cruciais para otimizar o cultivo, mas requerem capital inicial significativo.

Desta forma, a análise da Tabela 4 mostra que o cultivo de lúpulo enfrenta desafios para ser ampliado, devido à alta dependência de mão de obra e insumos. Para garantir a sustentabilidade financeira e viabilidade em áreas maiores, seria necessário buscar soluções que reduzam a intensidade do trabalho manual, como a automação de processos, além de implementar estratégias mais eficientes para o manejo de pragas e insumos.

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos no experimento que foi conduzido em uma área experimental de 1.100 m², o estudo visou avaliar o investimento inicial e os custos de manutenção para o cultivo de lúpulo na região do Arenito Caiuá, no Noroeste do Paraná.

Os resultados evidenciam que, embora os custos iniciais de implantação sejam relativamente altos, principalmente com a aquisição de mudas e a construção da estrutura de sustentação, há potencial de retorno financeiro a médio e longo prazo. No experimento, o valor total gasto foi de R\$ 20.866,08, e para a projeção em 01 hectare, o custo estimado foi de R\$ 192.432,70, demonstrando a viabilidade de expansão do cultivo. No entanto, a mão de obra especializada e a manutenção regular são fatores relevantes no orçamento, ressaltando a necessidade de otimizar esses processos para aumentar a rentabilidade.

Além disso, os dados sugerem que, com o desenvolvimento técnico e o incentivo à produção de lúpulo em escala local, é possível reduzir a dependência das importações, fortalecendo tanto a economia regional quanto a nacional. Portanto, o cultivo de lúpulo na região pode apresentar-se como uma alternativa promissora para diversificação agrícola e geração de renda, especialmente se forem adotadas práticas de mecanização que reduzam os custos operacionais. Assim é indicado que haja mais estudos para revelar a viabilidade econômica e mercadológica, visto que a produção do lúpulo se intensifica a partir do quarto ano de plantio.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflito de interesse nesta pesquisa

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Paranaense (UNIPAR), ao Programa de Suporte à Pós-graduação de Instituições Particulares (PROSUP), a Universidade estadual de Maringá UEM Campus Umuarama, à Fundação Araucária, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – *Finance Code* 001 e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) – *Finance Code* 310105/2021-8.

REFERÊNCIAS

- ATLASBIG. Principais países produtores de lúpulo. 2020. Acesso em: 18 ago. 2022.
- BLUMENTHAL, E. M. Cloning of the neurodegeneration gene drop-dead and characterization of additional phenotypes of its mutation. *Fly*, v. 2, n. 4, p. 180-188, 2008.
- BRAGA, H. J.; GHELLERE, R. Proposta de diferenciação climática para o Estado de Santa Catarina. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 11.; Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia, 2., 1999, Florianópolis. Anais. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. 1 CD-ROM.
- CANAL RURAL. Apesar de polêmica recente, cerveja é puro agro; entenda por quê. 2021. Acesso em: 15 jun. 2022.
- CLEEMPUT, M. V. et al. Ácidos amargos de lúpulo bloqueiam eficientemente a inflamação independente de GR α , PPAR α ou PPAR γ . *Molecular Nutrition & Food Research*, v. 53, n. 9, p. 1143-1155, 2009.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). A evolução tecnológica no agronegócio e seu impacto na mão de obra. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br>. Acesso em: 13 out. 2024.
- CONSELHO ESTADUAL DO TRABALHO, EMPREGO E RENDA (CETER). Salário mínimo regional do Paraná para trabalhadores rurais em 2024. Acesso em: 27 set. 2024.
- EMBRAPA. **Crise de mão de obra no campo: causas, impactos e possíveis soluções**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1164725/crise-de-mao-de-obra-no-campo-causas-impactos-e-possiveis-solucoes>. Acesso em: 12 out. 2024.
- FAGHERAZZI, M. et al. Análise de custo de implantação de lúpulo na região do planalto sul catarinense. *Revista da 15ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa*, v. 15, n. 15, p. 721-730, 2018.
- GITMAN, L. J.; JOEHNK, M. D. Fundamentos de Investir. Pearson Education Limited, 2016.
- HORNGREN, C. T.; DATAR, S. M.; RAJAN, M. V. Contabilidade de Custos: Uma Ênfase Gerencial. Pearson Education Limited, 2015.

- INSTITUTO NACIONAL DO SEGURO SOCIAL (INSS). Tabela de alíquotas de contribuição. Acesso em: 27 set. 2024.
- KOETTER, U.; BIENDL, M. Hops (*Humulus lupulus*): A Review of its Historic and Medicinal Uses. *American Botanical Council – HerbalGram*, v. 87, p. 44-57, 2010.
- MAPA-Ministério da Agricultura e Pecuária. Anuário da Cerveja. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/com-1-847-ervejarias-registradas-no-brasil-setor-cresce-6-8-em-2023/anuario-da-erveja/view>. Acesso em 11/10/2024.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Encargos sociais e trabalhistas. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br>. Acesso em: 27 set. 2024.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Encargos sociais e trabalhistas. Acesso em: 27 set. 2024.
- NOBILE, F. O. de. Adubação de culturas para altas produtividades. *Revista Cultivar*, 2024. Disponível em: Adubação de culturas para altas produtividades. Acesso em: 03 out. 2024.
- PORTER, Michael E. **Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors**. New York: Free Press, 1980.
- PRODUÇÃO DE LÚPULO NA REGIÃO SERRANA FLUMINENSE - Embrapa. Disponível em: Produção de lúpulo na Região Serrana Fluminense. Acesso em: 03 out. 2024.
- REVISTA BEER ART. O mapa da cerveja no Brasil. Acesso em: 14 mai. 2022.
- RICKLI, M. E. Caracterização química de *Humulus lupulus* e potencial antioxidante e larvicida de *Philodendron bipinnatifidum*. 2021. Tese (Doutorado em Tecnologia Aplicada à Agricultura). Universidade Paranaense, Umuarama, 2021.
- RODRIGUES, M. A.; MORAIS, J. S.; CASTRO, J. P. M. Jornadas de lúpulo e cerveja: novas oportunidades de negócio. Livro de atas. Instituto Politécnico de Bragança, 2015.
- SEBRAE. **O papel da inovação e do empreendedorismo no desenvolvimento econômico**. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-papel-da-inovacao-e-do-empreendedorismo-no-desenvolvimento-economico,8358781563028810VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em: 12 out. 2024.
- SILVA, H. A. Cerveja e sociedade. *Revista de Comportamento: Cultura e Sociedade*, v. 4, n. 2, p. 85-91, 2016.
- SPÓSITO, M. B.; ISMAEL, R. V.; BARBOSA, C. M. A.; TAGLIAFERRO, A. L. **A cultura do lúpulo**. *Série Produtor Rural*, v. 81, n. 68, 2019.
- VOLPATO, G. M.; PASUCH, D. F. Taxa de câmbio, exportação e a balança comercial. *Revista Onis Ciência*, v. 03, n. 10, p. 27-37, 2015.
- WREGE, M. S. et al. Atlas climático da região sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Embrapa, p. 333, 2012.
- ZANOLI, P.; ZAVATTI, M. Pharmacognostic and pharmacological profile of *Humulus lupulus* L. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 116, n. 3, p. 383-396, 2008.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Autor 1: Conceitualização do projeto; Desenvolvimento da metodologia; Análise formal do projeto Redação - preparação do rascunho original; Redação - revisão e edição, Supervisão e administração do projeto.

Autor 2: Desenvolvimento da metodologia; Redação - preparação do rascunho original;

Autor 3: Desenvolvimento da metodologia; Redação - preparação do rascunho original;

Autor 4: Desenvolvimento da metodologia; Redação - preparação do rascunho original;

Autor 5: Desenvolvimento da metodologia; Redação - preparação do rascunho original;

Autor 6: Conceitualização do projeto; Desenvolvimento da metodologia; Análise formal do projeto; Redação - preparação do rascunho original; Redação - revisão e edição

Autor 7: Conceitualização do projeto; Desenvolvimento da metodologia; Análise formal do projeto; Redação - preparação do rascunho original; Redação - revisão e edição

Autor 8: Conceitualização do projeto; Desenvolvimento da metodologia; Análise formal do projeto Redação - preparação do rascunho original; Redação - revisão e edição, Supervisão e administração do projeto

ANEXOS

Capítulo II submetido e aceito na revista de Ciências Empresariais da UNIPAR conforme e-mail enviado pelo endereço: ojs@unipar.openjournalsolutions.com.br no dia 11 de novembro de 2024, as 15h30.

Ricardo Botelho Camargo, Gabriela Catuzo Canonico Silva, José Júnior Severino, Max Emerson Rickli, Kenny Tsuyoshi Sakane, Ana Daniela Lopes, João Paulo Francisco, Zilda Cristiane Gazim:

Nós chegamos a uma decisão referente a sua submissão para o periódico Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR, "ANALYSIS OF INVESTMENT AND PRODUCTION COSTS OF HOPS IN THE CAIUÁ SANDSTONE REGION".

Nossa decisão é de: Aceitar a Submissão

Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR
<http://www.revistas.unipar.br/index.php/empresarial>

Normas de submissão de artigos para a Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR

OBJETIVOS

A Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR publica trabalhos inéditos das diversas áreas Empresariais, tais como, Administração, Contabilidade, Economia, Demografia, Ciência da Informação, Comunicação, Serviço Social, Economia Doméstica, Turismo, dentre outras.

-Quantidade máxima de autores (8 autores);

-Quantidade máxima de páginas (20 páginas, incluindo referências);

DECLARAÇÃO DE DIREITO AUTORAL

Esse periódico está licenciado sob uma Licença [Creative Commons CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

I) APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

1) Os originais devem ser digitados em Word for Windows, fonte Times New Roman, corpo 12, espaço 1,5, em folha tamanho A4, com margens de 2,0 cm e alinhamento justificado. O título deve ser centralizado e negrito. Os resumos devem ter espaço simples entre linhas e conter no máximo 15 linhas.

2) Os trabalhos podem ser submetidos em português, espanhol e inglês devendo apresentar o título, o resumo e as palavras-chave, obrigatoriamente nessas três línguas (*Título, Title e Título; Resumo, Abstract e Resumen; Palavras-chave, Key words e Palabras clave*), com o objetivo de permitir a divulgação dos trabalhos em indexadores e base de dados estrangeiros.

3) Na primeira página deve constar o título do trabalho, os dados dos autores enviados, abaixo do título, conforme modelo: Nome completo, graduação mais alta, instituição (máximo duas, caso tenha mais de um vínculo), e-mail, ORCID (não obrigatório).

4) Na segunda página do artigo deve constar o título completo do trabalho, o resumo e as palavras-chave, (português, inglês e espanhol), omitindo-se o(s) nome(s) do(s) autor(es).

5) As figuras devem ser numeradas sequencialmente, assim como quadros e tabelas, e devem ser apresentadas no corpo do texto. Toda figura, quadro e tabela deve ter título,

colocado acima das figuras, quadros e tabelas. Abaixo deverá constar a fonte pesquisada. Todos os materiais gráficos devem apresentar resolução mínima de 300 dpi, com extensão jpg.

6) As notas de rodapé só devem ser utilizadas quando estritamente necessário.

7) Os autores devem indicar o órgão financiador da pesquisa, se houver, e se o projeto passou por Comitê de Ética da área, com cópia do certificado de aprovação.

II) NORMAS EDITORIAIS

1) Todas as colaborações devem ser enviadas por meio do Sistema Eletrônico de Editoração de Revista – SEER,

endereço: (<http://revistas.unipar.br/index.php/empresarial/login>)

2) Os originais serão submetidos à aprovação de consultores nos temas tratados, sem a identificação de autoria.

3) Deve ser encaminhada, junto ao original, a Declaração de autoria assinada por todos os autores do trabalho, indicando a ordem de apresentação dos nomes).

4) Os originais serão aceitos em língua portuguesa, em língua espanhola ou em língua inglesa.

5) Os artigos, após o aceite deverão estar acompanhados (como documento suplementar) do comprovante de tradução ou correção.

6) Os autores assumem a responsabilidade das informações e dos dados apresentados no manuscrito. Os trabalhos publicados passam a ser propriedade da Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR. A reprodução de artigos somente é permitida desde que o crédito seja dado ao criador. Os originais não serão devolvidos aos autores.

7) As opiniões emitidas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade.

8) As colaborações podem ser de acordo com as seguintes seções:

8.1) **Artigos originais**, resultantes de pesquisa e estudos concluídos, estruturados em Título (*Title e Título*), Resumo (*Abstract e Resúmen*) e Palavras-chave (*Key words e Palabras clave*), Introdução, Objetivos, Metodologia, Revisão bibliográfica, Resultados e Discussão (que podem estar combinados); Agradecimentos (se houver) e Referências, com, no máximo, 20 páginas.

8.2) **Artigos de revisão**, resultantes de pesquisa bibliográfica com análise crítica sobre determinado tema, estruturados em Título (*Title e Título*), Resumo (*Abstract e Resumen*) e Palavras-chave (*Key words e Palabras clave*); Introdução, Desenvolvimento e Considerações Finais; Referências, com, no máximo, 30 páginas.

8.3) **Estudo de caso**, resultante de experiência individual ou coletiva de proposta de intervenção, relevante na área das Ciências Empresariais, estruturados em Título (*Title e Título*), Resumo (*Abstract e Resumen*) e Palavras-chave (*Key words e Palabras clave*), Introdução, Objetivos, Metodologia e Discussão; Referências, com, no máximo, 20 páginas.

8.4) **Resumos** (*Abstracts e Resumen*) de dissertações e teses, ressaltando objetivo, metodologia, breve discussão dos resultados e conclusão do trabalho, com, no máximo, 1500 caracteres (com espaços).

III) CITAÇÕES

O sobrenome do autor fora de parênteses deve ser escrito com a primeira letra maiúscula e o restante em minúscula e, dentro de parênteses deve ser todo em letras maiúsculas.

As citações no texto devem ser feitas pelo sistema autor-data (NBR 10520 - ago. 2002). As citações diretas devem vir entre aspas e acrescido o número da página e citações com três linhas ou mais devem apresentar recuo, letra menor que o texto, sem aspas. Em citações de citações deve ser utilizada a palavra *apud* e a obra original a que o autor consultado está se referindo deve vir em nota de rodapé.

Exemplos

1) Citação direta

Segundo Carvalho e Silva (1996, p. 68) “ler para aprender, no entanto, é tarefa complexa” e, ao contrário do que pensam muitos professores do Ensino Superior, cabe a esse nível de ensino a tarefa de melhorar a competência em leitura.

2) Citação direta com mais de três linhas

A discussão sobre a relação educação-meio ambiente contextualiza-se em um cenário atual de crise nas diferentes dimensões, econômica, política, cultural, social, ética e ambiental (em seu sentido biofísico). Em particular, essa discussão passa pela percepção

generalizada, em todo o mundo, sobre a gravidade da crise ambiental que se manifesta tanto local quanto globalmente. (GUIMARÃES, 2000, p. 15)

3) Citação indireta

Segundo Fusari *et al.* (1990), a alteração transformou o curso Normal em Habilitação Profissionalizante ao Magistério trouxe importantes consequências para a formação de professores.

4) Citação de citação

A linguagem só pode ser analisada em seu vínculo com a vida e história (BAKTIN *apud* FREITAS, 2005)

IV) REFERÊNCIAS / REFERENCES / REFERENCIAS

As referências citadas devem ser apresentadas em ordem alfabética no final do texto, segundo a norma NBR 6023 (ago. 2002). / References should be in alphabetical order at the end of the text, according to the BR 6023 rule (August 2002). / Las referencias mencionadas deben ser presentadas en orden alfabética en el final del texto, según la norma NBR 6023 (ago 2002).

Exemplos / Examples / Ejemplos

Livro / Books / Libro

SISTO, Firmino Fernandes. **Contexto e questões da avaliação psicológica**. São Paulo: Casa do psicólogo, 2000. p. 97

Mais de três autores / More than three authors / Más de tres autores:

MENESES, João Gualberto de Carvalho. *et al.* **Estrutura e funcionamento da educação básica: leituras**. São Paulo: Pioneira, 1998.

Capítulo de livro / Book chapters / Capítulo de libro:

MANZANO, M. A.; DINIZ, R. E. S. A temática ambiental nas séries iniciais do Ensino Fundamental. *In*: NARDI, R.; BASTOS, F.; DINIZ, R. E. S. Pesquisa em ensino de ciências: contribuições para a formação do professor. São Paulo: Escrituras, 2004. p. 153-172.

Artigo de periódico / Periodic articles / Artículo de periódico:

FREITAS, M. T. A. Sites construídos por adolescentes: novos espaços de leitura/escrita e subjetivação. **Cad. Cedes**, v. 25, n. 65, p. 87-101, jan./abr. 2005.

Monografia, Dissertação ou Tese / Monographs, Dissertations or Academic Theses /
Monografía, Disertación o Tesis:

PRANDI, Luiz Roberto. **Prática pedagógica do professore universitário: reflexões e saberes**. 2000. Orientador: Geraldo Fogel: 2004. 218 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

Trabalho apresentado em evento / Articles presented in event / Trabajo presentado en evento:

VILLALBA, Alexandre da Silva; DE OLIVEIRA VILLELA, Alessandra Ramos; DUARTE, Cleia. Psicologia organizacional: uma análise correlacional entre a cultura organizacional e a autoeficácia. **Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR**, v. 24, n. 1, p. 187-199, 2023.

Periódico on-line / Online Periodics / Periódico on-line:

VILLALBA, Alexandre da Silva; DE OLIVEIRA VILLELA, Alessandra Ramos; DUARTE, Cleia. PSICOLOGIA ORGANIZACIONAL: UMA ANÁLISE CORRELACIONAL ENTRE A CULTURA ORGANIZACIONAL E A AUTOEFICÁCIA. **Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR**, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 187–199, 2023. DOI: 10.25110/receu.v24i1-010. Disponível em: <https://www.revistas.unipar.br/index.php/empresarial/article/view/10813>. Acesso em: 19 fev. 2024.

Documento jurídico/ Juridical acts / Documento jurídico:

BRASIL. Ministério da Educação. **Propostas de diretrizes para a formação inicial de professores da Educação Básica em curso de nível superior**. Brasília: MEC, 2000. 86 p.

PARANÁ. Lei complementar, no 103 de 15 de março de 2004. Institui e dispõe sobre o plano de carreira do professor da rede estadual de Educação Básica do Paraná. **Diário Oficial [do] Estado do Paraná**, Curitiba, n. 6687, 15 mar. 2004.

Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou à terceiros.

Conclusão Geral

A presente tese demonstrou que a introdução e o cultivo comercial do lúpulo (*Humulus lupulus* L.) na região do Arenito Caiuá, no Noroeste do Paraná, representam uma alternativa agrícola viável e de alto valor estratégico para o cenário nacional.

A partir da extensa revisão de literatura no Capítulo I, pode-se evidenciar que o lúpulo transcende o seu papel fundamental e insubstituível na indústria cervejeira. Sua complexa composição fitoquímica com destaque para as resinas de ácidos alfa e beta, os óleos essenciais (como mirceno e humuleno) e os polifenóis como o xantohumol e a 8-prenilnaringenina confere à planta um vasto leque de propriedades bioativas. Isso demonstra que o investimento na cultura possui grande potencial para atender não apenas a um mercado de bebidas em expansão, mas também ao desenvolvimento de fitoterápicos e produtos biotecnológicos.

Do ponto de vista agrônômico e financeiro com demonstrado no Capítulo II, o estudo empírico conduzido na área experimental de 1.100 m² em Umuarama-PR comprovou que as variedades testadas apresentaram um desenvolvimento vegetativo satisfatório frente às condições edafoclimáticas locais. Contudo, a análise de investimento revelou que a implantação da cultura exige um considerável investimento inicial especialmente direcionado à aquisição de mudas e à montagem das robustas estruturas de tutoramento vertical e é fortemente intensiva em mão de obra operacional.

Ao projetar os custos para a escala de 1 hectare, constatou-se que a sustentabilidade financeira e a escalabilidade do negócio dependerão diretamente da adoção de tecnologias de mecanização, em especial para as etapas de manejo, colheita e processamento pós-colheita, visando mitigar os expressivos custos com o trabalho manual.

Em suma, conclui-se que a produção de lúpulo no Arenito Caiuá possui viabilidade técnica e apresenta uma rentabilidade potencial significativamente superior às culturas tradicionais da região, impulsionada pelo alto valor agregado do cone processado. Fomentar essa cultura significa contribuir ativamente para a redução da vulnerabilidade da cadeia de suprimentos nacional, que hoje depende da importação de quase a totalidade do lúpulo consumido no Brasil. A biotecnologia aplicada à agricultura, unida ao aprimoramento contínuo das práticas de manejo, tem o potencial de consolidar o lúpulo como uma nova e próspera fronteira econômica no Paraná.