

Rio de Janeiro, RJ / Fevereiro, 2025

Protocolo de amostragem de folhas e solo em plantio de lúpulo

Fabiano de Carvalho Balieiro⁽¹⁾, Alexandre Jacintho Teixeira⁽²⁾ e Teresa Yoshiko Ozassa⁽³⁾

⁽¹⁾ Pesquisador, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ. ⁽²⁾ Gerente Técnico Regional Serrano, Emater-Rio, Nova Friburgo, RJ. ⁽³⁾ Produtora, Consultora e proprietária do Viveiro Ninkasi, Teresópolis, RJ.



Introdução

Este documento traz uma sugestão para técnicos e produtores que desejam participar da rede de pesquisa brasileira, focada na nutrição do lúpulo (*Humulus lupulus L.*). Nele há propostas de amostragem do tecido foliar da planta para o monitoramento do seu estado nutricional, bem como para amostragem de solo para avaliação da fertilidade.

Este trabalho atende ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável, estipulado pelas Nações Unidas (ONU), mais especificamente à meta 2.3, que pretende, até 2030, aumentar a produtividade agrícola e a renda dos pequenos produtores de alimentos, particularmente de mulheres, agricultores familiares, povos e comunidades tradicionais.

Potencial produtivo do lúpulo e suas condicionantes técnicas e ambientais

O lúpulo já é produzido em 13 estados da Federação, estando o Rio de Janeiro em quarto lugar em área de produção (Creuz; Kretzer, 2022). Um forte diferencial para agregar valor ao produto é o conhecimento sobre a relação entre sua composição, aroma ou gosto, e o ambiente e seu modo de produção (Brasil, 2013).

Para o produtor de lúpulo, o rendimento de cones por unidade de área é tão importante quanto sua qualidade. A produtividade depende de uma

série de fatores que direta e indiretamente influenciam esse rendimento e, conseqüentemente, a qualidade do produto. O vigor da planta, o comprimento dos ramos laterais, o número de cones por ramo, o tamanho e peso dos cones, por exemplo, têm muita relação com a adaptação da variedade plantada ao local de plantio (Haunold et al., 1983; Donner et al., 2020; Acosta-Rangel et al., 2021; Rutto et al., 2021; Silva, 2023). Resistência a doenças, a insetos-praga, tolerância às práticas de mecanização e à mão de obra são outros fatores que podem afetar o lucro líquido do produtor e sua capacidade de se manter competitivo (Haunold et al., 1983; Creuz; Kretzer, 2022).

Apesar da expansão da cultura decorrer do potencial do mercado cervejeiro brasileiro e ser impulsionada pela dependência quase total da matéria-prima importada, a abrangência espacial do seu cultivo quebra paradigmas importantes em relação à exigência de temperaturas baixas.

Por outro lado, como colocado anteriormente, muitos são os desafios a serem transpostos. Ainda não temos materiais adaptados às condições edafoclimáticas brasileiras, e boa parte do manejo adotado à cultura atualmente é baseada em literatura e experiências internacionais. Parte das recomendações de adubação da cultura, por exemplo, advém de recomendações norte-americanas ou europeias. O Rio de Janeiro é o único estado que possui uma recomendação específica para a cultura (Teixeira et al., 2022) oriunda de três anos de acompanhamento da cultura por técnicos da Empresa

de Assistência Técnica e Extensão Rural do estado (Emater-RIO).

Dada a diversidade de ambientes a que a cultura está submetida no estado (e no País), e especialmente considerando o número de variedades hoje cultivadas e as alternativas de insumos orgânicos, organominerais e minerais disponíveis aos agricultores, torna-se imprescindível que estudos sobre a nutrição da cultura avancem no sentido de maximizar a eficiência dos insumos aplicados.

Partindo dessa premissa, surge a iniciativa de disponibilizar um protocolo de amostragem de tecidos foliares de planta e de solo para a cultura do lúpulo, com o objetivo de ser usado de forma generalizada por interessados no tema (nutrição do lúpulo) e, assim, agregar, em curto e médio prazos, informações de qualidade para uma futura integração de dados em plataforma digital e virtual a ser consolidada. O protocolo apresentado é baseado na compilação de diferentes materiais da literatura internacional que focam na nutrição da cultura (Gingrich et al., 2000; Bryson et al., 2014; HRC, 2019; Afonso et al., 2021). Vale comentar que, pela familiaridade dos agricultores, os autores optaram pela coleta do tecido foliar inteiro (limbo + pecíolo) e não apenas do pecíolo para avaliação do estado nutricional da planta, como alguns autores preconizam (Gingrich et al., 2000; HRC, 2019; Rutto et al., 2021).

A ideia com essa iniciativa é que o estado do Rio de Janeiro fomente a estruturação de uma rede que extrapole suas fronteiras e permita que os resultados de pesquisa e as práticas dos produtores

de lúpulo possam ser compartilhados de forma a promover a cultura, sua cadeia produtiva e, especialmente, seu produto, sempre respeitando o meio ambiente e os produtores.

Como principal resultado dessa rede, vislumbra-se a organização de produtores e técnicos interessados no tema (nutrição de plantas) e o ajuste das recomendações de adubação e calagem para cada variedade plantada (e região). Desdobra-se desse objetivo um conjunto de ações que tornem tais informações acessíveis, confiáveis e compartilhadas.

Relação entre crescimento e o acúmulo de nutrientes pelo lúpulo

Para que o protocolo de coleta de folhas seja bem compreendido, ilustramos a curva de crescimento do lúpulo (de forma simplificada), num ciclo hipotético de 120 dias (Figura 1). Vale comentar que, no Brasil, as variedades de lúpulo estão sendo testadas de forma pioneira, com respostas em relação ao seu ciclo de produção de 120 a 200 dias, a depender das condições de cultivo e do local (Fagherazzi, 2020; Silva, 2023).

Como o lúpulo tem um crescimento rápido, a demanda por nutrientes é também elevada. Na literatura internacional, recomendações de adubação para N, P e K para o primeiro ciclo, por exemplo, variam em torno de 100–200 kg ha⁻¹ de N, 137–229 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e 112–211 kg ha⁻¹ de K₂O, com a tendência de aumento dessas doses conforme a

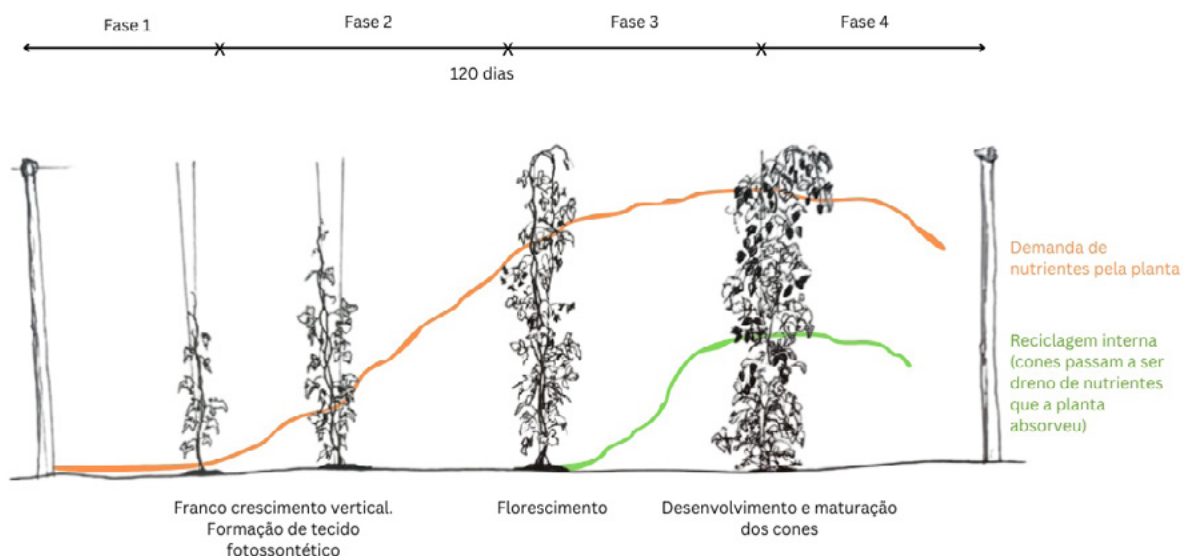


Figura 1. Fases de crescimento e de acúmulo de nutrientes pelo lúpulo. Fase 1 e 2 de demanda elevada; Fase 3 de demanda elevada, mas menor que as anteriores, e Fase 4, de menor demanda por nutrientes do solo, pois esta é compartilhada com a reciclagem interna de nutrientes na planta.

Fonte: Baseado em Gingrich et al. (2000) e Lizotte et al. (2023).

expectativa de aumento da produtividade ao longo dos anos (Rossini et al., 2021).

De forma ilustrativa, apresentamos os diferentes estágios fenológicos da cultura e sua relação com o incremento no consumo de nutrientes.

O crescimento da cultura muito se relaciona (dentre outros fatores) com a disponibilidade de nutrientes. Por isso, a análise de solo é importante após cada ciclo de cultivo. Ademais, conhecer o potencial de crescimento de cada variedade em diferentes regiões implicará manejar de forma diferenciada os insumos necessários à cultura.

Não menos importante é a utilização de plantas de cobertura e adubos verdes nos sistemas de produção do lúpulo, pois eles permitem a perenização da cobertura do solo, a minimização das variações de temperatura, o aumento da retenção de umidade e da atividade biológica do solo. Espécies fixadoras de N_2 atmosférico podem incrementar os estoques de N do solo, reduzindo a necessidade de adubos nitrogenados externos. O Capítulo 6 do livro *Produção de Lúpulo na Região Serrana Fluminense: Manual de Boas Práticas*, editado em 2023 (Aquino et al., 2022), já traz algumas recomendações de plantas de cobertura e adubos verdes para a região Serrana Fluminense.

Protocolo de amostragem de tecido foliar de lúpulo

O protocolo proposto para a coleta de amostras de planta visa gerar dados e informações que possam ser interpretados com rigor científico.

Em alguns países, como os Estados Unidos, o tecido analisado para fins de nutrição é apenas o pecíolo, enquanto em outros, analisa-se a folha inteira. Este protocolo recomenda que o conjunto da folha (pecíolo + limbo) seja coletado (Figura 2), pois esse conjunto de tecidos representa a folha e, de onde podem ser feitas inferências visuais sobre possíveis deficiências e excessos de nutrientes. A Figura 2 ilustra as partes que compõem a folha do lúpulo.

Aqueles produtores que não estão conduzindo estudos específicos (experimentos clássicos de pesquisa), mas possuem lavouras de lúpulo, devem sempre fazer as coletas de amostras de planta e solo nas partes centrais dos seus plantios, evitando as bordas de plantio, linhas adjacentes àquelas que receberam doses ou insumos diferenciados, etc. Outros detalhes sobre a coleta de plantas e solo são dados a seguir.

O produtor ou responsável pela coleta poderá fazer a coleta de amostras de folhas quantas vezes desejar, podendo acompanhar o estado nutricional da planta ao longo do seu ciclo, ou apenas em um

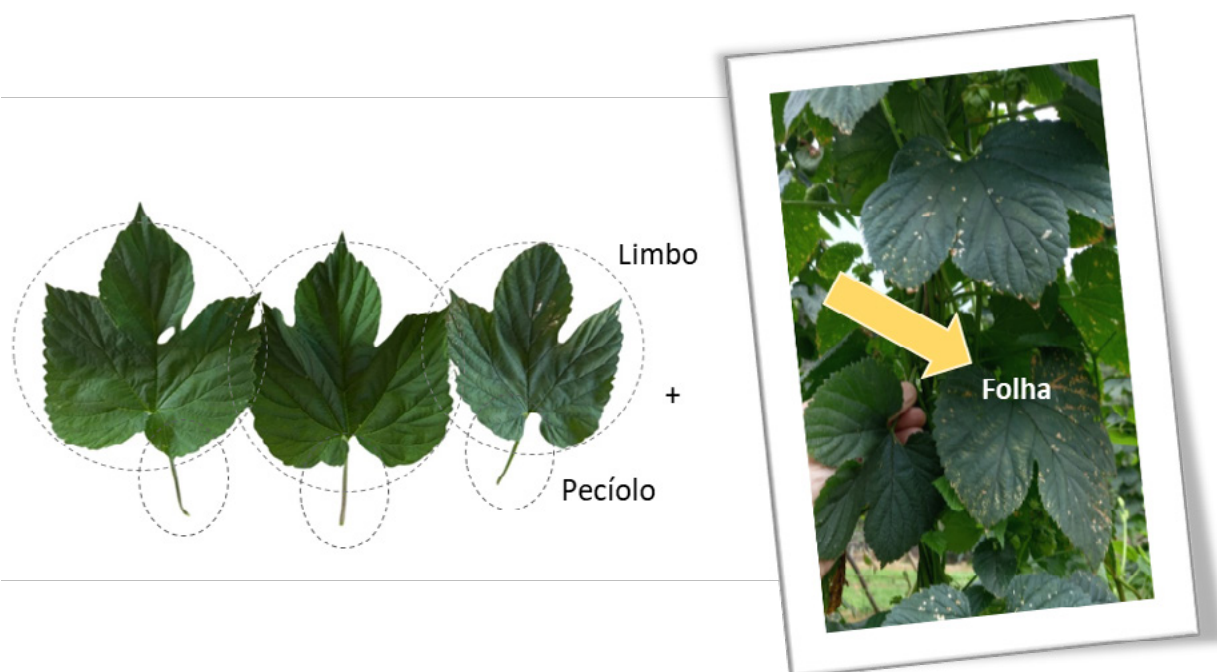


Figura 2. Ilustração de folhas de lúpulo. Notar que o pecíolo é a estrutura que liga o ramo principal ou lateral da planta ao limbo foliar, devendo ser coletado no momento da amostragem do tecido foliar (ver detalhe da coleta da folha).

momento específico. Normalmente, em culturas anuais, a coleta de amostras de tecidos ocorre antes do florescimento para que haja tempo de corrigir qualquer deficiência ou desequilíbrio nutricional, sem comprometer a produção.

Recomenda-se a coleta de folhas maduras à altura de 1,5–2,0 m do solo. Devem ser amostradas pelo menos 30–50 folhas (folha = pecíolo + limbo) maduras do talhão a ser diagnosticado. Todas as folhas serão acondicionadas no mesmo saco de papel e identificadas. É importante lembrar que a amostra deve representar a população de plantas a ser estudada, ou seja, deve representar terrenos homogêneos, ser da mesma variedade, possuir a mesma idade e ter recebido o mesmo manejo.

Essas amostras de plantas devem ser secas, de preferência em estufa (< 70 °C) (Carmo et al., 2000), moídas e enviadas ao laboratório⁽¹⁾ para a realização das análises químicas. Se o produtor não possuir uma estufa, ele pode solicitar ao órgão de extensão rural local para auxiliá-lo na secagem ou improvisar uma pré-secagem. Usando uma caixa de isopor ou de madeira com uma lâmpada incandescente, é possível retirar a umidade excessiva da amostra, mas deve-se tomar cuidado na confecção e manuseio do secador. Outra possibilidade é a secagem em ambiente natural e o envio das amostras para secagem no próprio laboratório que analisará a amostra.

A amostra deve ser enviada identificada pelo responsável, com a descrição do lote da amostra. O lote deve conter informações da propriedade (se possível, georreferenciar o lote), da cultura, do estágio de desenvolvimento, do local de amostragem e qualquer outra informação importante, como, por exemplo: “Lúpulo (variedade Comet), no início do florescimento. Folhas apresentando leve amarelamento (clorose leve)”. Enviar, sempre que possível, para o mesmo laboratório e coletar informações sobre os métodos usados em cada determinação nutricional.

Dessa forma, caso o produtor tenha três variedades de lúpulo em cultivo em um único campo de produção, ou seja, um terreno homogêneo localizado em um local específico da paisagem, ele terá três amostras sendo enviadas para o laboratório.

Amostras coletadas com esses cuidados poderão prover informações importantes para um “RAIO X” da nutrição das variedades cultivadas de

lúpulo no estado do RJ (ou outra região), permitindo que tabelas de referência e interpretação do estado nutricional da cultura possam ser construídas para cada nutriente. A relação da produtividade da variedade com o nível de cada elemento na planta permitirá, de forma preliminar, mas consistente, estabelecer faixas de deficiência, atendimento pleno ou excesso na oferta de nutrientes para a cultura.

Estudos de acumulação de nutrientes (kg ha⁻¹) na planta inteira necessitam de outra abordagem de amostragem da cultura, mas esta não é o objeto deste protocolo.

Protocolo de amostragem de solo para fins de fertilidade

A análise de solo para fins de fertilidade é essencial para o acompanhamento do pH do solo e dos níveis de nutrientes disponíveis para a cultura. É com base no conhecimento desses atributos que as doses de calcário e adubos orgânicos ou minerais a serem utilizadas no próximo ciclo serão calculadas.

O Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro tem um capítulo específico sobre amostragem de solo para fins de fertilidade (Freire et al., 2013). De modo resumido, as amostras de solo para fins de fertilidade são chamadas de amostras compostas, pois são originadas de amostras simples, coletadas em diferentes locais do talhão ou lavoura onde será desenvolvido o cultivo.

Para a cultura do lúpulo, recomenda-se a amostragem nas profundidades de 0–20 e 20–40 cm, onde se concentram suas raízes. Como a linha de plantio do lúpulo recebe tratamento diferenciado em relação à área total do talhão, é recomendada a retirada das amostras das linhas e das entrelinhas de plantio, separadamente, no intuito de se avaliar as condições de fertilidade nos dois ambientes de suporte às plantas de lúpulo.

A coleta de solo deve ser feita em pelo menos 10–20 pontos do talhão, nas profundidades supracitadas. Amostras representativas de cada profundidade serão misturadas em balde específico para homogeneização. Após a homogeneização de cada amostra composta, estas devem ser secas à sombra. Após a secagem, cada amostra deverá ser peneirada, usando uma peneira de 2 mm de malha, ou enviada para o laboratório de análise de solo para

⁽¹⁾ Segue a lista de laboratórios de análise de solo do Rio de Janeiro, que participam do Programa de Análise de Qualidade de Laboratórios de Fertilidade (PAQLF), coordenado pela Embrapa Solos: Embrapa Solos, disponível apenas para projetos de pesquisa e desenvolvimento próprios (Rua Jardim Botânico, 1.024, CEP 22460-000, Rio de Janeiro, RJ); Centro de Análises/Campus Dr. Leonel Miranda (UFRRJ, Rodovia do Açúcar, s/n°, Km 05, Penha, CEP 28020-560, Campos dos Goytacazes, RJ); Fundenor (Av. Presidente Vargas, 180, CEP 28050-010, Campos dos Goytacazes, RJ).

que este proceda ao preparo. Alguns laboratórios cobram por este serviço de preparo (secagem e peneiramento).

É importante identificar a amostra com o nome do proprietário, fazenda, talhão, profundidade em que foi coletada e a data da coleta.

Ao enviar a amostra para análise de fertilidade de rotina, recomenda-se, no mínimo, solicitar a análise dos seguintes atributos: pH, Ca^{+2} e Mg^{+2} e Al^{+3} trocáveis, P e K disponíveis, acidez potencial (H+Al), além da análise granulométrica da amostra, que proverá os teores de argila, silte e areia. Havendo recursos disponíveis, o produtor ou técnico pode solicitar a análise de S-SO₄- e C orgânico.

Com os resultados em mãos, técnicos agrícolas e engenheiros agrônomos poderão ajustar a recomendação de calagem e adubação para a cultura do lúpulo.

Vale adicionar que a adubação orgânica pode substituir totalmente a adubação mineral. A quantidade a ser empregada depende da qualidade do adubo disponível e das condições locais de solo, clima e manejo, sendo definida de acordo com o descrito nos Capítulos 7 e 8 do *Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro*, supracitado.

Complementando as informações do manual, é sempre preferível que fontes orgânicas sejam utilizadas nas lavouras de lúpulo, em detrimento das fontes minerais, dentro da propriedade, especialmente se resíduos estiverem disponíveis dentro ou próximo às lavouras. A escolha por fontes orgânicas estimula a reciclagem de nutrientes dentro da propriedade e é a base da economia circular. Fontes minerais não são descartadas, mas são preteridas caso a oferta de resíduos orgânicos em quantidade e qualidade seja real.

Para calagem e adubação, devem-se seguir as recomendações de Teixeira et al. (2022).

Agradecimentos

À Faperj pelo financiamento de parte da pesquisa. À Embrapa Solos pela infraestrutura de laboratórios e veículos para realização desta pesquisa. Ao Mapa/SDI pelo apoio ao desenvolvimento do PronaSolos, via TED 396/2020 “Integração de esforços para execução de levantamento de solos e de suas interpretações para algumas áreas definidas como prioritárias pelo Programa Nacional de Solos do Brasil (Pronasolos)”.

Referências

ACOSTA-RANGEL, A.; RECHCIGL, J.; BOLLIN, S.; DENG, Z.; AGEHARA, S. Hop (*Humulus lupulus* L.) phenology, growth, and yield under subtropical climatic conditions: Effects of cultivars and crop management. **Australian Journal of Crop Science**, v. 15, n. 5, p. 764-772, 2021.

AFONSO, S.; ARROBAS, M.; RODRIGUES, M. Â. Response of hops to algae-based and nutrient-rich foliar sprays. **Agriculture**, 2021, v. 11, n. 798, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11080798>.

AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L.; TEIXEIRA, A. J.; SILVA, L. L. Plantas de cobertura para o cultivo do Lúpulo. In: AQUINO, A. M.; TEIXEIRA, A. J.; FONSECA, M. J. de O.; ASSIS, R. L. de; OZASSA, T. Y. **Produção de lúpulo na Região Serrana Fluminense**: manual de boas práticas. Nova Friburgo, RJ: Associação Comercial, Industrial e Agrícola de Nova Friburgo, 2022. 140 p.

BRYSON, G.; MILLS, H.; SASSEVILLE, D.; JONES, J.B., JR.; BARKER, A. Plant analysis handbook III: a guide to sampling, preparation, analysis and interpretation for agronomic and horticultural crops. Athens, GA, USA, 2014; Volume VIII.

CARMO, C. A. F. S.; ARAÚJO, W. S.; BERNARDI, A. C. C.; SALDANHA, M. F. C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 41 p. (Embrapa Solos. Circular Técnica, 6).

CREUZ, A.; KRETZER, S. G. (org.). **Lúpulo no Brasil**: perspectiva e realidades. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo, 2022. 175 p.

DONNER, P.; POKORNY, J.; JEZEK, J.; KROFTA, K.; PATZAK, J.; PULKRABEK, J. Influence of weather conditions, irrigation and plant age on yield and alpha-acids content of Czech hop (*Humulus lupulus* L.) cultivars. **Plant Soil and Environment**, v. 66, p. 41–46, 2020. DOI: <https://doi.org/10.17221/627/2019-PSE>.

FAGHERAZZI, M. M. **Adaptabilidade de cultivares de lúpulo na região do Planalto Sul Catarinense**. 2020. 116 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lajes.

FREIRE, L. R.; BALIEIRO, F. de C.; ZONTA, E.; ANJOS, L. H. C. dos; PEREIRA, M. G. P.; LIMA, E.; GUERRA, J. G. M.; FERREIRA, M. B. C.; LEAL, M. A. de A.; CAMPOS, D. V. B. de; POLIDORO, J. C. (ed.). **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília, DF: Embrapa; Seropédica-Rio Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2013. 430 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/177352/1/Manual-de-calagem-e-adubacao-RJ-2013.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2023.

GINGRICH, C.; HART, J.; CHRISTENSEN, N. **Fertilizer guide**: Hops. Corvallis: Oregon State University, 2000.

HAUNOLD, A.; NICKERSON, G. B.; LIKENS, S. T. Yield and Quality Potential of Hop, *Humulus lupulus* L. **The American Society of Brewing Chemists**, v. 41, n. 2, p. 60-63, 1983.

HÅPI RESEARCH CENTRE. **Fertility guide for hops**. 2019. 29 p. Disponível em: <https://hapi.co.nz/wp-content/uploads/2019/10/Fertility-Guide-for-Hops-Oct-2019.pdf>.

Acesso em: 20 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional da Propriedade Industrial. **Instrução normativa n. 25/2013**. Estabelece as condições para o registro das indicações geográficas. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/indicacoes-geograficas/arquivos/legislacao-ig/IN_25_2013.pdf. Acesso em: 20 ago. 2024.

LIZOTTE, E.; SIRRINE, R.; MILES, T.; CHAUDHARI, S.; QUINTANILLA, M.; ISAACS, R. **Michigan hop management guide**. East Lansing: Michigan State University Extension, 2023. 36 p.

ROSSINI, F.; VIRGA, G.; LORETI, P.; IACUZZI, N.; RUGGERI, R.; PROVENZANO, M. E. 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. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11060484>.

RUTTO, L. K.; XU, Y.; REN, S.; SCOGGINS, H.; DAVIS, J. Results from hop cultivar trials in Mid-Atlantic United States. **HortTechnology**, v. 31, n. 4, p. 1-10, 2021.

SILVA, L. L. DA. **Desempenho agrônômico e qualidade de lúpulo sob manejo agroecológico na Região Serrana Fluminense**: cultivares e fertilização orgânica 2023 Tese (Doutorado em Ciência Tecnologia e Inovação em Agropecuária) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2023. 101p.

TEIXEIRA, A. J.; AQUINO, A. M.; MACEDO, J. R. Recomendações preliminares de calagem e adubação para a cultura do lúpulo. In: AQUINO, A. M. de; TEIXEIRA, A. J.; FONSECA, M. J. de O.; ASSIS, R. L. de; OZASSA, T. I. (ed.). **Produção de lúpulo na Região Serrana Fluminense**: manual de boas práticas. Nova Friburgo, RJ: Associação Comercial, Industrial e Agrícola de Nova Friburgo, 2022. p. 63-68.

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1024
Jardim Botânico
22460-000 Rio de Janeiro, RJ
www.embrapa.br/solos
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Ana Paula Dias Turetta*

Secretário-executivo: *Marcos Antônio Nakayama*

Membros: *Bernadete da Conceição Carvalho Gomes Pedreira, David Vilas Boas de Campos, Evaldo de Paiva Lima, Helga Restum Hissa, José Francisco Lumbreras, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Lucia Raquel Queiroz Pereira da Luz, Maurício Rizzato Coelho e Wenceslau Geraldes Teixeira*

Comunicado Técnico 85

ISSN 1517-5685 / e-ISSN 2966-2486
Fevereiro, 2025

Edição executiva: *Marcos Antônio Nakayama*

Revisão de texto: *Marcos Antônio Nakayama*

Normalização bibliográfica: *Enyomara Lourenço Silva* (CRB – 4/1569)

Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*

Diagramação: *Alexandre Abrantes Cotta de Mello*

Publicação digital: PDF



Ministério da
Agricultura e Pecuária

Todos os direitos reservados à Embrapa.