

# A CULTURA DO LÚPULO

NOS CAMPOS DE  
CIMA DA SERRA/RS

**ELÉIA RIGHI  
GILBERTO LUIZ PUTTI  
MARCELLA DE QUADROS BORGES  
MICHELI ANTUNES GOMES  
GUILHERME BARBIZAN DO NASCIMENTO**

VACARIA - UERGS  
2023

# **A CULTURA DO LÚPULO NOS CAMPOS DE CIMA DA SERRA/RS**

AUTORES:

**ELÉIA RIGHI**

**GILBERTO LUIZ PUTTI**

**MARCELLA DE QUADROS BORGES**

**MICHELI ANTUNES GOMES**

**GUILHERME BARBIZAN DO NASCIMENTO**

**UERG**

**VACARIA**

**2023**

Autores:  
**Eléia Righi**  
**Gilberto Luiz Putti**  
**Marcella de Quadros Borges**  
**Micheli Antunes Gomes**  
**Guilherme Barbizan do Nascimento**

**Equipe editorial:** Prof. Dr. Rodrigo Bertoni (IFRS); Prof. Dr. Luidi Eric Guimarães Antunes (Uergs)

**Revisão de língua portuguesa:** Atlas Assessoria Linguística

**Capa, diagramação e projeto gráfico:** Amanda Quadros Pulz

**Imagens da capa e capítulos:** Canva. Disponível em: <https://www.canva.com/>

Todos os direitos reservados.

© 1. ed. 2023 – Organizadoras da Publicação E-book – PDF.



Creative Commons License

Catálogo de publicação na fonte (CIP)

R571c Righi, Eléia

Cultura do lúpulo nos Campos de Cima da Serra/RS, A/ Gilberto Luiz Putti *et al.* – Vacaria: Uergs, 2023.

136 f. E-book - pdf  
ISBN 978-65-86105-87-2

1. Cerveja. 2. Lúpulo. 3. Pesquisas, tecnologias e inovações. I. Righi, Eléia. II. Putti, Gilberto Luiz. III. Borges, Marcella de Quadros. IV. Gomes, Micheli Antunes. V. Nascimento, Guilherme Barbizan do. VI. Título.

CDU 633.791

Marcelo Bresolin – CRB 10/2136

## PREFÁCIO

Este e-book contempla as pesquisas, tecnologias e inovações desenvolvidas pela Doutora Eléia Righi, vinculada à Unidade Universitária em Vacaria da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (Uergs), e pelo Doutor Gilberto Luiz Putti, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) – *Campus Vacaria*.

O capítulo 1 trata dos caminhos da pesquisa deste e-book e de uma breve caracterização da área experimental abordada neste trabalho. Já o capítulo 2, contribuição do pesquisador Guilherme Barbizan do Nascimento, salienta que temperaturas frias no inverno, baixa intensidade de vento, alta altitude e latitudes localizadas entre 35° e 55° N ou S são consideradas condições ideais para o cultivo do lúpulo. Entretanto, cultivos em condições divergentes mostram que essa cultura tem potencial de produção mesmo fora das condições consideradas ideais. O município de Vacaria, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, apresenta altitude elevada, temperaturas frias no inverno e horas de luminosidade suficientes para o cultivo do lúpulo. Porém, existe uma escassez de resultados de pesquisas e de trabalhos referentes a essa cultura e disponibilizados aos agricultores regionais e locais.

A pesquisadora Micheli Antunes Gomes foi a organizadora de toda a pesquisa do capítulo 3. Nesse sentido, a autora analisou a produção de algumas mudas de cinco cultivares de lúpulo a partir da estaquia, além de verificar a viabilidade da propagação vegetativa. É necessário ter o correto manejo das mudas e escolher as variedades mais viáveis e adaptáveis à região de cultivo. Assim, esse trabalho é uma contribuição para a cadeia produtiva do lúpulo na região do Campos de Cima da Serra/RS, que pode resultar em menos importações e, conseqüentemente, diminuição nos custos de produção e maior lucratividade para o produtor e o mercado cervejeiro.

Nos capítulos 4 e 5, a contribuição foi da pesquisadora Marcella de Quadros Borges, que analisa o manejo da cultura do lúpulo na safra 2022/2023 e a produção de

alguns estilos de cervejas com o lúpulo colhido. A pesquisadora traduz sua pesquisa salientando que as cultivares Northern brewer e Mapuche foram as que apresentaram maior adaptabilidade ao local, bem como as que melhor produziram. Em relação à produção de alguns estilos de cervejas artesanais, são necessários mais testes e estudos, mas já é possível afirmar que o lúpulo produzido, sendo adaptado de forma correta nas receitas, tem grande potencial de produzir cervejas com aroma e sabor diferenciados.

Portanto, sem esgotar o assunto, este trabalho é a junção de esforços de um grupo de pesquisadores que amam a agronomia, a geografia, a inovação, a tecnologia e principalmente uma boa cerveja artesanal.

## SUMÁRIO

### CAPÍTULO 1

Os caminhos da pesquisa e a área experimental.....7

### CAPÍTULO 2

Variabilidade climática no município de Vacaria/RS e a sua influência na cultura do lúpulo.....21

### CAPÍTULO 3

Propagação de cinco cultivares de mudas de lúpulo (*Humulus lupulus* L.) em casa de vegetação.....47

### CAPÍTULO 4

Manejo da cultura do lúpulo na safra 2022/2023.....84

### CAPÍTULO 5

Estilos de cerveja com lúpulo gaúcho e a sua autenticidade artesanal/regional.....116

INFORMAÇÕES SOBRE OS(AS) AUTORES(AS).....137



1 | OS CAMINHOS DA  
PESQUISA E A ÁREA  
EXPERIMENTAL

## INTRODUÇÃO

A construção da ciência e da pesquisa sempre deve ser baseada em métodos e técnicas. Além disso, é necessário que ela esteja fundamentada na epistemologia. Vários autores ainda salientam que dados quantitativos e qualitativos devem estar entrelaçados com a teoria e com o empírico, o lógico, o real e o ideal. Portanto, como Severiano (2013, pg. 88) ressalta, “a ciência se faz quando o pesquisador aborda os fenômenos aplicando recursos técnicos, seguindo um método e apoiando-se em fundamentos epistemológicos”.

Para Yin (2015), devem-se sempre considerar dados qualitativos e quantitativos em qualquer estudo de caso, uma vez que eles são complementares, permitindo uma análise mais complexa dos fenômenos e processos estudados. Nesse sentido, os “dados quantitativos ou numéricos são verificados por meio de medições de grandezas e obtêm-se por meio da metrologia, números com suas respectivas unidades”, segundo Pereira *et al.* (2018, pg. 69). Os autores ainda ressaltam como o enfoque matemático muitas vezes torna-se essencial por possibilitar a previsão dos fenômenos. Já para Prodanov e Freitas (2013), nas pesquisas qualitativas, as variáveis, que são os elementos observáveis, são descritas ou explicadas. Pereira *et al.* (2018) esclarecem que, nos métodos qualitativos, o importante é a interpretação por parte do pesquisador, através de suas opiniões sobre o fenômeno em estudo.

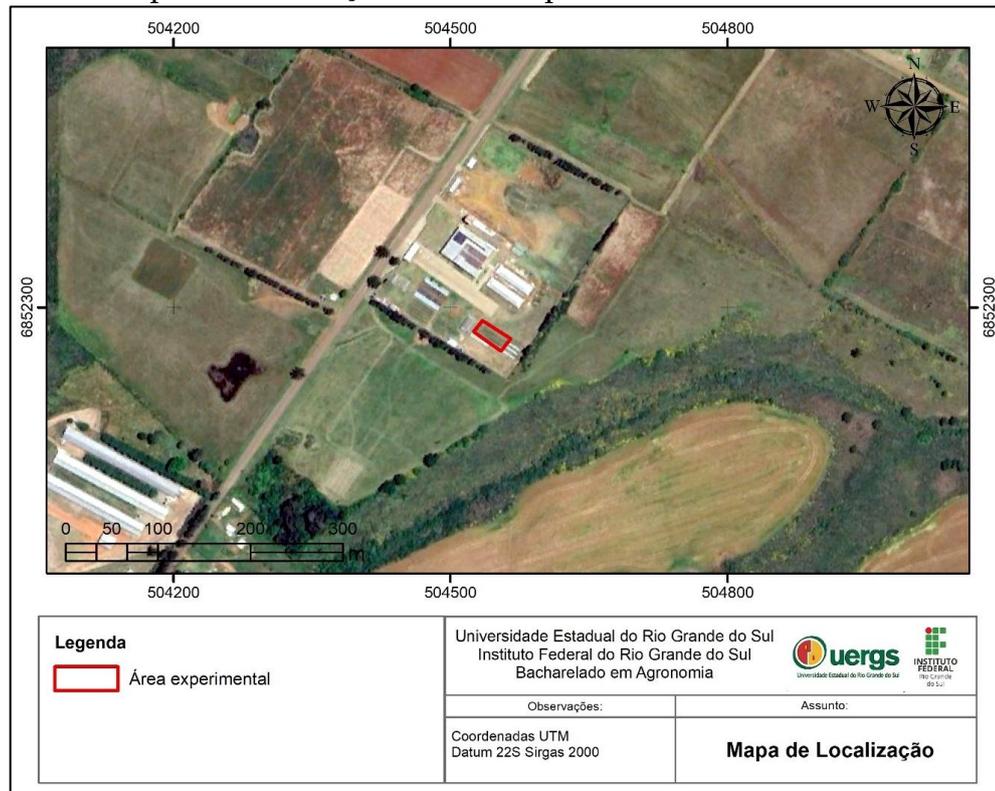
Para a construção de qualquer trabalho, é fundamental também a revisão bibliográfica, a qual permite a identificação de lacunas de conhecimento, a formulação de hipóteses e objetivos de pesquisa e o estabelecimento de bases teóricas e metodológicas para o estudo. Além disso, possibilita o levantamento e a análise crítica do conhecimento já produzido sobre o tema em questão (GALL; GALL; BORG, 2013).

Nesse sentido, este capítulo visa abordar as técnicas aplicadas para a construção da área experimental, os materiais utilizados e as cultivares plantadas. Além disso, foram analisadas variáveis geográficas da área em estudo.

## ANÁLISE GEOGRÁFICA DA ÁREA EXPERIMENTAL

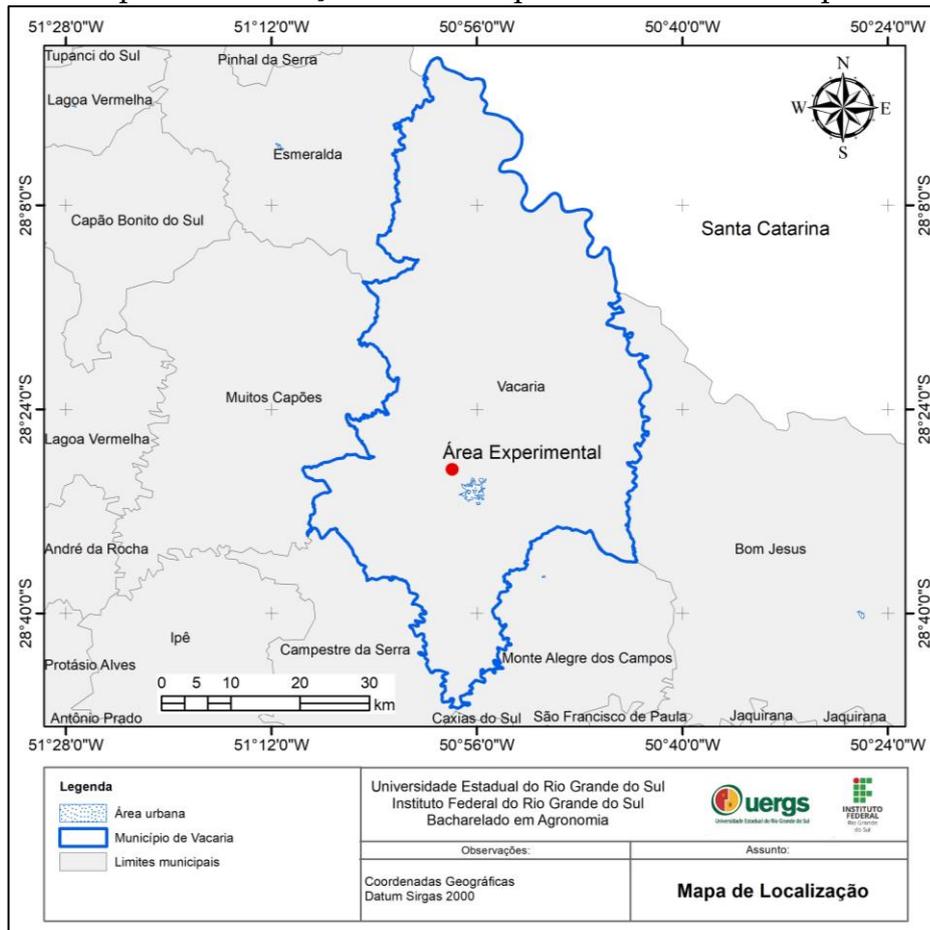
A área experimental tem altitude de 918 m, com uma área de 500 m<sup>2</sup>, aproximadamente. Está localizada dentro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) – *Campus Vacaria* (Figuras 1.1 e 1.2), nas coordenadas geográficas 28°27'22.02"S e 50°57'12.92"O. Apesar de as lavouras de lúpulo serem encontradas em praticamente todas as latitudes, alguns autores salientam que as condições mais ideais para as cultivares são entre 35° e 55° de latitude nos hemisférios Norte e Sul, regiões com o clima mais moderado (ALMAGUER *et al.*, 2014).

Figura 1.1: Mapa de localização da área experimental dentro do IFRS – Vacaria.



Fonte: Autores (2023).

Figura 1.2: Mapa de localização da área experimental no município de Vacaria.

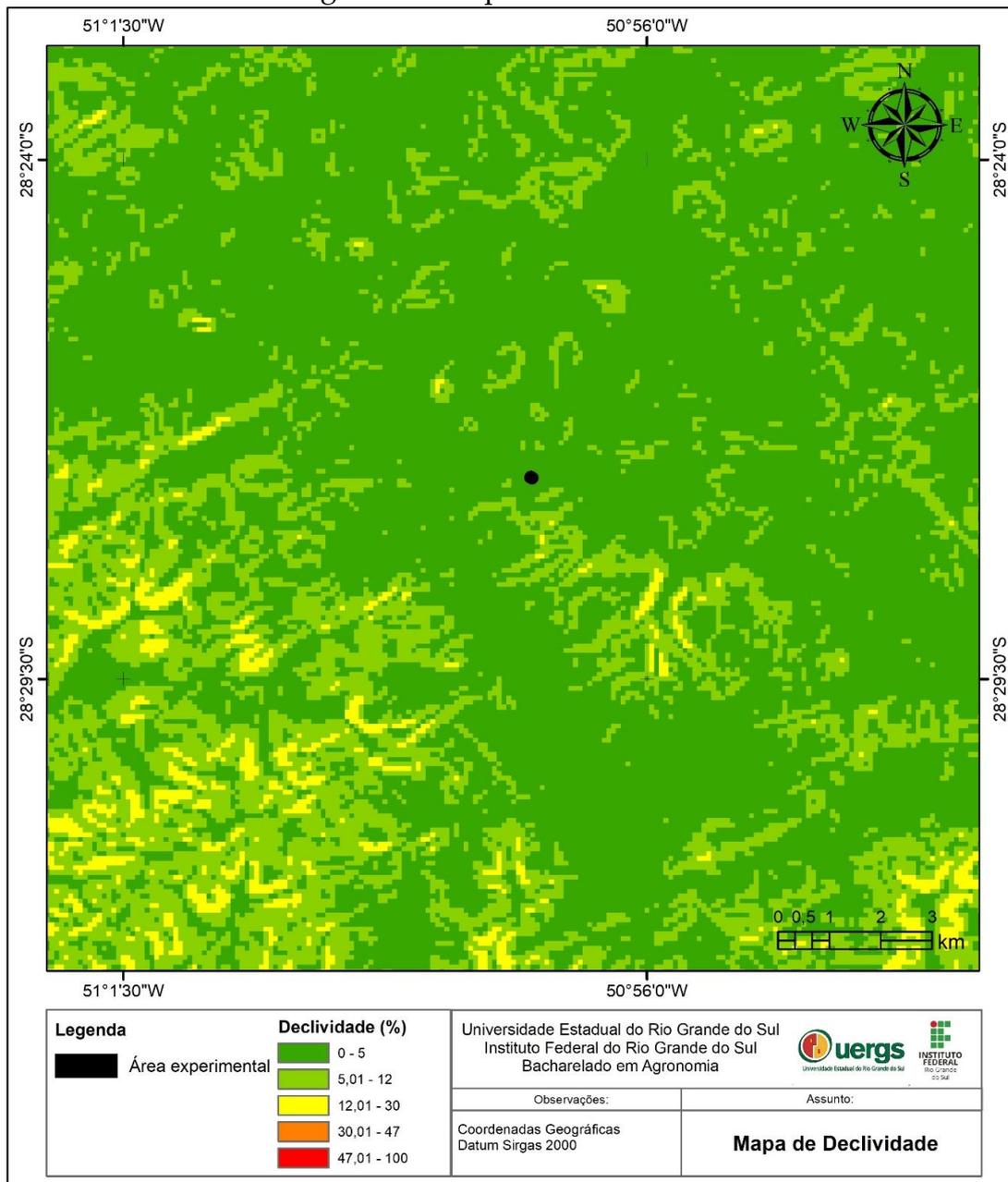


Fonte: Autores (2023).

Em relação à declividade, a área em estudo apresenta declividade baixa, menor que 5%, facilitando todo o processo de manejo da cultura. Além disso, terrenos menos declivosos têm baixa perda de solo, aumentando assim a capacidade produtiva (Figura 1.3). Solos mais planos são melhores para infiltração de água, quando não estão compactados.

Para o mapeamento da altimetria e da declividade, foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE) e suas derivações locais básicas em cobertura nacional, elaborados a partir dos dados da Missão Topográfica Radar Shuttle (SRTM), disponibilizados pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) na rede mundial de computadores. O modelo foi obtido do projeto Topodata do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Os valores das classes de declividade foram atribuídos de acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT).

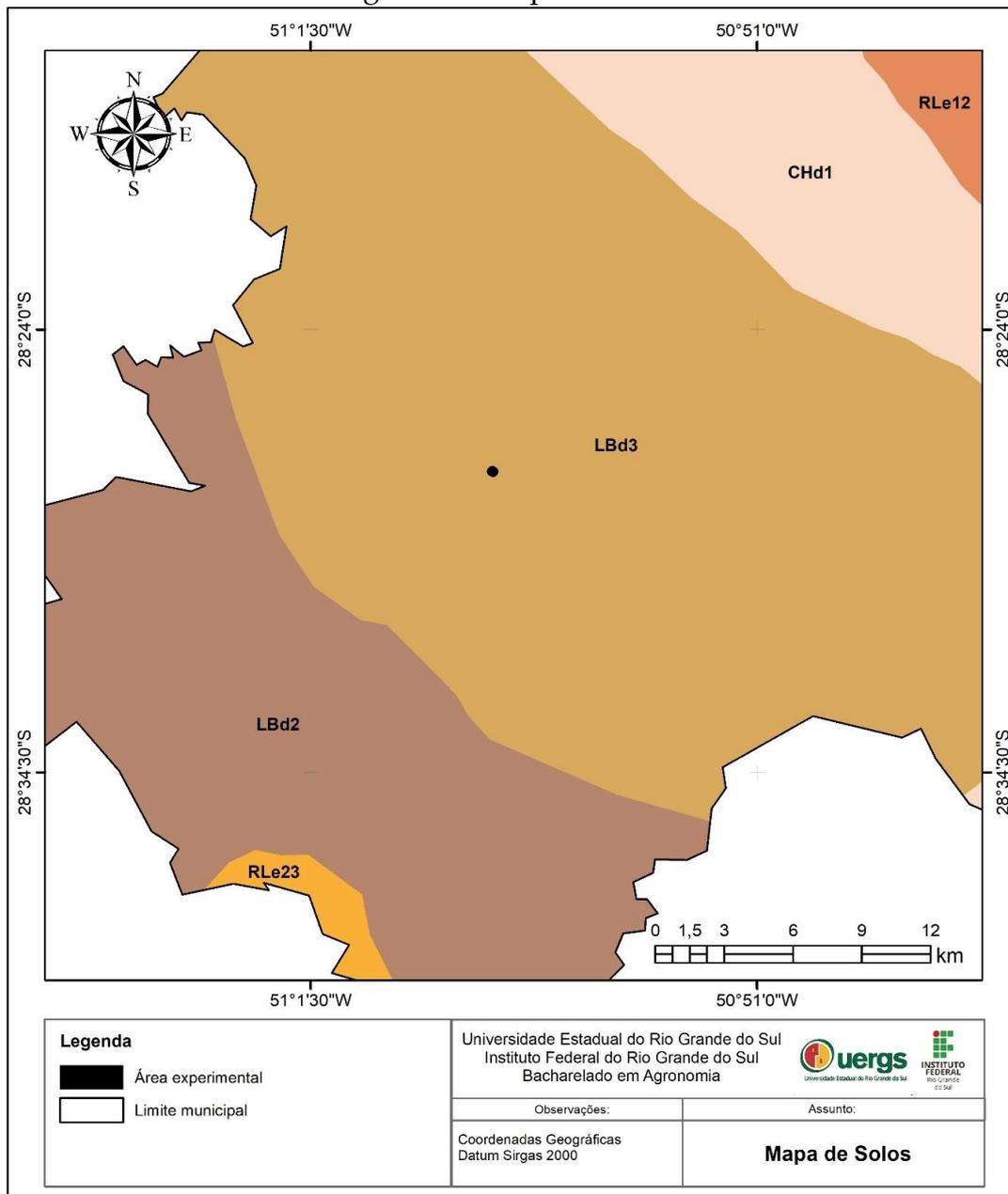
Figura 1.3: Mapa de declividade.



Fonte: Autores (2023).

As características do solo são influenciadas fortemente pelo material de origem, derivado do derrame de basalto, com predomínio de Latossolos Brunos Distróficos combinados com Cambissolos Húmicos Distróficos e Nitossolos Brunos Distróficos (Figura 1.4). A unidade geológica é descrita como a Paranapanema, do período Cretáceo, predominando o andesito e o basalto.

Figura 1.4: Mapa de solos.



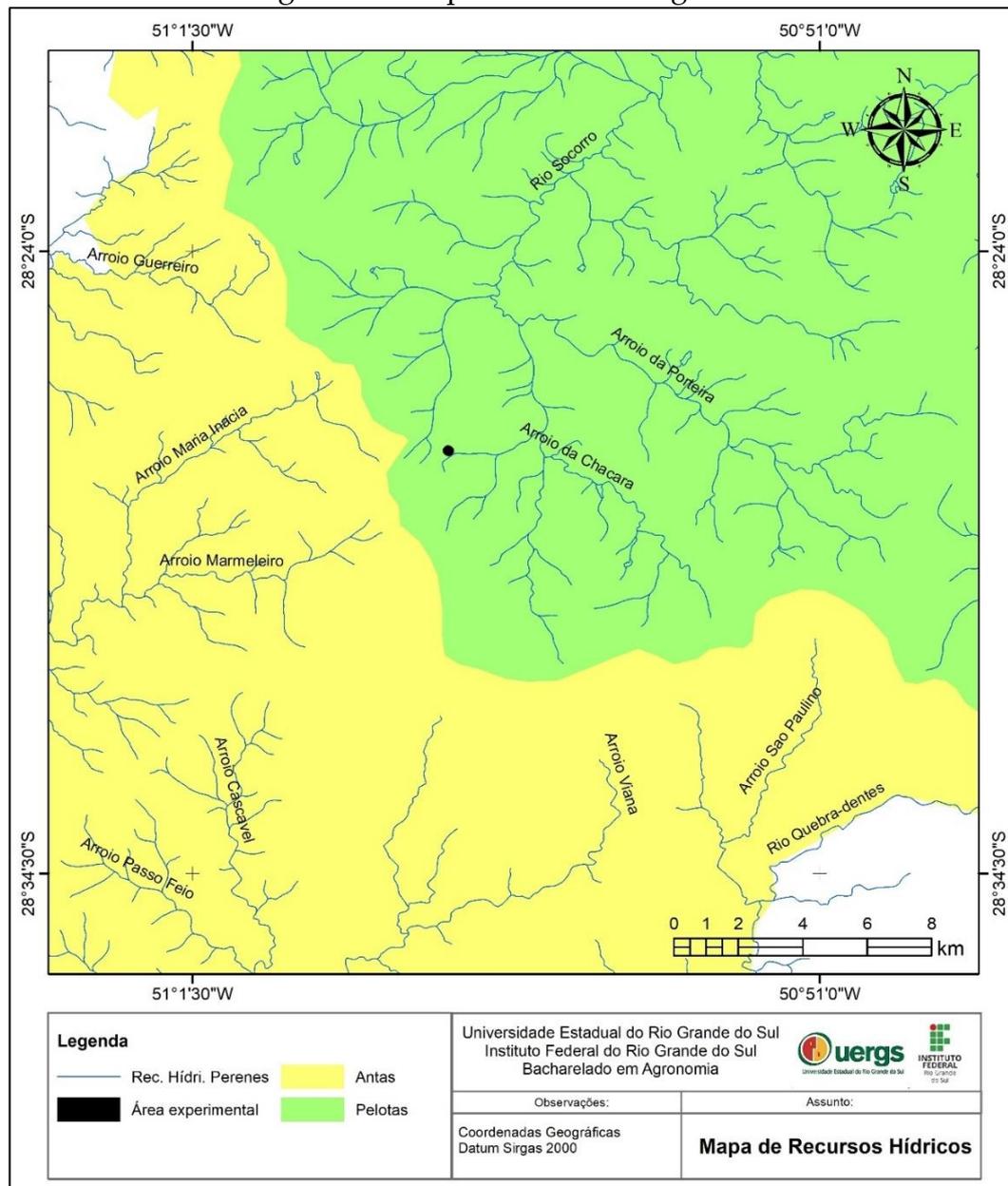
Fonte: Autores (2023).

Conforme a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2021), os Latossolos Brunos exibem cores amarelo-avermelhadas (brunadas) com enriquecimento de matéria orgânica na superfície, argilosos e muito argilosos, desenvolvidos em condições de clima subtropical e derivados de rochas basálticas e riódacíticas do sul do Brasil. Apresentam horizonte superficial húmico ou teores de carbono orgânico superiores a 1%, até 70 cm ou mais de profundidade.

No mapa de solos, foi utilizado o *shapefile* do Mapa de Solos elaborado no ano de 2011 pela Embrapa Solos (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos), disponibilizado para download pela mesma organização na rede mundial de computadores, contendo informações pertinentes ao processo de mapeamento. Para o mapeamento da geologia da área de estudo, foi utilizado o *shapefile* do Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

Em relação à rede hidrográfica, a área experimental pertence à bacia hidrográfica do Rio Socorro (Figura 1.5). Esse rio é um afluente esquerdo do Rio Pelotas e nasce na Montanha da Serra Geral, no município de Bom Jardim da Serra, no estado de Santa Catarina. Ao se encontrar com o Canoas, passa a se chamar Rio Uruguai, o qual passa pelo estado do Rio Grande do Sul. Para os recursos hídricos, foram utilizados os dados da base cartográfica na escala 1:50.000 da divisão do serviço Geográfico do Exército (DSGE).

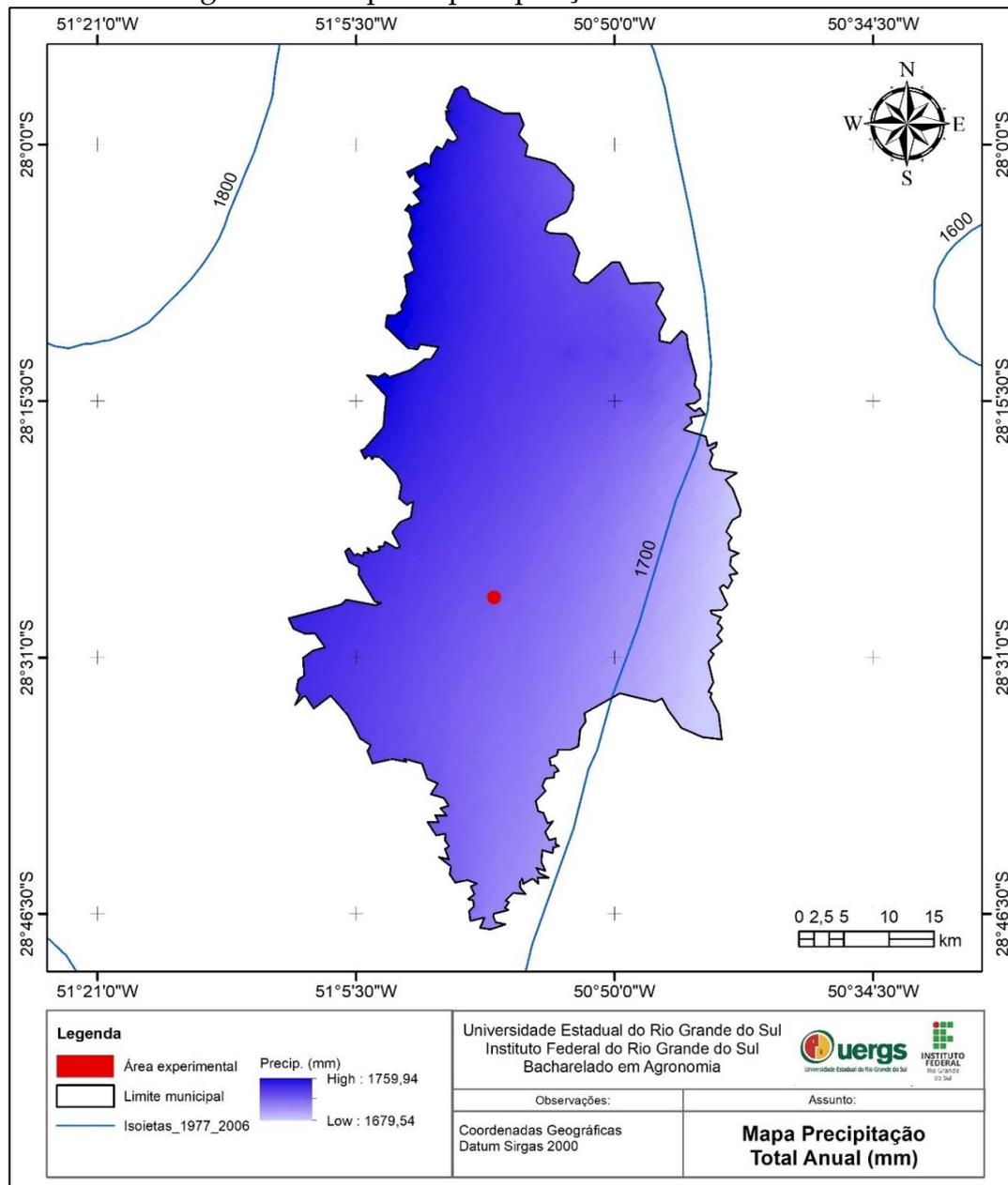
Figura 1.5: Mapa da rede hidrográfica.



Fonte: Autores (2023).

Em relação à quantidade anual de chuvas, foi usado o Atlas Pluviométrico do Brasil, que teve por objetivo reunir, consolidar e organizar as informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional. Utilizaram-se as isoietas médias anuais da série histórica de 1977 a 2006. Assim, verifica-se que o local, nessa série histórica de trinta anos, tem aproximadamente a média de 1700 mm anuais (Figura 1.6).

Figura 1.6: Mapa da precipitação anual de Vacaria.



Fonte: Autores (2023).

## TÉCNICAS APLICADAS NO PLANTIO DAS CULTIVARES DE LÚPULO

Na área experimental, o projeto é coordenado pelo Professor Doutor Gilberto Luiz Putti. Para a concretização do projeto, realizou-se o plantio de 90 mudas de seis diferentes cultivares no ano de 2021, sendo apresentadas no Quadro 1.1.

Quadro 1.1: Variedades de lúpulo.

	<b>Variedade</b>	<b>Nº</b>
<b>1</b>	Cascade	101
<b>2</b>	Chinook	102
<b>3</b>	Northern brewer	1
<b>4</b>	Halertan mittelfree	2
<b>5</b>	Mapuche	7
<b>6</b>	Spalt spalter	10

Fonte: Gilberto Luiz Putti (2021).

Para isso, demarcou-se uma área de 30 m de comprimento por 10 m de largura, previamente preparada, ocorrendo a calagem do solo conforme a recomendação técnica. No período de inverno, realizou-se o cultivo de aveia preta, que foi dessecada no mês de setembro. Depois disso, o solo foi revolvido com encanteiradeira somente nas linhas de plantio (Figura 1.7).

Prepararam-se, então, três canteiros (blocos) para o plantio, respeitando-se as distâncias de 3,3 m entre linhas e 1 m entre plantas. Após a abertura dos sulcos para o plantio, foram depositados em cada um 100 g de NPK, juntamente com cerca de 800 g (uma pá) de terra contendo esterco de aves.

Figura 1.7: Organização inicial da área experimental.



Fonte: Gilberto Luiz Putti (2021).

O experimento conta com seis cultivares, três blocos casualizados e, em cada unidade experimental, cinco plantas; destas, sempre foram avaliadas as três do meio. O sistema de irrigação utilizado é o por gotejamento, permanecendo ligado por cerca

de três a quatro horas na segunda-feira, na terça-feira e na quarta-feira de cada semana.

O plantio das mudas foi realizado dia 4 de outubro de 2021, conforme o Quadro 1.2. No momento do plantio, já foram instalados os ganchos para a condução das plantas (Figura 1.8).

Quadro 1.2: Organização das variedades nos blocos.

<b>Bloco 1</b>	101	102	1	2	7	10
<b>Bloco 2</b>	10	2	7	101	1	102
<b>Bloco 3</b>	7	1	102	10	2	101

Fonte: Gilberto Luiz Putti (2021).

Figura 1.8: Plantio das mudas na área experimental.



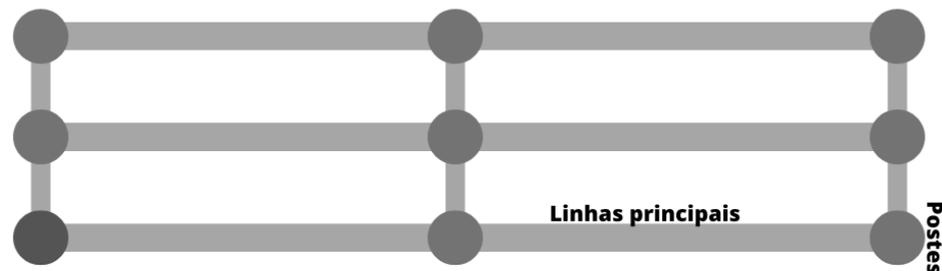
Fonte: Gilberto Luiz Putti (2021).

Para a condução da planta, instalou-se uma estrutura de sustentação. Nessa estrutura, foram utilizados nove postes, três em cada bloco, de 5,4 m e enterrados 1 m no chão, sobrando 4,4 m para o desenvolvimento da planta, contando também com o auxílio de arames dispostos ao longo da estrutura. Para a fixação desses arames, utilizou-se uma travessa de 2,5 m, localizada na ponta dos palanques. O sistema de tutoramento usado na linha foi o em "V", através de barbantes sisais

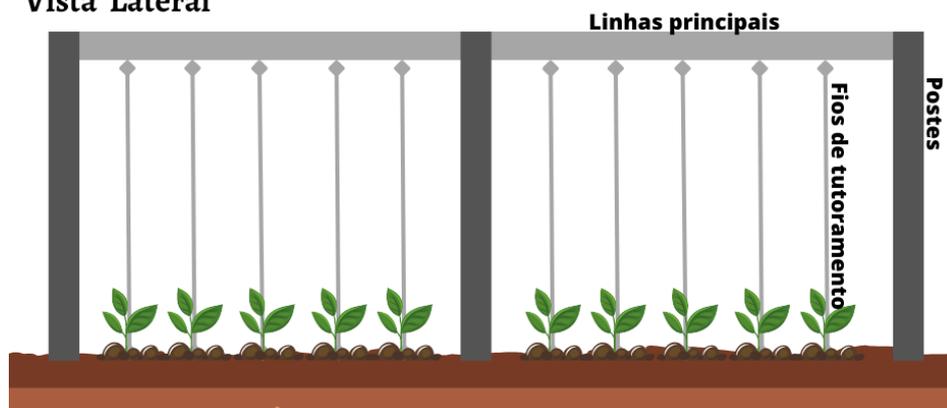
presos aos arames e posteriormente amarrados em ganchos instalados próximos ao colo da planta, facilitando a condução dos ramos (Figura 1.9).

Figura 1.9: Desenho esquemático da estrutura de sustentação.

#### Vista de Cima



#### Vista Lateral



Fonte: Gilberto Luiz Putti (2021).

Para as duas safras já colhidas, foram feitas análises do crescimento vegetativo, conforme descrito a seguir:

1 – Altura de plantas (m): mensurada com o auxílio de uma fita métrica, abrangendo a extensão da base da planta até a inserção da última folha produzida, avaliada uma vez por mês; 1ª avaliação realizada dia 24 de novembro de 2021, considerando o maior ramo emitido até então (ramo principal);

2 – Altura de inserção do primeiro ramo lateral contendo produção de cones (m): mensurada com auxílio de uma trena métrica, abrangendo da base da planta até a primeira inserção de ramo lateral contendo produção de cones;

3 – Índice de cone (cone.cm-): contando-se o número de cones de um ramo lateral, dividido pelo comprimento do ramo lateral, com auxílio de trena métrica;

4 – Possíveis danos em folhas ou cones, causados por insetos: observados durante todas as etapas do ciclo da planta.

Além disso, foram realizadas várias avaliações pós-colheita, como também pode ser verificado a seguir:

1 – Massa fresca de dez cones (g): utilizando-se uma balança digital de precisão;

2 – Número de cones por planta: expresso em unidades de cones colhidos por planta (un planta-1), contabilizado a partir da contagem e da pesagem de 100 cones;

3 – Produção por planta (kg planta-1): expressa em kg de cones colhidos por planta;

4 – Produtividade estimada (Kg ha-1): a produção obtida por planta será estimada para um hectare, em função da densidade de plantio.

Nesse sentido, é importante verificar todas as fases das plantas, pois, conforme Fagherazzi e Rufato (2018, pg. 1), um dos grandes problemas da produção de lúpulo do Brasil, “segundo os produtores, é a falta de informação técnica para o cultivo, desde o uso de defensivos agrícolas, o manejo de plantas daninhas, a escolha do sistema de condução, a época de poda, o ponto de colheita e os níveis de adubação”.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conclui-se este capítulo ressaltando que é de extrema importância em qualquer trabalho científico conhecer a área de pesquisa ou o objeto em estudo e adotar uma postura investigativa. Além disso, pretendeu-se contribuir com uma iniciação mais sistemática e prática aplicada à pesquisa, citando as técnicas que foram usadas na área experimental e que serão aplicadas nos próximos capítulos deste livro.

## REFERÊNCIAS

ALMAGUER, C. *et al.* Humulus lupulus – a story tha begs to b told. A review. **Jorunal of the Institute of Brewing**, v. 120, n. 4, p 289-314. 2014.

EMBRAPA. **Latossolos Brunos**. Conteúdo migrado na íntegra em: 09/12/2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/latossolos/latossolos-brunos>. Acesso em: 07 jun. 2023.

FAGHERAZZI, M. M.; RUFATO, L. Produzir lúpulo no Brasil, utopia ou realidade? **Revista Agronomia Brasileira**, v. 2, s/n, p.1-2, 2018.

GALL, M. D.; GALL, J. P.; BORG, W. R. **Applying educational research**: How to read, do, and use research to solve problems of practice. 7th edition. Pearson, 2013.

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. **Metodologia da pesquisa científica** [recurso eletrônico]. Santa Maria, RS: UFSM, NTE, 1. ed. 2018. Disponível em: [https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/358/2019/02/Metodologia-da-Pesquisa-Cientifica\\_final.pdf](https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/358/2019/02/Metodologia-da-Pesquisa-Cientifica_final.pdf). Acesso em: 17 ago. 2023.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2. ed., 2013. Disponível em: <https://www.feevale.br/Comum/midias/0163c988-1f5d-496f-b118-a6e009a7a2f9/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2023.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Ed. Cortez. 2013. Disponível em: [https://www.ufrb.edu.br/ccaab/images/AEPE/Divulga%C3%A7%C3%A3o/LIVROS/Metodologia\\_do\\_Trabalho\\_Cient%3%ADfico\\_-\\_1%C2%AA\\_Edi%C3%A7%C3%A3o\\_-\\_Antonio\\_Joaquim\\_Severino\\_-\\_2014.pdf](https://www.ufrb.edu.br/ccaab/images/AEPE/Divulga%C3%A7%C3%A3o/LIVROS/Metodologia_do_Trabalho_Cient%3%ADfico_-_1%C2%AA_Edi%C3%A7%C3%A3o_-_Antonio_Joaquim_Severino_-_2014.pdf). Acesso em: 17 ago. 2023.

YIN, R. K. **O Estudo de caso**. Porto Alegre: Bookman, 2015. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6598416/mod\\_resource/content/1/Livro%20Robert%20Yin.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6598416/mod_resource/content/1/Livro%20Robert%20Yin.pdf). Acesso em: 17 ago. 2023.

2 | VARIABILIDADE CLIMÁTICA  
NO MUNICÍPIO DE VACARIA/RS  
E A SUA INFLUÊNCIA NA  
CULTURA DO LÚPULO



## INTRODUÇÃO

*Humulus lupulus* L. pertence à família Cannabaceae e à ordem das *Rosales* (DURELLO; SILVA; BOGUSZ, 2019), sendo chamada popularmente de lúpulo. É uma planta perene e brota todo ano através de seus rizomas. Além disso, sua parte vegetativa tem característica anual, desenvolvendo-se durante a primavera e o verão e entrando em senescência no final do outono e do inverno (LEITE; PANDOLFO, 2022).

Sua produção será em clima quente. No inverno, a planta perde suas folhas, permanecendo vivo apenas o seu sistema subterrâneo ramificado. Esse sistema tem de 2 a 4 m de profundidade e se desenvolve melhor em solos ricos em húmus (SILVA, 2019). Os rizomas do lúpulo têm característica perene e emitem raízes anuais devido à acumulação de reservas. É a partir dos rizomas que são emitidos os brotos de consistência herbácea, que crescerão como trepadeiras no sentido horário nos seus apoiadores (FAGHERAZZI, 2020).

O Brasil apresenta uma grande diversidade de biomas, variados climas e diferentes latitudes que fornecem condições climáticas distintas, portanto é possível encontrar regiões adequadas para o cultivo do lúpulo (SILVA, 2019). Porém, há controvérsias sobre as condições climáticas ideais para o cultivo dessa planta. Originária de clima temperado e latitudes altas, tais características eram consideradas adequadas. No entanto, experiências de cultivos em regiões mais quentes com latitudes mais baixas também mostram resultados satisfatórios (LEITE; PANDOLFO, 2022).

A região dos Campos de Cima da Serra está localizada entre 27° a 29° S, ou seja, fora da zona preferencial de produção. Entretanto, a temperatura e a pluviosidade são fatores determinantes para o sucesso na produção do lúpulo (BIZOTTO, 2019). As variedades podem apresentar preferência por temperaturas distintas. Além disso, a temperatura não influencia na emissão floral, porém a

amplitude térmica pode interferir na quantidade de flores produzidas (LEITE; PANDOLFO, 2022).

Temperaturas abaixo dos 5°C ou acima dos 35°C paralisam o desenvolvimento da planta. A pluviosidade também é determinante na produção. A precipitação bem distribuída durante o período vegetativo é mais eficiente para uma boa produção do que um acumulado maior, mas mal distribuído (FAGHERAZZI, 2020).

Após a colheita dos cones, a planta começa a entrar em dormência. Isso se justifica pelo fato de que logo após a colheita os dias começam a ficar mais curtos. Com isso, a planta entra em senescência da área vegetativa e de suas raízes mais finas, além de transferir suas reservas energéticas para seu sistema subterrâneo de reserva (BIZOTTO, 2019).

A procura por lúpulo local tem aumentado cada vez mais devido ao crescimento do número de cervejarias no país. Mesmo o Brasil sendo um dos maiores consumidores de cerveja, ele não tem uma produção de lúpulo em larga escala devido à falta de estudos sobre características e adaptabilidade da planta em clima brasileiro. Com isso, uma grande parcela do lúpulo utilizado é importada (SANTOS, 2020).

É possível encontrar condições adequadas para o cultivo de lúpulo no município de Vacaria, no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Essa região apresenta grande altitude, além de uma temperatura fria no inverno e horas de luminosidade suficientes para que a cultura produza a floração. Entretanto, por ser uma espécie pouco conhecida na região, não existem informações ou experimentos suficientes sobre o desempenho dessa planta para o incentivo de possíveis produtores.

Nesse sentido, o objetivo geral deste capítulo é analisar a variabilidade climática no município de Vacaria/RS, em relação à produção de lúpulo para as safras 2021/2022 e 2022/2023 da área experimental.

## METODOLOGIA

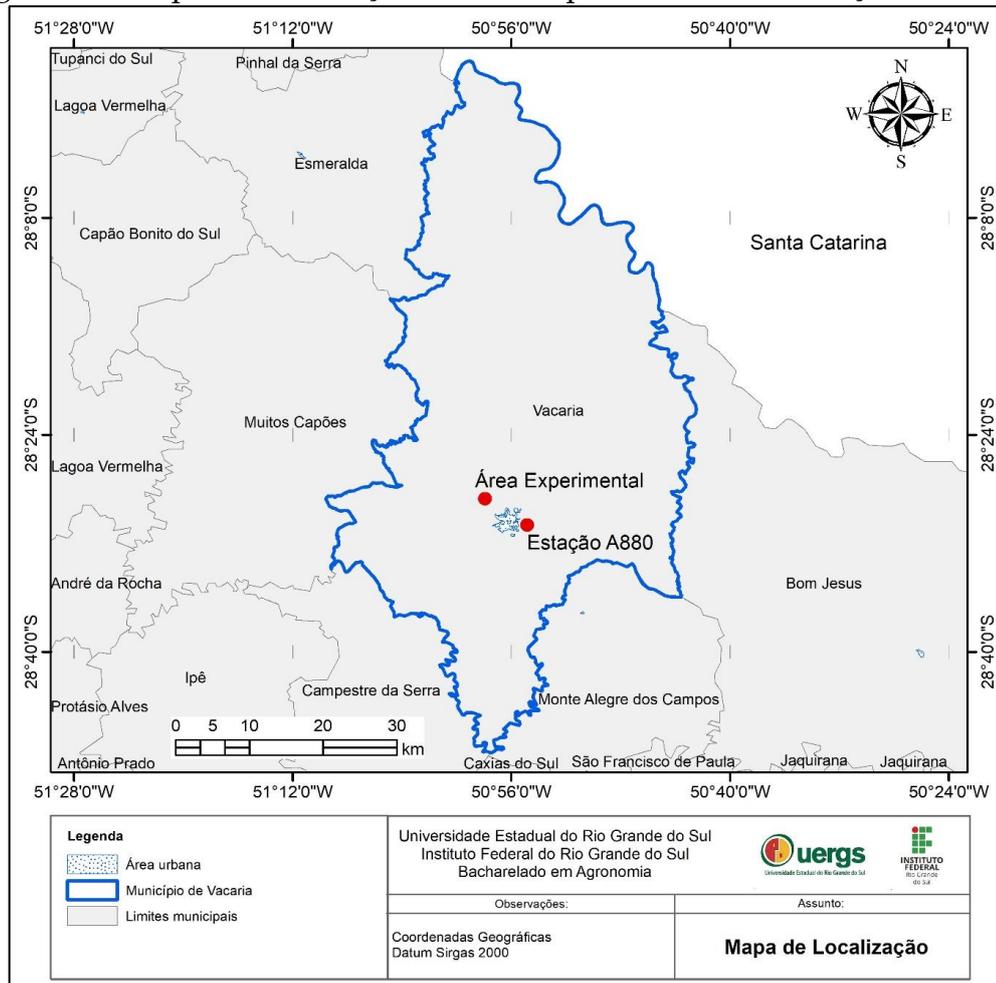
As variáveis climáticas do município de Vacaria que foram analisadas para os anos de 2020, 2021, 2022 e até março de 2023 são: precipitação, radiação, direção do vento, rajada de vento, velocidade do vento, umidade, ponto de orvalho e temperatura. Os dados foram organizados através de planilhas de Excel.

Os dados diários foram obtidos na base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da estação automática VACARIA A880, por meio deste link: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A880>. No mapa da Figura 2.1, podem ser visualizadas a localização da área experimental e a da estação automática A880, verificando-se que estão muito próximas.

As estações automáticas conseguem medir um dado para cada variável a cada hora. Assim, ao final de um dia, são obtidos 24 dados/variável. Nesse sentido, para as análises mensais, foi necessário trabalhar com tabelas dinâmicas. Para análise de impacto de temperatura, precipitação e velocidade de ventos na cultura, foram realizadas Análises de Variância (ANOVA); em caso de observação de diferença significativa, foi aplicado o Teste Tukey.

A ANOVA, desenvolvida pelo britânico Ronald Fisher, é um procedimento estatístico utilizado para comparar médias de duas ou mais populações. Martins (2008) a definiu como um método capaz de verificar se um determinado fator, no caso uma variável independente, produziria alguma influência sobre alguma variável de interesse – a variável dependente.

Figura 2.1: Mapa de localização da área experimental e da estação climática.



Fonte: Autores (2023).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

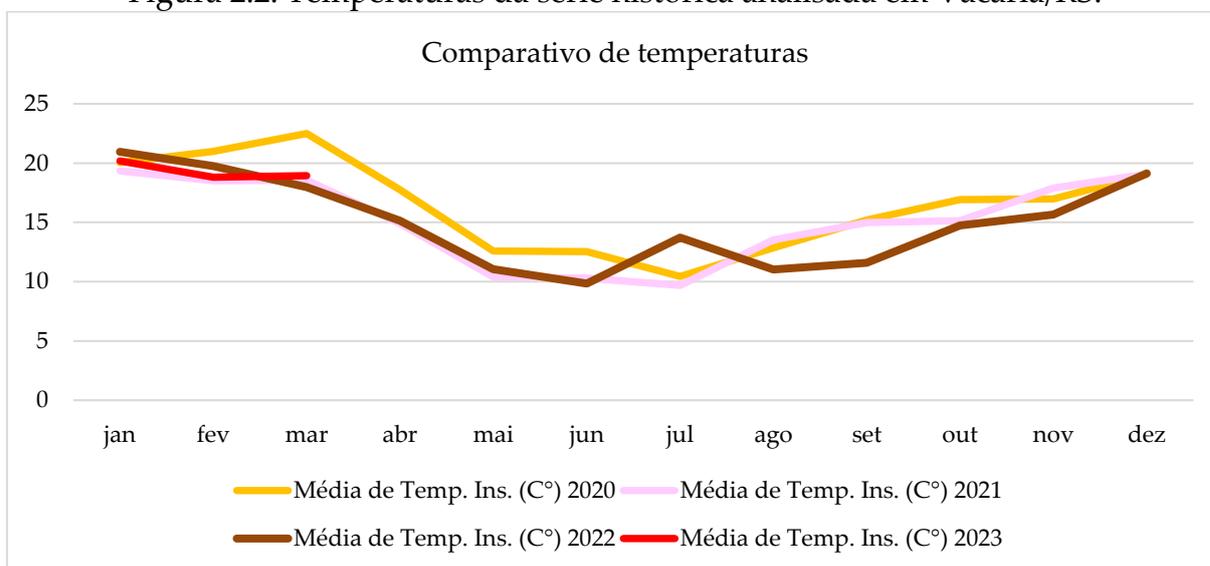
### ANÁLISE CLIMÁTICA

A partir das médias de cada ano, foram criados gráficos comparativos para melhor entendimento e análise das médias de cada variável. Inicialmente, apresentam-se os dados de temperatura, medida com a escala celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), que, conforme Ayoade (1996), pode ser definida como o movimento das moléculas – quanto mais rápido o movimento, maior será a temperatura.

Como mostra a Figura 2.2 (Comparativo de temperaturas), não houve grande variação nas médias, seguindo-se um determinado padrão de temperaturas durante

os anos analisados para este estudo. No entanto, são perceptíveis duas oscilações de temperaturas nesse comparativo, sendo a primeira em março de 2020, quando a média de temperatura se manteve próxima dos 25°C, enquanto os outros anos apresentaram médias abaixo dos 20°C. A segunda oscilação ocorreu no mês de julho de 2022, com a média de temperatura ficando próxima dos 15°C, ao passo que os outros anos apresentaram médias próximas dos 10°C.

Figura 2.2: Temperaturas da série histórica analisada em Vacaria/RS.



Fonte: Autores (2023).

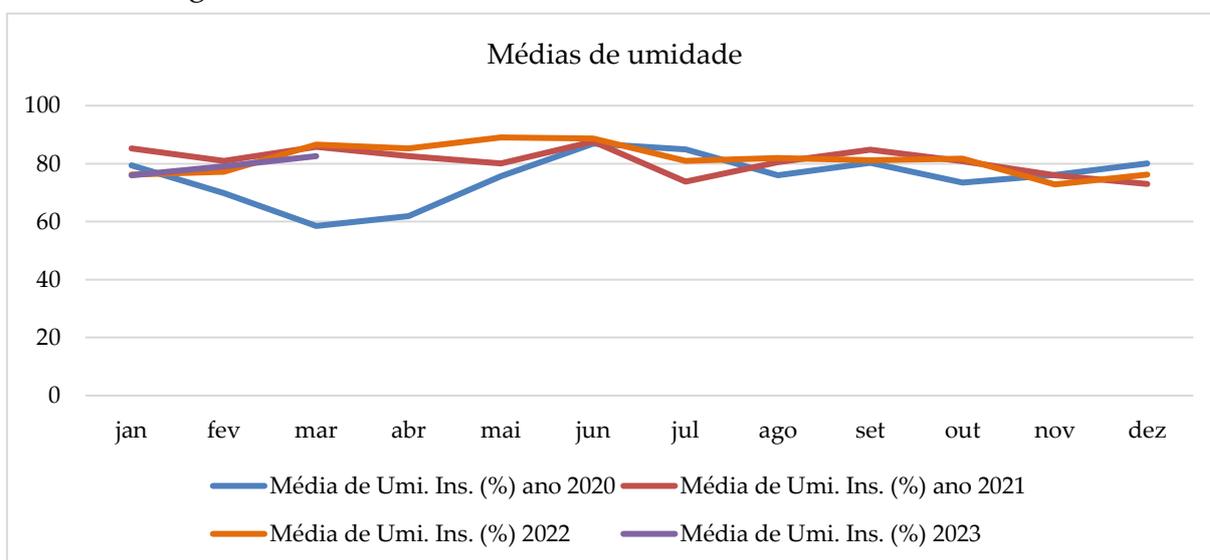
Sabe-se da necessidade de acúmulo de frio para a cultura do lúpulo. No entanto, são poucos os dados sobre temperatura ideal para a quebra da dormência da planta. A diminuição de horas de sol por dia indica para o lúpulo a mudança do estágio vegetativo para o reprodutivo. Com isso, ocorre a diferenciação de gemas que produzem ramos laterais com folhas e inflorescências. Em caso de geada na primavera, se a temperatura for menor que  $-5^{\circ}\text{C}$ , a produção do lúpulo pode ser prejudicada devido ao fato de as condições térmicas impedirem a produção das flores e prejudicarem as folhas mais novas (LEITE; PANDOLFO, 2022).

A umidade do ar pode ser definida como a quantidade de vapor de água presente na atmosfera, e a umidade relativa é a quantidade de vapor de água presente na atmosfera em relação à saturação. Portanto, é a porcentagem de água em

sua forma gasosa presente no ar expressada em porcentagem (CAMPOS, 2023). A umidade relativa do ar, segundo Givoni *et al.* (2006), está associada à temperatura do ar; assim quanto maior for a temperatura, menor é a umidade relativa, e vice-versa.

Conforme o segundo gráfico, na Figura 2.3, não ocorreram grandes variações entre os anos, principalmente a partir de junho de cada ano. Entretanto, 2020 apresentou uma variação entre os meses de fevereiro e maio, com umidades mais baixas próximas de 60%, enquanto nos outros anos, durante esse período, as umidades ficaram entre 80 e 90%.

Figura 2.3: Umidade da série histórica analisada em Vacaria/RS.



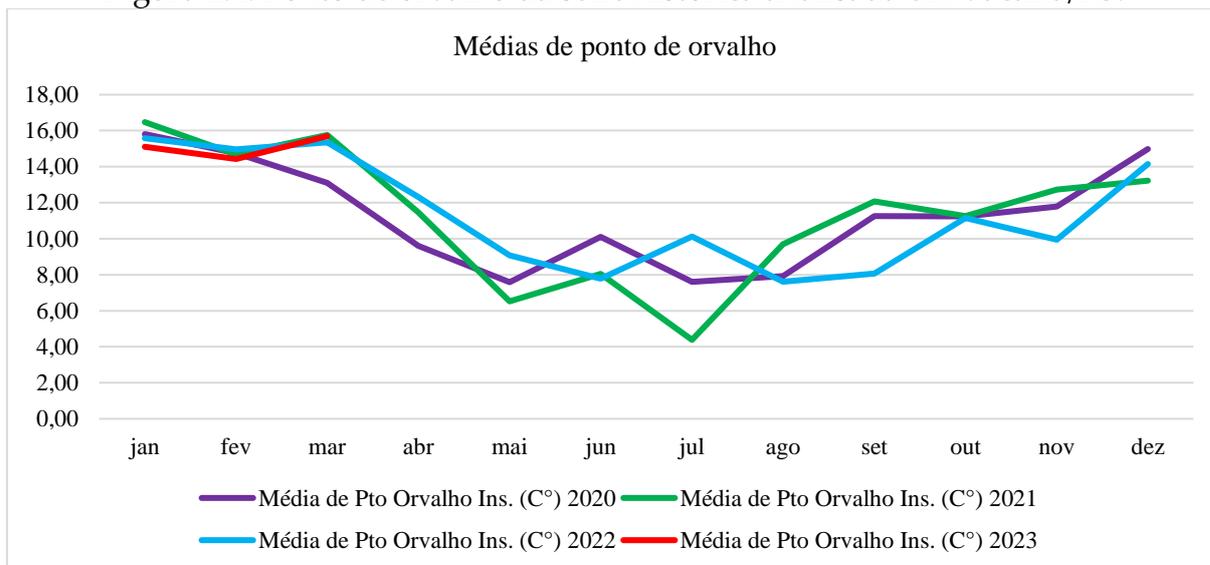
Fonte: Autores (2023).

O orvalho é a condensação do vapor d'água atmosférico sobre uma superfície sólida. “Essa condensação inicia-se e se mantém quando a temperatura da superfície se torna, ou permanece, igual ou inferior à temperatura do ponto de orvalho do ar adjacente. Esse fenômeno é distinto das gotas formadas por gutação” (ARMANI; FUNARI; SALUM, 2008, pg. 41).

No terceiro gráfico, disposto na Figura 2.4, as médias de temperatura para o ponto de orvalho foram diminuindo de acordo com a proximidade do inverno, ocorrendo a condensação de água em temperaturas mais baixas. O ano de 2021 apresentou médias de temperatura mais baixas para o ponto de orvalho, próximas de

4°C. As médias mais baixas se deram nos demais anos, próximas de 8°C. O ano de 2021 teve uma elevação em suas médias com a aproximação da primavera, e em torno de 60 dias foi elevada a temperatura necessária para a condensação de água, de 4°C para 12°C.

Figura 2.4: Ponto de orvalho da série histórica analisada em Vacaria/RS.



Fonte: Autores (2023).

O vento é definido como o ar em movimento: “na macro escala, os ventos de superfície estão associados à circulação geral da atmosfera, sendo função dos gradientes horizontais de pressão” (SENTELHAS; ANGELOCCI; PEREIRA, 2007, pg. 15). A Figura 2.5 apresenta a comparação entre as velocidades de vento de cada ano. Em 2021, registram-se médias mais baixas durante todo o ano, com exceção do mês de agosto, no qual a média mais baixa foi a de 2020, e também do início do mês de janeiro. Isso significa que houve menor incidência de vento durante o ano de 2021.

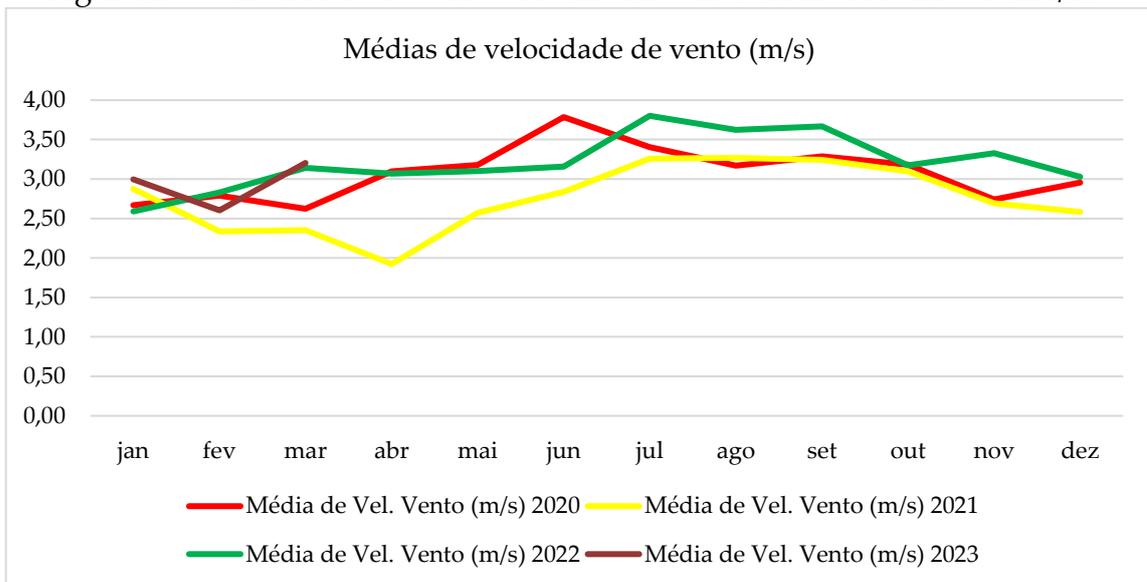
Em contrapartida, o ano de 2020 apresentou as médias mais altas entre maio e junho, e o ano de 2022 teve as médias mais altas no período entre julho e dezembro, época considerada crítica para o cultivo do lúpulo, pois é a partir de agosto que ocorrem o crescimento e o desenvolvimento da planta.

Já a rajada de vento pode ser definida, conforme o glossário do Instituto Nacional de Meteorologia (2023), como mudanças bruscas na velocidade do vento

em um pequeno intervalo de tempo. De acordo com a Escala Beaufort, as rajadas de vento ocorrem quando essa variação é superior a 10 km/h ou 3,6 m/s. Em relação aos possíveis danos, as rajadas, dependendo da intensidade, podem causar desde simples agitação de folhas de árvores até a queda destas e o destelhamento de imóveis.

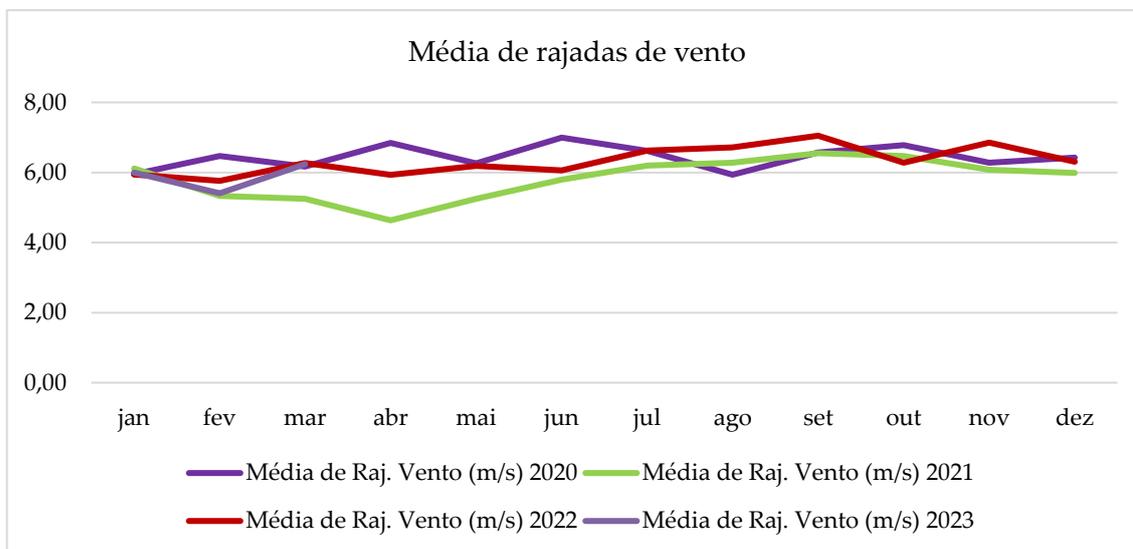
Como mostra a Figura 2.6, o ano de 2021 teve as menores médias de rajadas, próximas de 5 m/s no mês de abril, enquanto o ano de 2020 apresentou médias próximas de 7 m/s. No entanto, em 2020 e 2022 as médias mais baixas foram nos meses de agosto e outubro, respectivamente, mas com pouca variação quando comparadas ao ano de 2021, pois em todos os anos registraram-se médias entre 6 e 7m/s entre final de agosto e início de dezembro.

Figura 2.5: Velocidade do vento da série histórica analisada em Vacaria/RS.



Fonte: Autores (2023).

Figura 2.6: Rajadas de vento da série histórica analisada em Vacaria/RS.



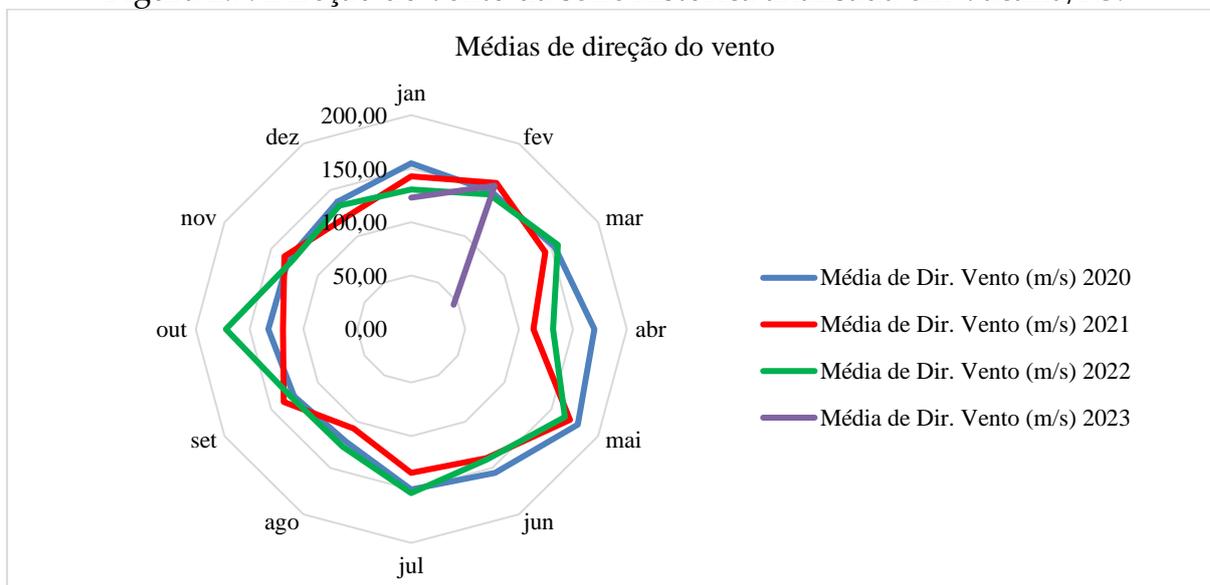
Fonte: Autores (2023).

É possível observar que, na área de estudo, o vento acelera após o pôr do sol, em função da instabilidade térmica, e se intensifica durante a madrugada, voltando a patamares mais baixos logo após o nascer do sol do dia seguinte (RIO GRANDE DO SUL, 2014). Assim, mesmo a região tendo temperaturas adequadas para a dormência da planta, não seria a mais indicada pela alta incidência de ventos. Em locais mais ventosos, indica-se a instalação de quebra-ventos para diminuir problemas com perdas de lupulina e prejuízos com quebra de plantas do sistema de condução.

Conforme o Atlas Eólico do Rio Grande do Sul (2014, pg. 26), “a variabilidade sazonal e interanual do regime dos ventos é modulada pelos fenômenos atmosféricos em todas as escalas espaciais e temporais, assim como por outros processos físicos, químicos, biológicos e tectônicos que ocorrem na biosfera”. Desse modo, a predominância dos ventos na área experimental é Nordeste, e na Figura 2.7 percebe-se que existem discrepâncias em relação à normalidade de direção dos ventos, que acontecem no outono e na primavera. Essas duas estações têm características marcantes de mudanças bruscas de temperatura. É comum também ocorrer

diminuição da umidade do ar, influenciando a velocidade e a direção dos ventos locais.

Figura 2.7: Direção do vento da série histórica analisada em Vacaria/RS.



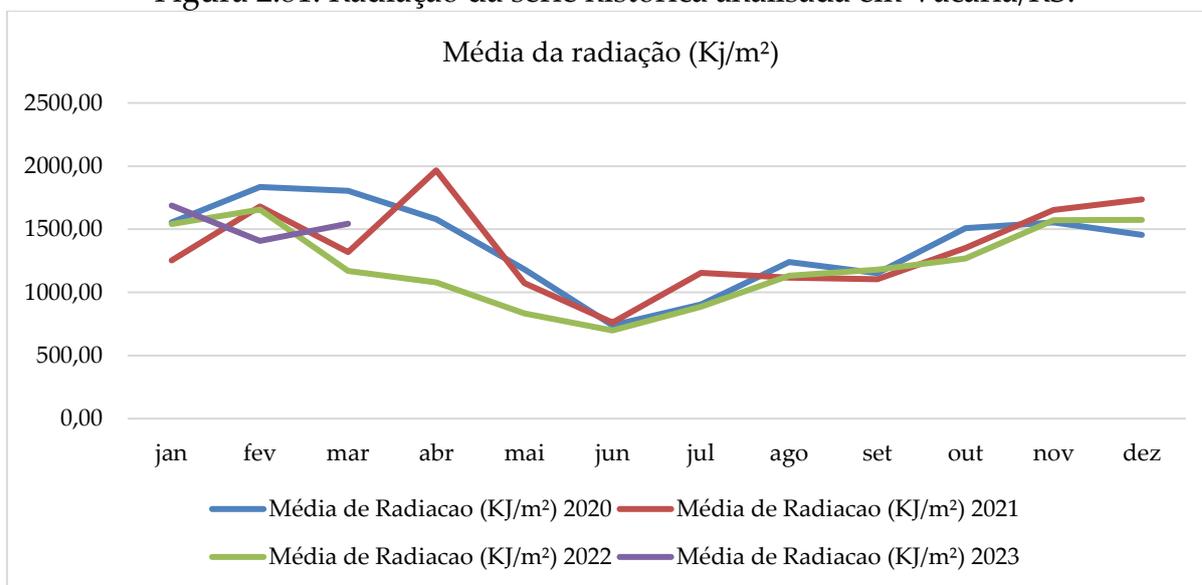
Fonte: Autores (2023).

No inverno, o estado sofre maior influência dos ventos de origem polar, ou seja, os ventos frios. Em contrapartida, no verão os ventos são quentes e se originam no Norte. Por ter características quentes no verão e frias no inverno, é possível produzir culturas de clima tropical e temperado no Rio Grande do Sul (MOREIRA, 2007).

A radiação solar é a energia emitida pelo Sol. Nas estações automáticas, é a medida de toda radiação solar que chegou à superfície terrestre, na última hora antes de cada mensagem de dados (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2023). A Figura 2.8 mostra maior variação das médias entre o primeiro semestre de cada ano. O ano de 2023 teve uma diminuição na incidência de radiação entre janeiro e fevereiro, ao mesmo tempo que os outros anos apresentaram aumento nessas médias. Com a proximidade do inverno, devido à latitude da região, os dias ficam mais curtos nessa estação, causando a diminuição da radiação nesse período. O pico de radiação em 2021 foi em abril, chegando próximo aos 2000 KJ/m<sup>2</sup>, ao passo que

nos outros anos houve diminuição na média de radiação em abril. Em todos os anos, registrou-se aumento na radiação a partir de julho. Isso pode ser justificado pelo aumento na duração dos dias à medida que os meses passavam.

Figura 2.81: Radiação da série histórica analisada em Vacaria/RS.

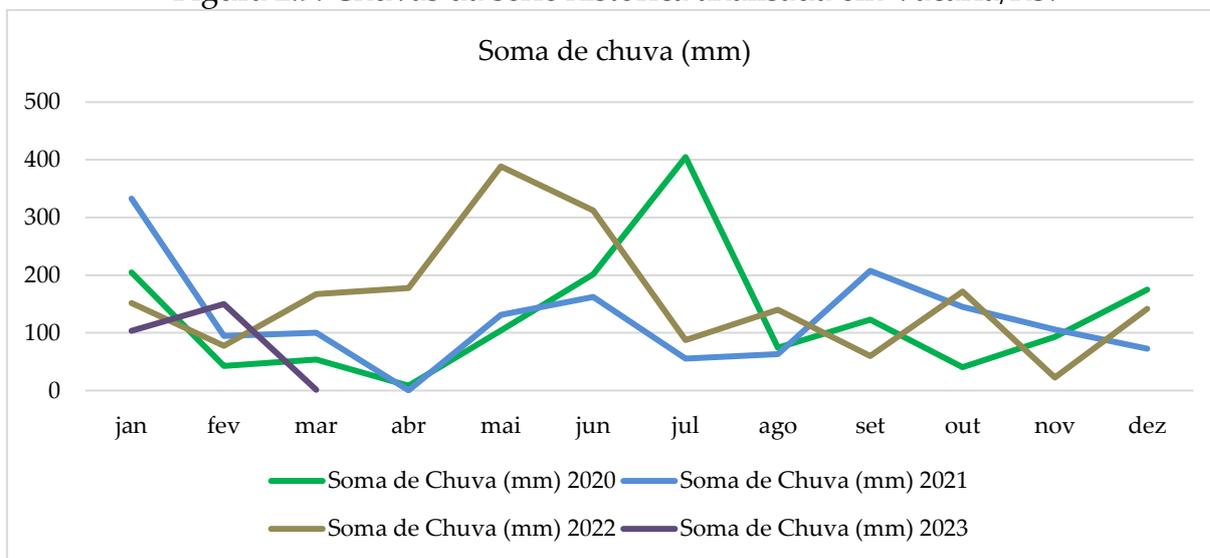


Fonte: Autores (2023).

A chuva é o resultado da condensação na atmosfera que cai em direção ao solo, quando as gotas superam as correntes verticais de ar. Normalmente é medida a altura da precipitação em milímetros (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2023).

Na área em estudo, conforme a Figura 2.9, houve muita variação nas médias entre os anos. Para 2020, 2021 e 2022, houve decréscimo na soma de chuva entre janeiro e fevereiro, entretanto 2023 apresentou aumento na média durante esse mesmo período. Em 2022, a soma de chuva foi muito elevada em comparação aos demais anos, chegando próximo de 400 mm em maio. Além disso, foi o único ano com aumento nas médias entre março e maio. Em 2020, a média mais alta ocorreu em julho, ultrapassando os 400 mm, enquanto nos outros anos registraram-se médias entre 50 e 100 mm. Outra variação deu-se em abril, com a média de 2022 próxima de 200 mm, enquanto 2020 e 2021 tiveram médias próximas de 0 mm.

Figura 2.9: Chuvas da série histórica analisada em Vacaria/RS.



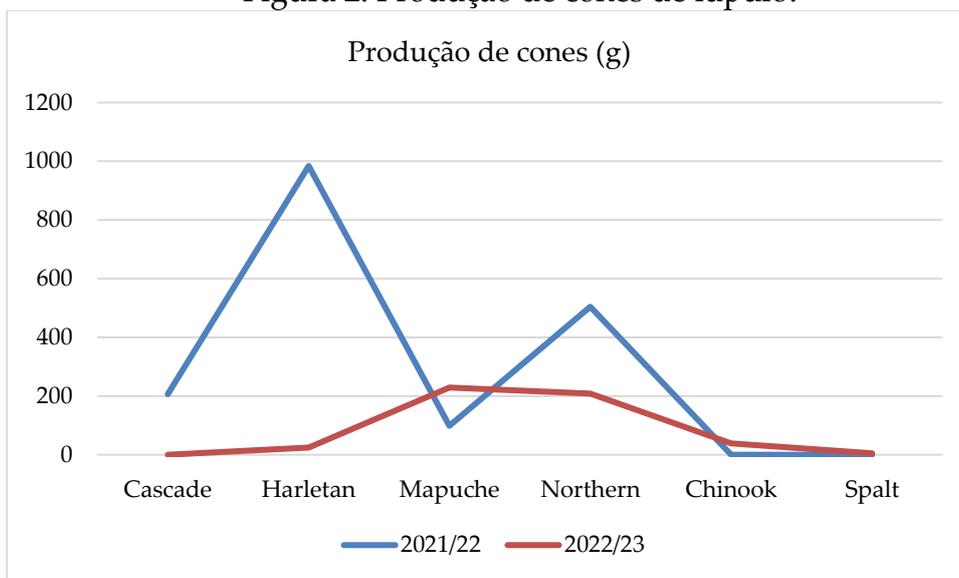
Fonte: Autores (2023).

## ANÁLISE DAS CULTIVARES

O crescimento de todas as cultivares foi analisado para as duas safras e nos três blocos. Para a safra 2022/2023, somente 68 plantas ainda estavam vivas, e nem todas tiveram crescimento de cones. Através de dados disponibilizados pelo Professor Doutor Gilberto Luiz Putti (IFRS) e pela docente do curso de Bacharelado em Agronomia Marcella de Quadros Borges (Uergs), também foi possível observar o crescimento e o peso de cones durante o período de novembro a janeiro das duas safras: 2021/2022 e 2022/2023.

Com o comparativo de dados entre as safras, é possível observar os efeitos das mudanças das variáveis climáticas na produção e no crescimento. Na safra 2021/2022, não foram coletados dados sobre a produção de cones das cultivares Chinook e Spalt. Já na safra 2022/2023, foram coletados dados sobre a produção de cones de todas as variedades. Os dados de produção se referem aos pesos dos cones após a secagem (Figura 2.10).

Figura 2: Produção de cones de lúpulo.



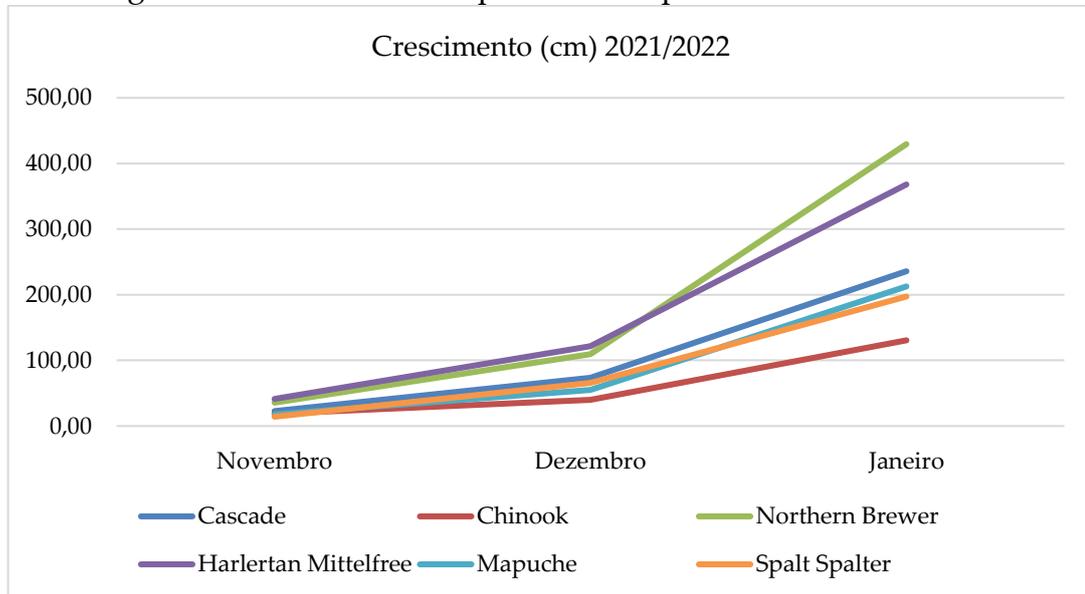
Fonte: Autores (2023).

A safra 2021/2022 apresentou média geral de peso de cones produzidos superior à da safra 2022/2023. A soma total de cones produzidos na primeira safra foi de 1,792 kg, e a soma total da segunda safra, 506 g. Desconsiderando os valores das cultivares Chinook e Spalt na safra 2021/2022, todas as outras cultivares tiveram queda brusca na produção de cones, exceto Mapuche, com média de produção superior na segunda safra. A cultivar Cascade não produziu cones na safra 2022/2023. Por sua vez, a cultivar Harlertan teve a maior diferença nas médias, produzindo mais de 900 g de lúpulo na primeira safra e menos de 30 g na segunda. Essa redução na produção pode ser justificada pela oscilação nas temperaturas entre os anos de produção.

Em relação ao crescimento, na safra 2021/2022 o desenvolvimento das plantas foi maior do que na safra 2022/2023. Além disso, plantas de todas as cultivares se desenvolveram (Figura 2.11). Na primeira safra, todas as cultivares apresentaram médias superiores a 100 cm de altura em janeiro, e todas as plantas se desenvolveram, ocorrendo a morte de apenas uma planta da cultivar Spalt. As cultivares Northern e Harlertan se destacaram por suas médias superiores em crescimento. As plantas Northern atingiram as maiores alturas, com médias de mais

de 4 m de altura. Todas as cultivares tiveram um pico máximo de crescimento a partir de dezembro.

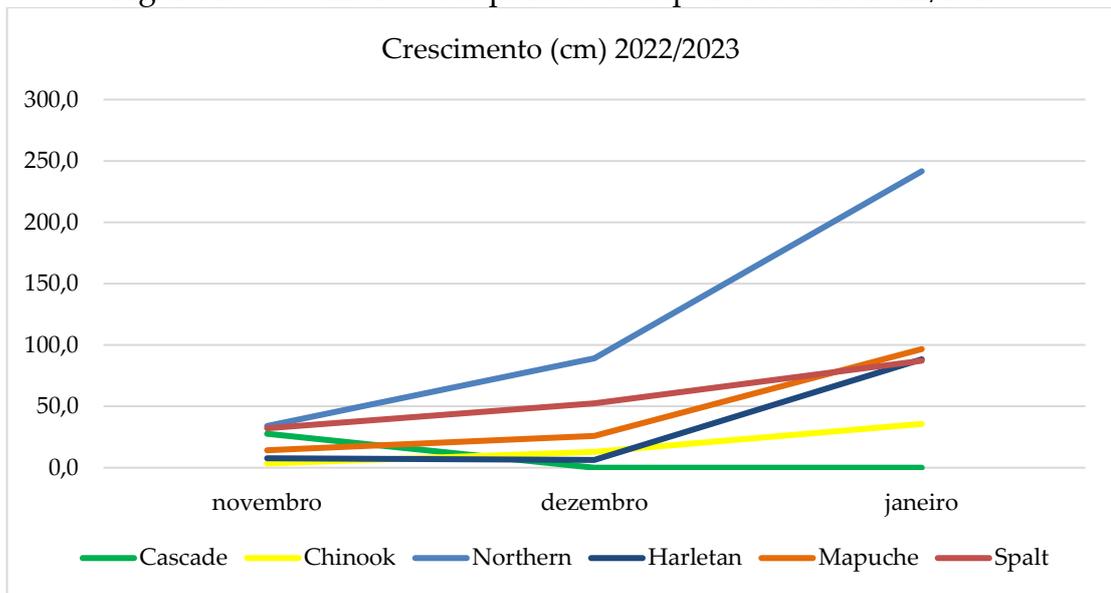
Figura 3: Crescimento das plantas de lúpulo na safra 2021/2022.



Fonte: Autores (2023).

Na safra de 2022/2023, houve morte de plantas em todas as cultivares. Morreram todas as plantas nos três blocos observados da cultivar Cascade. Mesmo com ocorrência de geadas tardias, as plantas Northern foram as que apresentaram maiores médias na segunda safra. Na primeira safra, todas as cultivares tiveram médias superiores a 100 cm de altura em janeiro. Entretanto, na segunda safra apenas para a cultivar Northern a média foi superior aos 100 cm. Ainda assim, essa média foi muito inferior se comparada com a da safra 2021/2022; na primeira safra, a média dessa cultivar mostrou-se superior aos 4 m, e na segunda não superou 2,5 m (Figura 2.12).

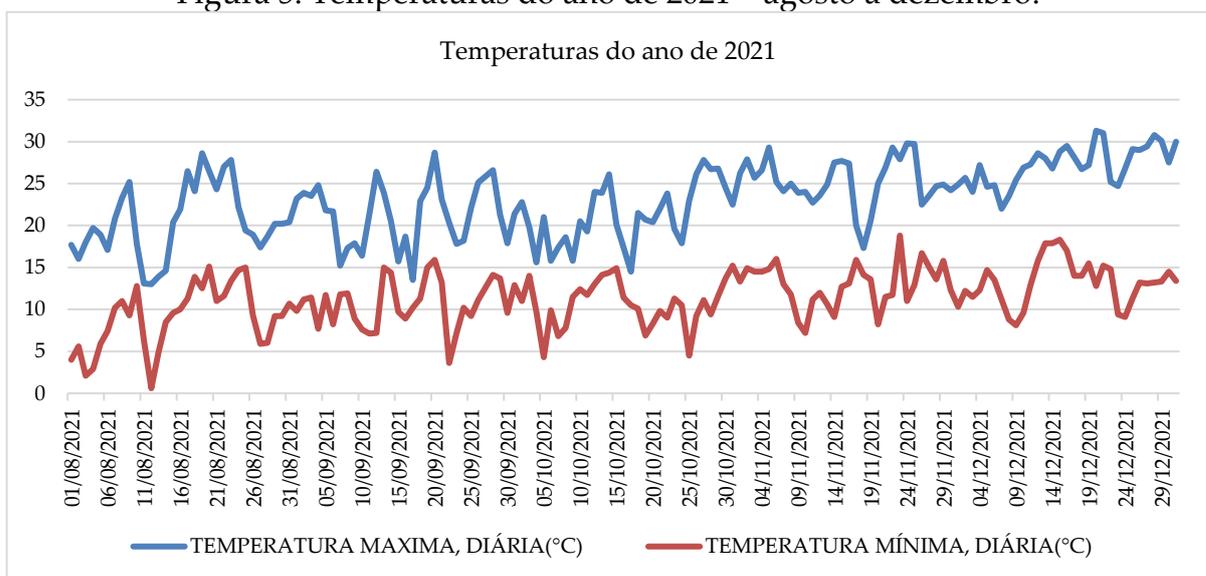
Figura 4: Crescimento das plantas de lúpulo na safra 2022/2023.



Fonte: Autores (2023).

Para as análises do desenvolvimento e do crescimento do lúpulo em relação à temperatura e à geada, foram separados os dados de temperatura de agosto a dezembro dos anos 2021 e 2022. Assim, a Figura 2.13, que é o gráfico com as temperaturas de 2021, mostra que as temperaturas no período de desenvolvimento da planta foram mais elevadas, com temperaturas mínimas acima de 0°C.

Figura 5: Temperaturas do ano de 2021 – agosto a dezembro.

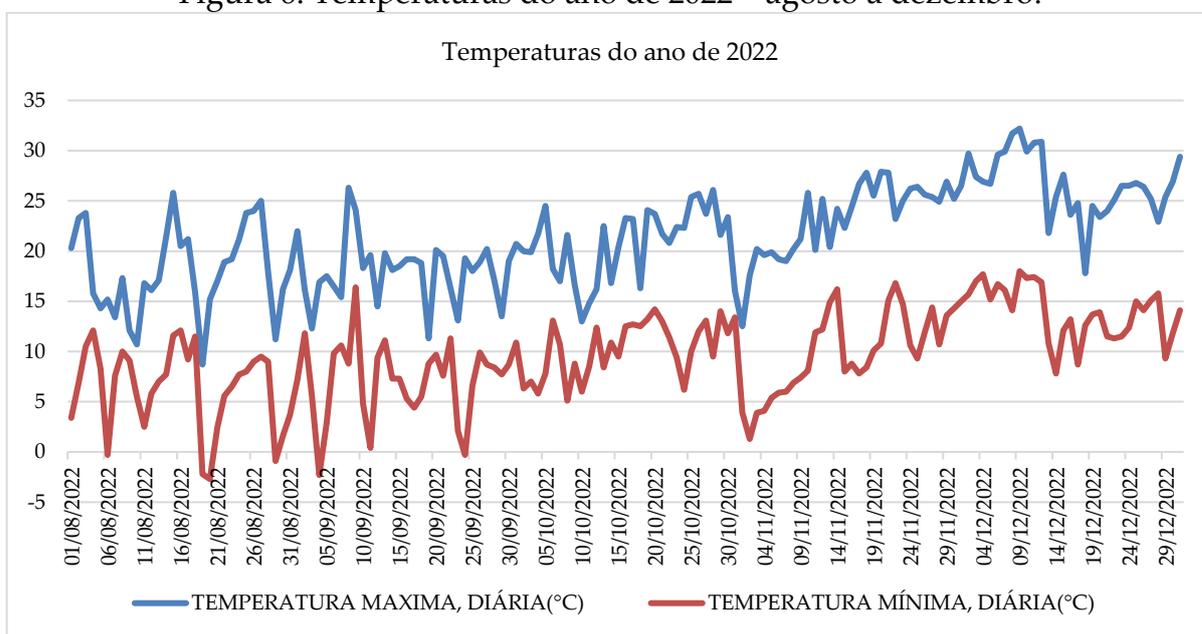


Fonte: Autores (2023).

Além disso, foram raras as temperaturas máximas abaixo dos 15°C. A partir de novembro, as temperaturas máximas ficaram acima dos 20°C, com exceção do dia 18, que apresentou máxima abaixo dos 20°C. As mínimas também se elevaram no decorrer do ano, ultrapassando com mais frequência a média dos 15°C.

No ano de 2022, por sua vez, as temperaturas foram menos elevadas em comparação com as de 2021. As máximas ultrapassaram poucas vezes o limite dos 25°C, entre agosto e novembro. Entre setembro e início de novembro, as máximas não superaram os 15°C. A partir da metade de novembro, houve elevação das máximas, que foram superiores aos 25°C. As mínimas também foram mais baixas, com muitos dias apresentando temperaturas abaixo dos 5°C e também dias com mínimas próximas de 0°C, com destaque para o dia 2 de novembro, cuja temperatura mínima foi de 1,3°C (Figura 2.14).

Figura 6: Temperaturas do ano de 2022 – agosto a dezembro.



Fonte: Autores (2023).

O lúpulo é uma planta que tolera geadas em época de dormência, principalmente quando protegida por cobertura vegetal, como aveia preta. No entanto, não é tolerante a geadas tardias (PANDOLFO *et al.*, 2022). Historicamente, as geadas ocorrem nos meses mais frios, como em julho e agosto, mas também são

comuns geadas tardias a partir de setembro (ANTUNES, 2012).

Para as análises de geadas em período de crescimento da planta, foram separados dados de temperaturas mínimas entre o intervalo de agosto e início de dezembro de 2021 e 2022. O valor de 3°C foi o limite de temperatura para a formação de geadas. Para a formulação dos gráficos de geada, o valor de zero foi atribuído aos dias em que as geadas não aconteceram. Com isso, os gráficos indicam a presença de geadas a partir de qualquer valor diferente de zero. O primeiro gráfico (Figura 2.15) registra três ocorrências delas, todas no período de agosto. Durante o restante do ano, não houve geadas.

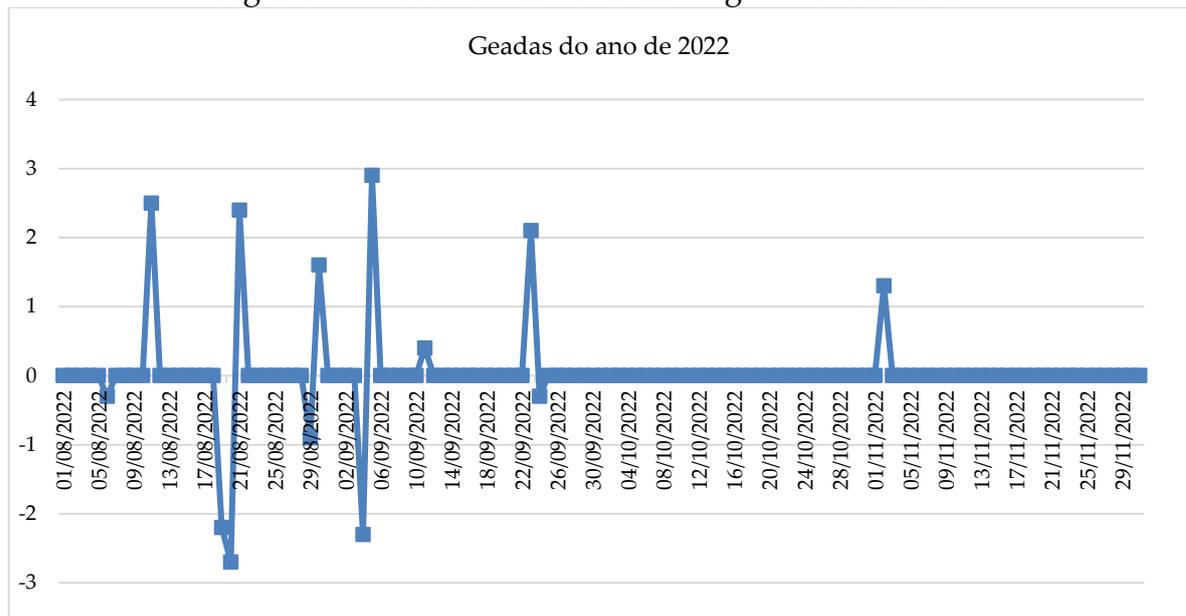
Figura 7: Geadas do ano de 2021 – agosto a dezembro.



Fonte: Autores (2023).

No ano de 2022, registraram-se 13 geadas entre o período de agosto e início de dezembro, sendo seis delas consideradas tardias, ou seja, aconteceram após o início de setembro. Destas seis, duas apresentaram temperaturas negativas. Destaca-se a geada ocorrida em 2 de novembro, com temperatura mínima de 1,3°C, valor considerado anormal para a época (Figura 2.16).

Figura 8: Geadas do ano de 2022 – agosto a dezembro.

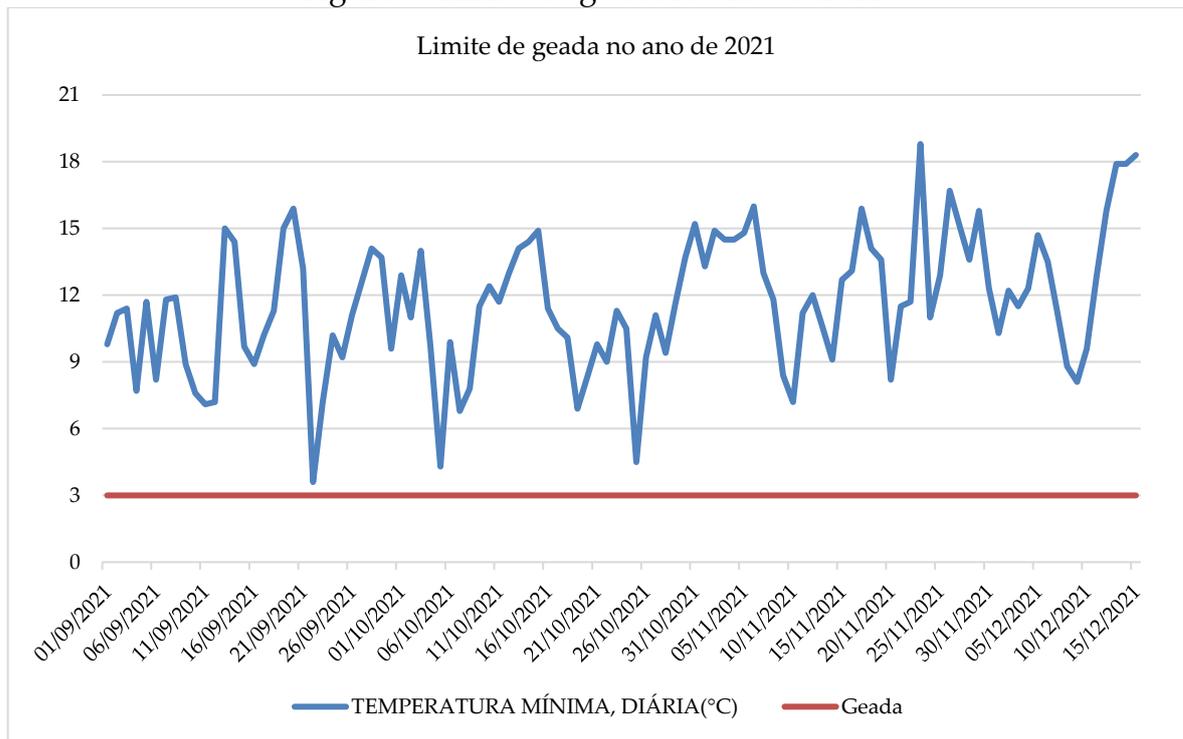


Fonte: Autores (2023).

A geada não é prejudicial quando ocorre no inverno, pois as plantas estão em dormência e sem partes aéreas expostas. No entanto, quando acontecem de forma tardia (primavera), época em que as plantas não estão em estado de dormência, e sim propícias ao desenvolvimento vegetativo, as geadas são prejudiciais (BIZOTTO, 2019).

Para a avaliação sobre geadas tardias, foram selecionados dados diários de temperaturas mínimas no período entre início de setembro e metade de dezembro. O limite para a ocorrência de geadas foi considerado abaixo de 3°C. No ano de 2021, não houve geadas tardias; todas as temperaturas mínimas ficaram acima dos 3°C durante o período de desenvolvimento das plantas (Figura 2.17).

Figura 9: Limite de geada no ano de 2021.



Fonte: Autores (2023).

Em contrapartida, no ano de 2022 houve seis dias com formação de geadas tardias, durante o período entre setembro e dezembro, com temperaturas mínimas inferiores aos 3°C. Entre esses dias, dois apresentaram temperaturas abaixo de 0°C. Das seis geadas, cinco foram registradas durante o mês de setembro, e uma delas, no início do mês de novembro (Figura 2.18).

Figura 2.18: Limite de geada no ano de 2022.



Fonte: Autores (2023).

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para identificação da variável climática que mais afetou a cultura do lúpulo na segunda safra, foram realizados testes de variância (ANOVA) no programa Past, com o objetivo de conferir se houve diferença significativa entre as médias de cada ano. A fim de determinar essa diferença, o valor considerado para “p” foi 0,05 (5%); qualquer valor abaixo disso apresentou diferença significativa entre as médias.

As variáveis climáticas avaliadas foram: temperatura, velocidade do vento e precipitação. O teste ANOVA de velocidade do vento não indicou diferença significativa entre os anos, com o valor de “p” acima de 0,08. A ANOVA da variável precipitação também não revelou diferença significativa entre as médias dos anos, sendo o valor de “p” acima de 0,6. Por fim, a ANOVA de temperatura apresentou diferença significativa entre os anos, com valor de “p” abaixo de 0,05. Com isso, foi realizado o teste Tukey, para verificar entre quais anos ocorreram essas diferenças. A partir desse teste, foi identificado que 2022 apresentou médias diferentes das de 2020 e 2021. Não houve diferença significativa entre os anos 2020 e 2021 (Figuras 2.19, 2.20, 2.21 e 2.22).

Figura 2.19: ANOVA – Velocidade do vento – Vacaria/RS.

## Test for equal means

	Sum of sqrs	df	Mean square	F	$p$ (same)
Between groups:	9,63512	2	4,81756	2,538	0,08041
Within groups:	688,973	363	1,898		Permutation $p$ (n=99999)
Total:	698,608	365			0,07419

## Components of variance (only for random effects):

Var(group):	0,0239309	Var(error):	1,898	ICC:	0,0124515
-------------	-----------	-------------	-------	------	-----------

$\omega^2$ : 0,008336

Levene's test for homogeneity of variance, from means	$p$ (same):	0,04538
Levene's test, from medians	$p$ (same):	0,05613

Welch  $F$  test in the case of unequal variances:  $F=4,1$ ,  $df=231,1$ ,  $p=0,0178$

Fonte: Autores (2023).

Figura 2.20: ANOVA – Precipitação – Vacaria/RS.

## Test for equal means

	Sum of sqrs	df	Mean square	F	$p$ (same)
Between groups:	80,0461	2	40,0231	0,4602	0,6315
Within groups:	31570,9	363	86,9722		Permutation $p$ (n=99999)
Total:	31651	365			0,6359

## Components of variance (only for random effects):

Var(group):	-0,384829	Var(error):	86,9722	ICC:	-0,0044444
-------------	-----------	-------------	---------	------	------------

$\omega^2$ : 0

Levene's test for homogeneity of variance, from means	$p$ (same):	0,1122
Levene's test, from medians	$p$ (same):	0,6315

Welch  $F$  test in the case of unequal variances:  $F=0,4094$ ,  $df=234,3$ ,  $p=0,6645$

Fonte: Autores (2023).

Figura 2.21: ANOVA – Temperaturas – Vacaria/RS.

## Test for equal means

	Sum of sqrs	df	Mean square	F	<i>p</i> (same)
Between groups:	256,432	2	128,216	11,11	2,082E-05
Within groups:	4190,61	363	11,5444		Permutation <i>p</i> (n=99999)
Total:	4447,04	365			1E-05

## Components of variance (only for random effects):

Var(group):	0,956324	Var(error):	11,5444	ICC:	0,0765016
-------------	----------	-------------	---------	------	-----------

*omega*<sup>2</sup>: 0,05234

Levene's test for homogeneity of variance, from means *p* (same): 0,002082

Levene's test, from medians *p* (same): 0,002346

Welch *F* test in the case of unequal variances: *F*=9,496, *df*=239,2, *p*=0,0001075

Fonte: Autores (2023).

Figura 2.22: Teste Tukey – Temperaturas – Vacaria/RS.

	ANO 2020	ANO 2021	ANO 2022
ANO 2020		0,6575	3,435E-05
ANO 2021	1,235		0,001158
ANO 2022	6,29	5,055	

Fonte: Autores (2023).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho colabora com outros estudos e indica que o município de Vacaria/RS proporciona condições adequadas para o cultivo do lúpulo. No entanto, algumas cultivares são mais adaptadas que outras, fator que deve ser levado em consideração para a escolha de cultivares. A região fornece temperatura, radiação, fotoperíodo e disponibilidade hídrica adequados para o cultivo, mas geadas tardias e temperaturas muito baixas a partir da primavera são fatores limitantes para a produção. Além disso, chuvas muito intensas em períodos muito curtos também são prejudiciais.

As oscilações das variáveis climáticas entre os anos são determinantes no potencial de crescimento e produção de todas as cultivares. Geadas tardias são o fator mais limitante de desenvolvimento e produção, pois todas as plantas cresceram e produziram menos no ano em que houve registros de geada a partir de setembro.

Contudo, as cultivares Northern e Mapuche sofrem menos impacto dessas oscilações. Ainda, mesmo não tendo maior crescimento ou maior produção, a cultivar Mapuche foi a única a apresentar produção superior na segunda safra, indicando que seu cultivo não sofre forte influência das condições adversas de clima.

Os resultados da cultivar Halertan na primeira safra indica grande potencial de produção na região de Vacaria/RS, ao mesmo tempo que a segunda produção indica que é a cultivar mais sensível aos efeitos de geadas tardias e variações do clima fora de época. Conforme identificado nos testes de variância, a temperatura é o fator mais determinante na produção e no crescimento da cultura, justificando a menor produção na segunda safra, já que a temperatura está diretamente relacionada com a ocorrência de geadas tardias.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Joseani. **Geadas tardias surpreendem agricultor no sul**. Embrapa. 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/1484155/geadas-tardias-surpreendem-agricultor-no-sul>. Acesso em: 29 maio. 2023.

ARMANI, G.; FUNARI, F. L.; SALUM, S. T. Ocorrência de Orvalho na Cidade de São Paulo, **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, 29 (1/2), 41-48, 2008.

AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. 4 ed. 332p. Bertrand: Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: [https://www2.ifmg.edu.br/governadorvaladares/pesquisa/laboratorio-de-climatologia/livros/ayoad-j-o-\\_introducao\\_a\\_climatologia\\_para\\_os\\_tropicos.pdf](https://www2.ifmg.edu.br/governadorvaladares/pesquisa/laboratorio-de-climatologia/livros/ayoad-j-o-_introducao_a_climatologia_para_os_tropicos.pdf). Acesso em: 22 ago. 2023.

BIZOTTO, Diogo. **Lúpulo nos Campos de Cima da Serra: Potencialidades climáticas**. 2019. 78f. TCC (Graduação) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.

CAMPOS, Mateus. **Umidade do ar**. 2023. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/umidade-ar.htm>. Acesso em: 27 maio. 2023.

DURELLO, R. S.; SILVA, L. M.; BOGUSZ, S. Química do lúpulo. **Quim. Nova**, São Paulo, vol. 42, No. 8, p. 900-919, set. 2019.

FAGHERAZZI, Mariana Mendes. **Adaptabilidade de cultivares de lúpulo na região do planalto sul catarinense, SC**. 2020. 118f. Tese (doutorado) – Centro de Ciências Agrárias, Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2020.

GIVONI, B.; KHEDARI, J.; WONG, N. H.; FERIADI, H.; NOGUCHI, M. Thermal sensation responses in hot, humid climates: effects of humidity. **Building Research and Information**, v. 34, n. 5, p. 496-506, 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Glossário**. 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/glossario/glossario>. Acesso em: 22 ago. 2023.

LEITE, Gabriel Berenhauser; PANDOLFO, Cristina. Requerimentos agroclimáticos para a cultura do lúpulo. **Agropecuária Catarinense**, vol. 35, No. 2, p. 83-86, fev. 2022.

MARTINS, G. A. **Estatística geral e aplicada**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MOREIRA, Igor. **O Espaço Rio-Grandense**. Editora Ática, 2007. 8 p.

PANDOLFO, Cristina.; *et al.* **Análise de riscos climáticos para a cultura do lúpulo irrigado no estado de Santa Catarina - 2022**. Epagri. 2022. Disponível em: [https://circam.epagri.sc.gov.br/circam\\_arquivos/site/boletins\\_culturas/risco\\_climatico/SC\\_Lupulo.pdf](https://circam.epagri.sc.gov.br/circam_arquivos/site/boletins_culturas/risco_climatico/SC_Lupulo.pdf). Acesso em: 01 jun. 2023.

SENTELHAS, P. C.; ANGELOCCI, L. R.; PEREIRA, A. R. **Meteorologia Agrícola**. Edição revisada e ampliada, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Dept. de Ciências Exatas, Piracicaba, SP, fev. 2007. Disponível em: [http://www.leb.esalq.usp.br/leb/aulas/lce306/MeteorAgricola\\_Apostila2007.pdf](http://www.leb.esalq.usp.br/leb/aulas/lce306/MeteorAgricola_Apostila2007.pdf). Acesso em: 22 ago. 2023.

RIO GRANDE DO SUL. **ATLAS eólico**: Rio Grande do Sul. Porto Alegre: SDPI: AGDI, 2014. 116 p. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/1mC9v\\_vzh4k\\_wroeEmIEP3k6o6Tfqno28/view](https://drive.google.com/file/d/1mC9v_vzh4k_wroeEmIEP3k6o6Tfqno28/view). Acesso em: 07 jun. 2023.

SANTOS, Fábio Calixto dos. **Variabilidade fenotípica de alfa ácido de lúpulo (*Humulus lupulus* L.) cultivados nas regiões do Brasil**. 2020. 54f. Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Curso de Pós-Graduação em Produção vegetal, Lages, 2020.

SILVA, Camila Taiany Delfino. **Caracterizações químicas dos primeiros cultivares de lúpulo (*Humulus lupulus* L.) produzidos no Brasil.** 2019. 92f. Dissertação (mestrado) - Universidade do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde. CCENS Programa de pós-graduação em agroquímica, Alegre, 2019.

3 | PROPAGAÇÃO DE CINCO  
CULTIVARES DE MUDAS  
DE LÚPULO (*Humulus lupulus* L.)  
EM CASA DE  
VEGETAÇÃO



## INTRODUÇÃO

O *Humulus lupulus* L. ocorre em regiões temperadas ao redor do globo. A planta cresce em sentido horário, em torno de qualquer suporte disponível, com a ajuda de seus robustos tricomas (cabelos) voltados para baixo, e pode atingir uma altura superior a 10 m (KORPELAINEN; PIETILÄINEN, 2021). As folhas são opostas ou alternadas e têm de três a cinco lóbulos com margens serrilhadas. O sistema radicular é grande e requer um solo fértil profundo e bem drenado. Raízes horizontais tendem a crescer com muitas radículas finas (AMORIELLO *et al.*, 2020).

Fagherazzi *et al.* (2018), analisaram diferentes composições de substratos no enraizamento de estacas herbáceas de duas cultivares de lúpulo (*Humulus lupulus* L.). Os resultados demonstraram que as melhores respostas foram com a mistura entre os dois substratos, e a variedade Columbus obteve as maiores médias quando comparado com a Yakima Gold.

O lúpulo requer uma grande quantidade de água durante as estações de crescimento, para otimizar o rendimento e a qualidade. Além disso, o solo deve ser rico em nutrientes, leve, bem drenado, bem suprido de umidade, mas livre de encharcamento, com uma faixa de pH ideal entre 6,0 e 6,5, embora o lúpulo também cresça em solos com pH de 4,8 a 8,0 (AMORIELLO, 2019; AMORIELLO *et al.*, 2020).

Em seu estudo, Amoriello *et al.* (2020) utilizaram biocarvão como fertilizante para produção de lúpulo. Os resultados mostraram que o biocarvão teve contribuição expressiva para o crescimento da raiz ( $p < 0,0001$ ). Com relação à parte aérea, não foi observada variabilidade para os genótipos durante o período vegetativo, enquanto pequenas diferenças ocorreram antes da dormência das plantas, em especial para a cultivar Hallertau Magnum. Não foram observadas diferenças no número de folhas ou no comprimento dos ramos entre os dois tratamentos para todas as cultivares. A adição de biocarvão ao solo melhorou significativamente o rendimento (número de cones) (AMORIELLO *et al.*, 2020).

As flores do lúpulo são pequenas e polinizadas pelo vento. As plantas femininas têm estruturas semelhantes a cones, que têm 2,5 a 5 cm de comprimento e se desenvolvem logo após a polinização. Eles consistem em brácteas sobrepostas verde-amareladas, presas a um eixo. Pode levar até três anos antes que as plantas femininas comecem a florescer e produzir estróbilos. Cada bráctea envolve um pequeno fruto – um aquênio, um fruto seco que não se abre na maturidade. Os estróbilos maduros contêm diversas substâncias químicas em suas glândulas de lupulina (tricomas glandulares) na base das brácteas, que podem ser utilizadas em diversas indústrias, sendo a mais conhecida, mas não a única, a indústria cervejeira (KORPELAINEN; PIETILÄINEN, 2021).

Alonso–Esteban *et al.* (2019) analisaram a composição fenólica das sementes de lúpulo, e suas atividades antioxidante, citotóxica e antimicrobiana foram avaliadas contra substratos oxidáveis, tumorais humanos e linhas celulares não tumorais, e diferentes bactérias e fungos, respectivamente. Esse estudo é importante, pois o potencial bioativo das sementes encontradas nos cones de lúpulo permanece inexplorado.

A maioria das plantas de lúpulo usadas hoje não tem sementes, embora a polinização seja geralmente conhecida por aumentar o rendimento. A gordura da semente pode alterar o sabor da cerveja, se as sementes forem esmagadas durante o processo. No entanto, devido ao seu pequeno tamanho, as sementes tendem a permanecer intactas nos grânulos de lúpulo ou extratos lipofílicos, que são os preferidos da indústria (ALONSO–ESTEBAN *et al.*, 2019).

O lúpulo é uma planta bastante resistente quando dormente, mas trabalhosa para os produtores, e geadas severas matam brotos jovens. As mudanças climáticas e o aumento das secas já estagnaram os rendimentos em algumas áreas de cultivo do mundo (VAN HOLLE *et al.*, 2019).

Van Holle *et al.* (2019) analisaram métodos de impressão digital genética e bioquímica, para caracterizar completamente os lotes de lúpulo, e verificaram que as informações de marcadores bioquímicos ofereceram valor agregado para caracterizar

amostras de lúpulo de uma determinada variedade, cultivada em diferentes localizações geográficas. Demonstrou-se o poder da combinação de impressões digitais genéticas e bioquímicas para controle de qualidade de lotes de lúpulo na indústria cervejeira. O cultivo dessa planta por muito tempo fez com que existissem diferentes cultivares.

O objetivo principal da propagação de mudas por meio de estacas caulinares é facilitar a formação de raízes adventícias, as quais nascem nos caules ou folhas independentemente da raiz primária do embrião. Vários fatores contribuem para o enraizamento de estacas vegetativas. Alguns deles incluem a área foliar (ou número de folhas), posição da estaca na planta mãe, o uso de hormônios de enraizamento, a iluminação, o substrato, a umidade e a nutrição mineral (FAGHERAZZI *et al.*, 2018).

O bom desenvolvimento do sistema radicular das mudas é de suma importância para que se obtenha bom estabelecimento e sobrevivência das mudas em campo. Mudas com o sistema radicular mal desenvolvido apresentam desenvolvimento tardio com aspecto raquítico e características de deficiência nutricionais, além de maior sensibilidade a déficits hídricos (FOGAÇA, 2021).

O substrato exerce influência significativa no desenvolvimento das mudas, e vários são os materiais que podem ser utilizados na sua composição. A casca de arroz por exemplo, tem sido muito utilizada por ser um substrato praticamente inerte, que não reage com os nutrientes da adubação e apresenta alta capacidade de drenagem, fácil manuseio, boa aeração e alta porosidade (CARRIJO; LIZ; MAKISHIMA, 2002).

Estudos sobre composição de substratos adequados para a produção de variedades de mudas de lúpulo ainda são escassos, porém muito importantes, pois cada variedade pode responder de forma distinta. Dessa maneira, pesquisas são fundamentais para compreender as melhores condições para o crescimento e a qualidade das estacas de lúpulo na composição do substrato (FAGHERAZZI *et al.*, 2018).

Sabe-se que a altura da parte aérea é de fácil medição. Conforme Guimarães (2020), a avaliação da altura de planta pode ser realizada com o auxílio de uma trena

metálica graduada em centímetros (0,1 cm), mensurando-se a altura da extremidade inferior até a gema apical. No trabalho do autor, um total de 24 plantas foram avaliadas, sendo oito por tratamento. Essas plantas foram utilizadas para determinar o diâmetro do caule, a área foliar e a biomassa da planta.

Portanto, para Spósito *et al.* (2019), a propagação vegetativa do lúpulo ocorre quando se utilizam partes da planta mãe para a formação das mudas:

As mudas produzidas dessa maneira são plantas semelhantes (clones) à planta matriz, trazendo com isso todas as características da variedade e propiciando a formação de um pomar uniforme e produtivo. Os principais métodos de propagação vegetativa utilizados em lúpulos são: a propagação por rizomas e a propagação por estacas herbáceas (SPÓSITO *et al.*, 2019, pg. 51).

Propagação vegetativa é essencial para garantir que as plantas resultantes sejam clones do progenitor escolhido. Depois de identificar a variedade certa para o seu mercado e a localização crescente, a propagação é uma maneira prática de aprimorar sua produção, principalmente na ausência de um fornecimento alternativo com boa relação custo-benefício (DODDS, 2017).

Na produção de mudas de lúpulo na Rússia, um dos principais problemas é a taxa de sobrevivência delas (em média, ao longo dos anos, 50-55%). Entre outras razões, a incidência de estacas enraizadas de lúpulo é de grande importância (DEMENTIEV *et al.*, 2020). Assim, vários pesquisadores organizam testes de fungicidas biológicos e estimuladores de crescimento para mudas de lúpulo por estacas. Estas “podem ser coletadas em diferentes períodos de crescimento vegetativo da planta, entretanto, estacas coletadas entre o final da primavera e o início do verão (antes do início da floração), tendem a apresentar maior enraizamento. Em um ramo herbáceo de lúpulo podem ser retiradas várias estacas” (SPÓSITO *et al.*, 2019, pg. 53).

Conforme Dodds (2017), deve-se seguir uma ordem para ter sucesso na produção de mudas por estaquias:

1. Pegue estacas na primavera e no verão logo que o crescimento da nova temporada tenha se desenvolvido o suficiente para ter gemas axilares viáveis em cada um dos nós das folhas.
2. Coloque as estacas em bandejas ou tubos com um adequado meio de propagação e mantenha em estufa até que se desenvolvam raízes.
3. Transfira as estacas enraizadas para os vasos a serem cultivados no berçário.
4. Plante mudas ou novas plantas na fazenda após a primavera, uma vez que o risco de geadas severas já terá passado.

O autor ainda ressalta que, para se ter sucesso na área de produção, é necessário ter sistema de treliça e verificar densidade de plantio (espaçamento entre linhas e plantas), preparação do solo, sistema de irrigação e gestão precoce (DODDS, 2017).

Desse modo, estudos envolvendo a propagação da cultura de lúpulo são de suma importância, pois permitem o manejo correto das mudas, a fim de que sejam de qualidade e saudáveis para um satisfatório desenvolvimento no campo. Nesse sentido, este capítulo permite a contribuição com a cadeia produtiva do lúpulo na região do Campos de Cima da Serra/RS, tendo como objetivo geral analisar a produção de mudas de algumas cultivares de lúpulo a partir da estaquia, além de verificar a viabilidade da propagação em casa de vegetação, no município de Vacaria/RS.

## **METODOLOGIA**

O material vegetativo foi coletado de plantas matrizes (mãe) mantidas na área experimental do IFRS – *Campus Vacaria*, e as mudas foram acondicionadas na casa de vegetação/estufa da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (Uergs). As

cultivares avaliadas foram as seguintes: Chinook, Northern brewer, Halertan mittelfree, Mapuche e Spalt spalter.

As estacas herbáceas foram conduzidas em 10 bandejas plásticas com 20 copos de plástico de 200 ml em cada bandeja, conforme Quadro 3.1. O sistema de irrigação foi feito manualmente, dentro da estufa, colocando-se 2 L de água nas bandejas em que as cultivares estavam acondicionadas, de três a quatro vezes na semana.

Nas primeiras 20 estacas da cultivar Spalt spalter, o substrato utilizado foi a mistura de 50% de solo proveniente de uma composteira orgânica (caseira) e 50% de substrato comercial (Carolina Soil). No entanto, nas demais estacas, das cultivares Chinook, Northern brewer, Halertan mittelfree e Mapuche, foi utilizado 100% do substrato Carolina Soil, pois ele fornece propriedades químicas e físicas que permitem o desenvolvimento e o crescimento das plantas sem contaminantes, como as ervas daninhas.

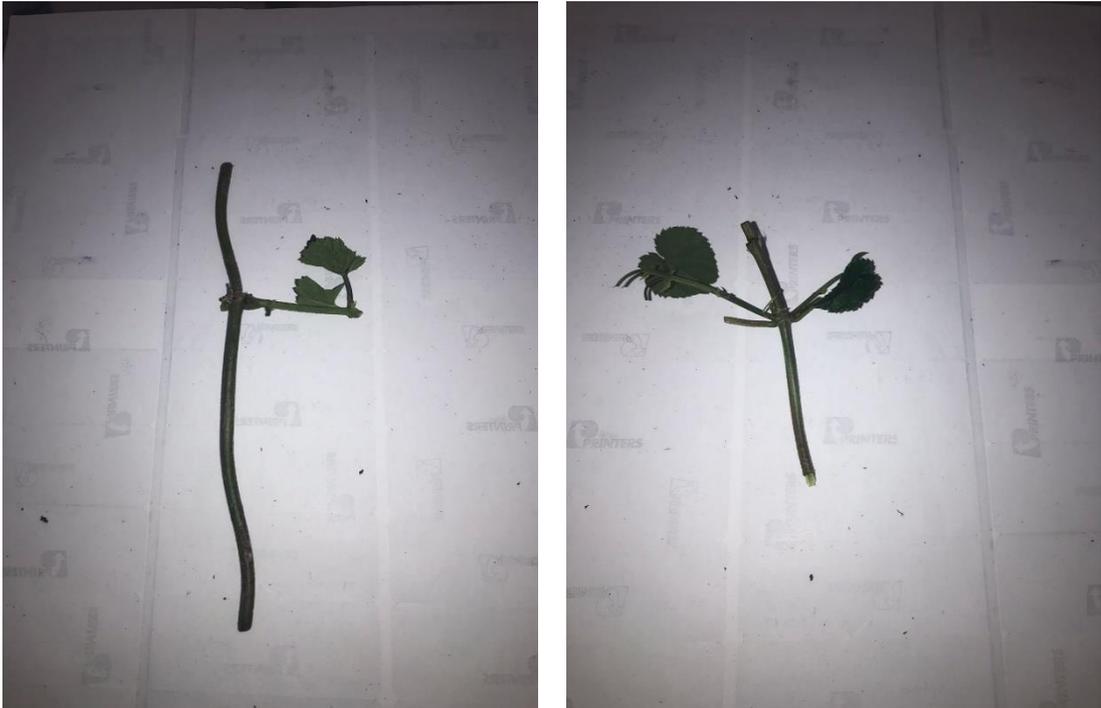
Quadro 3.1: Estaquias das cultivares de lúpulo organizadas em diferentes bandejas.

<b>Cultivar</b>	<b>Quantidade de estacas</b>	<b>Quantidade de bandejas plásticas por cultivar</b>
Chinook	30	2
Northern brewer	44	2
Halertan mittelfree	22	1
Mapuche	80	4
Spalt spalter	20	1

Fonte: Autores (2023).

Foram realizadas as estaquias em dois momentos: no dia 22 de fevereiro de 2023, nas mudas da cultivar Spalt spalter; e nos dias 27 e 28 de fevereiro de 2023, nas cultivares Chinook, Northern brewer, Halertan mittelfree e Mapuche. As mudas do dia 22 foram organizadas com 8 cm a 14 cm cada, conforme as Figuras 3.1 e 3.2.

Figura 3.1: Início das mudas de lúpulo da cultivar Spalt Spalter, de 8 a 14 cm cada.



Fonte: Autores (2023).

Figura 3.2: Mudanças de lúpulo da cultivar Spalt spalter, de 8 a 14 cm cada, em copos de 200 ml depositados em bandejas plásticas. Data: 28/02/2023.



Fonte: Autores (2023).

Por sua vez, as estaquias dos dias 27 e 28 de fevereiro de 2023 tiveram entre 6 e 12 cm, pois verificou-se que elas ficaram mais bem acondicionadas no copo de 200 ml, com o uso de substrato adequado (Figura 3.3).

Figura 3.3: Início das mudas de lúpulo de cultivares, com 6 a 12 cm cada.



Fonte: Autores (2023).

Após ter iniciado a brotação das mudas de lúpulo do experimento, foram avaliados o percentual de sobrevivência, a quantidade e o comprimento das brotações, o percentual de enraizamento e o comprimento de raízes (cm). As variáveis de comprimento de brotação e comprimento de raízes foram mensuradas com auxílio de uma régua milimétrica.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Toda a cultura de lúpulo ainda é pouco explorada no Brasil. Nesse sentido, não há tantas pesquisas a respeito da distribuição espacial do sistema radicular do lúpulo no perfil do solo. Além disso, o crescimento da muda e o número de folhas de cada cultivar sob um mesmo substrato constituem outros aspectos não muito estudados. Assim, este trabalho pode desempenhar um papel importante no desenvolvimento de novas tecnologias de cultivo, adubação e irrigação dessa planta.

### **ORGANIZAÇÃO DAS MUDAS**

O *Humulus lupulus* L. é uma cultura recente na região dos Campos de Cima da Serra. As plantas femininas são economicamente importantes devido ao uso de suas flores na indústria cervejeira, e seus efeitos promotores de saúde são igualmente significativos e conhecidos pela humanidade há vários milhares de anos (KARABÍN *et al.*, 2016). Nesse sentido, a dependência de matéria-prima importada, aliada ao crescente mercado de cervejas artesanais, que, em alguns casos, são fabricadas com lúpulo fresco, aumenta a demanda por lúpulo cultivado localmente, tornando necessário o desenvolvimento de novos genótipos, melhor adaptados às condições edafoclimáticas brasileiras (MACHADO *et al.*, 2020).

Assim, a partir de 28 de fevereiro, realizou-se a colheita das últimas plantas da cultivar de lúpulo Spalt spalter, presentes na área experimental do IFRS – *Campus Vacaria*. Após a colheita e a retirada os estróbilos (cones) do lúpulo, foi dado início à

coleta do material vegetal das plantas matrizes, para que fossem elaboradas as mudas por estaquia. Logo os ramos coletados das plantas matrizes foram selecionados, e as estacas herbáceas confeccionadas tinham de 8 a 14 cm de comprimento cada, mantendo uma folha, quando era possível (Figura 3.4).

A organização do plantio das estaquias dessa cultivar foi realizada com solo de uma composteira próxima à área experimental e de um substrato (50% de substrato Carolina Soil). Conforme a descrição do fabricante, o composto tem a combinação de dois ou mais componentes e é ideal para produção de mudas. Os substratos têm como característica o desenvolvimento das raízes das plantas fora do solo, assim como são responsáveis por dar suporte às plantas neles cultivadas, com dosagem da disponibilidade de água e nutrientes (Figura 3.5).

Figura 3.4: Primeiras estacas herbáceas da cultivar de lúpulo Spalt spalter.



Fonte: Autores (2023).

Figura 3.5: Substrato e organização do plantio de lúpulo de cultivares diferentes.



Fonte: Autores (2023).

Inicialmente foram organizadas duas formas de acondicionamento das mudas: 10 copos foram separados em local aberto e sombreado, e as outras 10 estaquias colocadas em outra bandeja, porém em local fechado. Em ambas as bandejas, adicionaram-se 2 L de água, e houve observação diária tanto do aspecto da coloração das folhas quanto do volume de água nas bandejas.

O mesmo processo foi realizado com as estaquias dos dias 27 e 28 de fevereiro de 2023, em relação às demais cultivares de lúpulo (ficassem algumas em local aberto sombreado e outras em local fechado). Porém, foram produzidas quantidades diferentes de mudas para cada uma das cultivares, devido ao aspecto de cada uma das plantas matrizes (mãe), sendo assim confeccionadas: 22 mudas da cultivar Halertan mittelfree, 26 da Chinook, 44 da Northern brewer e 80 da Mapuche.

Após uma semana do processo, verificaram-se mudanças negativas nas mudas, principalmente nas que estavam em local aberto. Em vista disso, foram transferidas todas as mudas das cultivares de lúpulo para a casa de vegetação/estufa

da Uergs, no dia 7 de março de 2023, obtendo-se maior controle de temperatura, a fim de acondicioná-las em local adequado e evitar perdas.

Conclui-se com esse processo que as mudas de lúpulo são sensíveis às condições climáticas do município de Vacaria, quando deixadas em ambientes naturais. Para ser possível um bom resultado na qualidade e na quantidade de mudas, é necessário deixar as estacas em ambientes controlados (Figura 3.6).

Figura 3.6: Mudanças de lúpulo acondicionadas em bandejas plásticas na estufa na Uergs.



Fonte: Autores (2023).

As mudas foram observadas de três a quatro vezes por semana, para manter adequada a irrigação. A finalidade disso foi obter maior controle hídrico, visto que a irrigação foi feita manualmente no período inicial da propagação das mudas, e verificar suas fases de desenvolvimento.

Existem poucos trabalhos no Brasil que indiquem a temperatura ideal para a produção de mudas. A maioria dos estudos, como o de Aquino *et al.* (2022), aborda o desenvolvimento da cultura em lavouras, onde a temperatura adequada para o crescimento da planta está entre 20 e 30°C. Uma temperatura muito alta do ar pode

prejudicar o sistema fisiológico da planta, acelerar o ciclo e conseqüentemente inibir a biossintetização de beta e alfa-ácido (BAUERLE, 2019).

Por sua vez, Falcão (2021) avaliou a influência do triptofano e do ácido indolbutírico no índice de sobrevivência e no desenvolvimento de mudas de lúpulo das cultivares Cascade, Mapuche e Spalter Select, propagadas por estaquia em casa de vegetação. As cultivares apresentaram elevado índice de sobrevivência quando propagadas por estaquia utilizando espuma fenólica como substrato em casa de vegetação, independentemente do uso de ácido indolbutírico ou triptofano; e este aumentou a área foliar de mudas Cascade e Mapuche (FALCÃO, 2021).

### **ACOMPANHAMENTO DO CRESCIMENTO VEGETATIVO**

O acompanhamento das mudas, em relação à mensuração, foi feito uma vez por semana, sendo observados os números de brotações por cultivar, o tamanho das brotações e a quantidade de folhas de cada planta. Os dados obtidos a cada observação foram anotados em tabela no Excel, a fim de se obter a média do desenvolvimento de cada estaquia, pois todas elas foram mantidas na estufa, com a mesma temperatura, porém apresentaram desenvolvimentos distintos entre si.

O primeiro ciclo de análise foi do momento do plantio até o final de março de 2023, quando as mudas ainda estavam acondicionadas em embalagens pequenas. Verificou-se pequeno desenvolvimento das mudas Chinook. Apesar de serem 26 mudas, poucas tiveram crescimento aéreo (Quadro 3.2 e Figura 3.7).

Quadro 3.2: Acompanhamento das mudas de lúpulo Chinook.

<b>Data</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Nº da planta</b>	<b>Tamanho (cm)</b>	<b>Nº de folhas</b>
07/03/2023	22	0	0	0
14/03/2023	27	0	0	0
21/03/2023	28	1	1	1
28/03/2023	26	1	5,5	1

Fonte: Autores (2023).

Figura 3.7: Mudanças de lúpulo Chinook.



Fonte: Autores (2023).

O trabalho de Sousa *et al.* (2018) analisou o desempenho de produção de mudas de lúpulo, por meio de um sistema estático de hidroponia com emprego de hormônio em gel indutor de enraizamento, utilizando-se três configurações de flutuação-suporte às mudas. Ao fim do experimento, foi possível observar que houve enraizamento em apenas uma muda de Cascade, em polietileno expandido. Em substrato de fibras de coco, as mudas de Chinook não tiveram formação de raízes. Os autores salientam que o substrato de fibra de coco pode não ser o mais adequado para uso em sistema estático de hidroponia, devido à grande absorção de umidade, que prejudica a dinâmica de formação de tecidos meristemáticos.

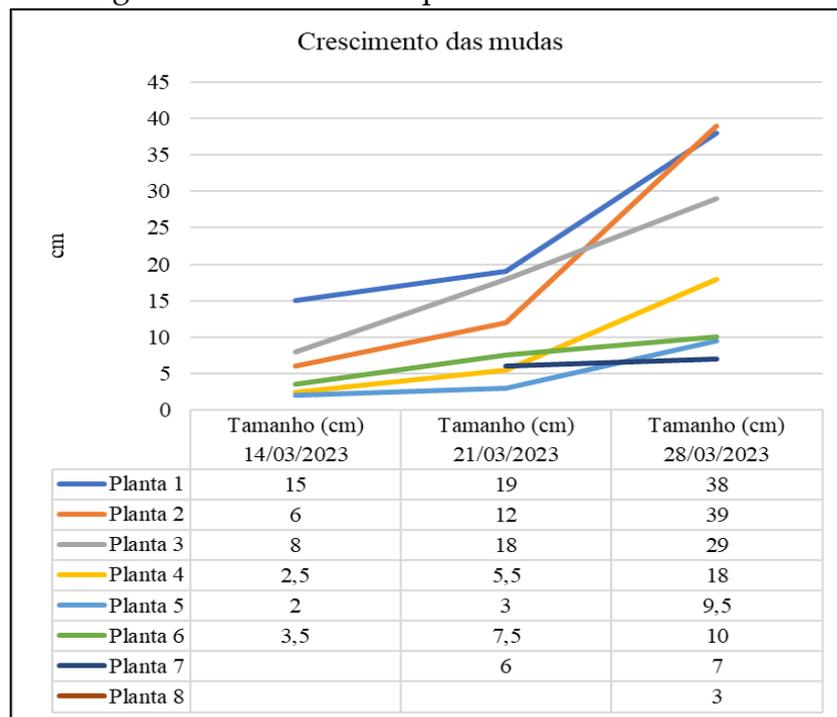
Em relação às estaquias *Halertan mittelfree*, a qual confere amargor às cervejas fabricadas a partir dela, foram verificados crescimento vegetativo aéreo e desenvolvimento significativo de várias mudas (Figuras 3.8, 3.9 e 3.10). Essa variedade apresentou uma porcentagem de 72,73% de mudas transplantadas e conseqüentemente menor perda, apenas 27,27%. As mudas dessa cultivar tiveram maior número de brotações e uma média de enraizamento maior em comparação às outras cultivares de lúpulo observadas.

Figura 3.8: Mudanças de lúpulo Halertan mittelfree.

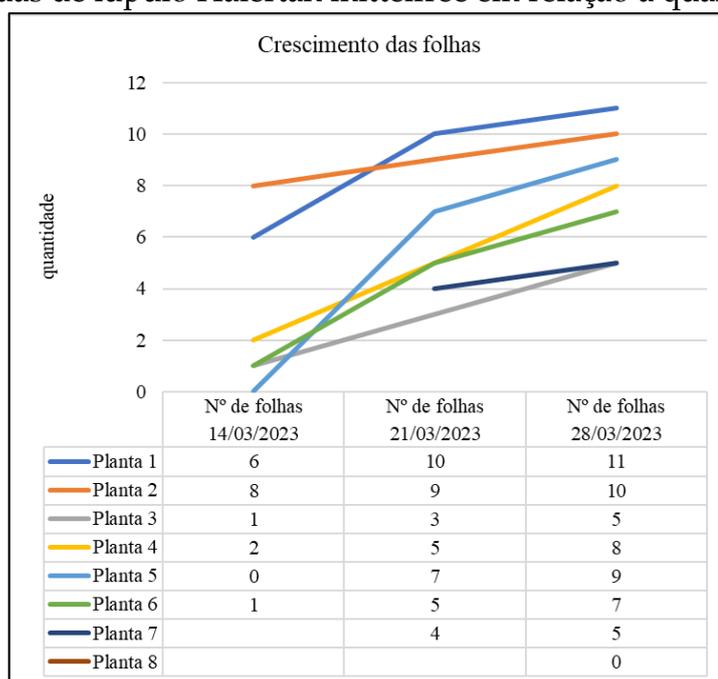


Fonte: Autores (2023).

Figura 3.9: Mudanças de lúpulo Halertan mittelfree.



Fonte: Autores (2023).

Figura 3.10: Mudanças de lúpulo *Halertan mittelfree* em relação à quantidade de folhas.

Fonte: Autores (2023).

Não houve muitas mudas com crescimento vegetativo para a cultivar Mapuche (Quadro 3.3 e Figura 3.11). Apesar disso, seu crescimento aéreo foi grande, com uma muda chegando a atingir 37 cm com 10 folhas. O maior número de estaqueias realizadas foi dessa cultivar, a qual apresentou um total de 80 mudas feitas a partir de sua matriz. Porém, após transplantadas para local maior, foi observada uma perda de 27 mudas, o que resultou em 66,25% de aproveitamento delas e 33,75% de perdas.

Quadro 3.2: Acompanhamento das mudas de lúpulo Mapuche acondicionadas em bandejas dentro da casa de vegetação.

Data	Temperatura (°C)	Nº de planta	Tamanho (cm)	Nº de folhas
07/03/2023	22	0	0	0
14/03/2023	27	1	0,5	0
14/03/2023	27	2	0,3	0
21/03/2023	28	1	13	8
21/03/2023	28	2	1	0
21/03/2023	28	3	0,5	0
28/03/2023	26	1	37	10
28/03/2023	26	2	15	5

28/03/2023	26	3	7	2
28/03/2023	26	4	5,5	4

Fonte: Autores (2023).

Figura 3.11: Mudanças de lúpulo Mapuche em relação à quantidade de folhas.



Fonte: Autores (2023).

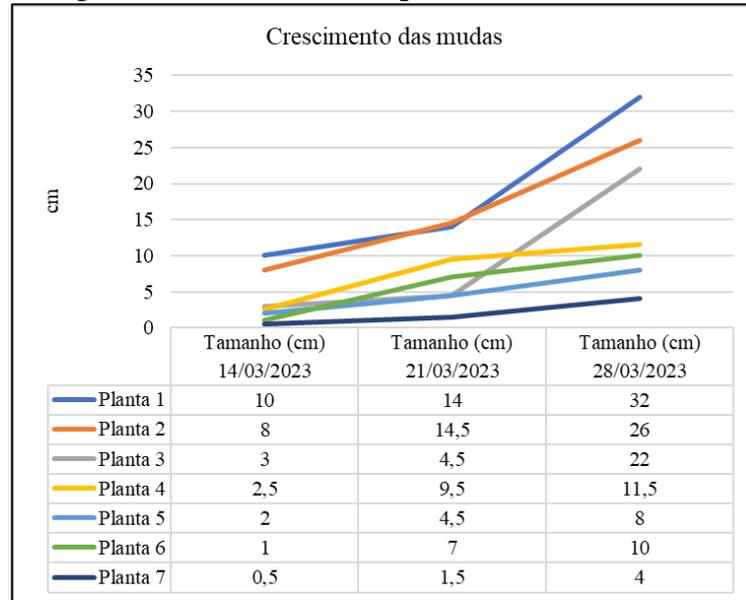
Em relação à cultivar Northern brewer, da qual foram organizadas 44 mudas, verificou-se ótima adaptação delas às condições climáticas e de substrato (Figuras 3.12, 3.13 e 3.14). Foram transplantadas um total de 26 mudas, apresentando-se, assim, 59,09% de aproveitamento.

Figura 3.1210: Mudanças de lúpulo Northern brewer.



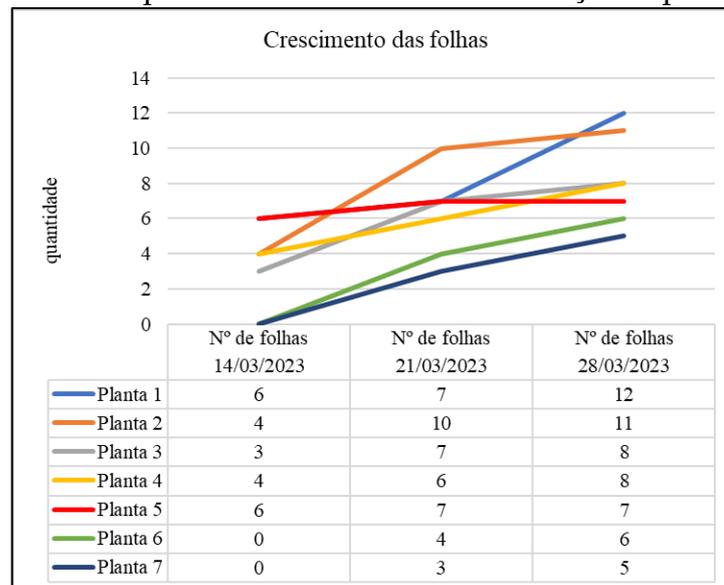
Fonte: Autores (2023).

Figura 3.13: Mudanças de lúpulo Northern brewer.



Fonte: Autores (2023).

Figura 3.14: Mudanças de lúpulo Northern brewer em relação à quantidade de folhas.



Fonte: Autores (2023).

Acredita-se que as estacas mais afetadas, sem desenvolvimento aéreo e sem enraizamento sofreram com as condições adversas sob as quais ficaram expostas inicialmente, assim como ventos, radiação solar, entre outros fatores. As primeiras 20 mudas da cultivar Spalt, para a qual não se obteve sucesso, apresentou alta porcentagem de perda, totalizando 90%. A cultivar ficou por duas semanas em local

aberto e sombreado e só após esse período foi transferida para a casa de vegetação/estufa da Uergs.

O tamanho das estacas afeta o enraizamento e o desenvolvimento das mudas, pois as maiores taxas de sobrevivência e o maior comprimento de raiz observados foram nas estaquias realizadas com uma única folha e com diâmetro menor do das outras cultivares. Assim sendo, a estaquia que mais se adaptou ao clima, ao substrato e ao acondicionamento foi a da cultivar Halertan, que se destacou das demais em todos os aspectos. Portanto, as outras também apresentaram desenvolvimento, porém em menor escala. A Northern ficou em segundo lugar no que diz respeito às brotações, porém, em comparação com o tamanho de raiz, ficou em terceiro, e a Chinook teve a segunda maior raiz entre as cinco cultivares observadas.

Em suma, a cultivar de lúpulo Halertan destacou-se das demais e apresentou boa adaptabilidade e maior desenvolvimento, seguida das cultivares Northern, Chinook e Mapuche, em se tratando de números de brotações das estaquias. A cultivar Spalt não obteve sucesso, pois não teve brotações nem enraizamento, obtendo-se assim uma perda de 100% de suas estaquias.

No caso dela, contudo, foram as primeiras estaquias a serem confeccionadas. Diferentemente das demais cultivares, foram utilizados 50% de substrato e 50% de solo advindo de composteira orgânica caseira, e elas ficaram duas semanas fora da casa de vegetação/estufa, enquanto nas estaquias de outras cultivares houve uso de 100% de substrato para seus preparos, e elas permaneceram fora da estufa por sete dias.

Após 26 dias na casa de vegetação, as mudas apresentaram crescimento superior à capacidade dos copos de 200 ml em que estavam acondicionadas, o que poderia acarretar problemas em seu enraizamento, assim como perdas do material vegetal, pela compactação em que estava a parte radicular das mudas. Tendo isso em vista, no dia 3 de abril de 2023, foi realizado manualmente o transplante das estaquias para local mais adequado (vasos maiores), com a finalidade de as plantas se desenvolverem sem empecilhos, danos ou perdas.

No Quadro 3.4, a seguir, pode-se observar o número de estaquias de cada cultivar que foram transplantadas para vasos maiores e as que foram descartadas. A totalidade foi de 112 mudas transplantadas, e 80 delas foram descartadas, pois não apresentavam brotações ou enraizamento como as demais, tornando assim seu desenvolvimento inviável.

Quadro 3.4: Transplante e descarte de mudas de lúpulo das cultivares analisadas.

<b>Cultivar</b>	<b>Nº de plantas transplantadas</b>	<b>Nº de plantas descartadas</b>	<b>% de perda</b>
Mapuche	53	27	33,75
Chinook	15	11	42,30
Halertan	16	6	27,27
Northern	26	18	40,09
Spalt	2	18	90

Fonte: Autores (2023).

Inicialmente foi colocado substrato em vasos com dimensões mais adequadas ao tamanho delas. Depois disso, foram retiradas as mudas, uma de cada vez, dos copos e acondicionadas devidamente nos vasos plásticos com dimensões maiores, para que obtivessem espaço para seu enraizamento e bom desenvolvimento (Figura 3.15). Nessa fase, as 112 mudas transplantadas foram deixadas sobre uma bancada, separadas conforme o cultivar, onde pudessem ser regadas pelo sistema de aspersão da estufa.

Figura 3.15: Transplantes de mudas de lúpulo para vasos maiores.



Fonte: Autores (2023).

Nesse momento, foi possível verificar o tamanho da raiz das cultivares e também detalhar a quantidade de mudas que estavam sadias, mas que não apresentaram crescimento aéreo (Quadro 3.5).

Quadro 3.5: Medição da raiz das cultivares de lúpulo no momento do transplante.

Mapuche			Chinook		
Muda	Tamanho da raiz (cm)		Muda	Tamanho da raiz (cm)	
1	11		1	9	
2	8		2	14	
3	5		3	13	
4	6,5		4	10	
5	6,5		5	14	
6	9		6	11	
7	12		7	12	
Média	8,29		Média	11,86	
Halertan mittelfree			Northern brewer		
Muda	Tamanho da raiz (cm)		Muda	Tamanho da raiz (cm)	
1	9		1	10	
2	15		2	4	
3	13		3	13	
4	14		4	10	
5	16		5	10	
6	10		6	9,5	
7	12		7	8	
Média	12,71		Média	9,21	

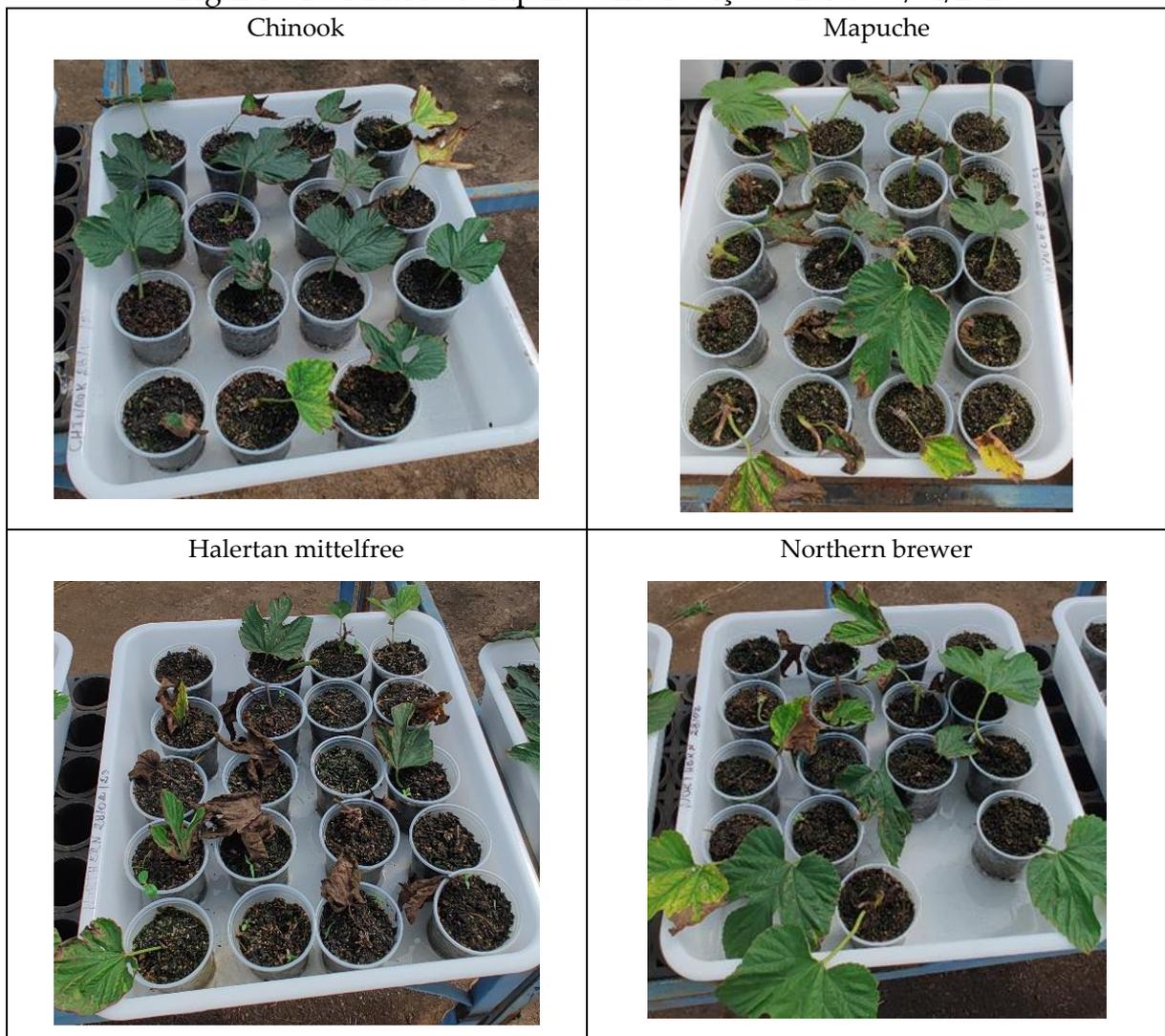
Fonte: Autores (2023).

Vale ressaltar que experimentos com estacas caulinares são mais comuns, mas aspectos como tamanho e origem das estacas e período de enraizamento de diferentes cultivares devem ser avaliados, assim como foi observado no presente trabalho.

Todavia, durante a análise das diferentes variedades de lúpulo, verificou-se que não havia correlação entre a temperatura e o desenvolvimento radicular durante os meses em que as estacas foram analisadas, pois as mudas foram acondicionadas no mesmo local, com a mesma temperatura diária, usando-se o mesmo substrato e o mesmo tamanho de recipiente, para que todas as estacas das diferentes variedades de lúpulo pudessem se desenvolver melhor. Sendo assim, ao se transplantar as mudas para recipientes adequados aos seus devidos tamanhos, foi feita a mensuração das raízes a cada sete estaquias de cada cultivar.

A fim de se obterem dados para saber qual cultivar de lúpulo apresentou melhor capacidade de enraizamento, foi calculada a média (*software Excel*). Verificou-se que a variedade Halertan apresentava melhor capacidade de enraizamento, com uma média de 12,71 cm e, assim, foi a cultivar com maior enraizamento entre todas as outras variedades. A ela seguem-se a variedade Chinook, com média de 11,86 cm, e a Northern brewer e a Mapuche, com comprimento médio de 9,21 e 8,29 cm respectivamente. Logo, conclui-se que a variedade de lúpulo Halertan mittelfree, além de exibir bom desenvolvimento aéreo e maior número de brotações, apresentou raiz com maior tamanho (Figura 3.16).

Figura 3.16: Mudas de lúpulo sem brotações. Data: 03/04/2023.





Fonte: Autores (2023).

Após o transplante, as mudas foram observadas três vezes na semana, a fim de se acompanhar seu desenvolvimento, e foi realizada a medição delas a cada 15 dias. Uma semana após o processo, verificou-se que algumas mudas estavam demasiadamente grandes e se entrelaçando umas às outras, necessitando de apoio para seu devido crescimento. Logo, por ser uma planta trepadeira, foram utilizadas estacas de 1 m de altura e 1,5 cm de diâmetro, de modo a evitar que elas quebrassem (Figura 3.17).

Figura 3.17: Suporte para as mudas de lúpulo.



Fonte: Autores (2023).

Brant *et al.* (2020) analisaram a distribuição do sistema radicular do lúpulo, avaliada em 12 plantas de cinco cultivares de lúpulo tchecos, na região de Saaz. Assim, os autores concluíram que a profundidade das raízes das plantas variou de 1 m a 2,25 m. A largura lateral do sistema radicular do lúpulo variou de 0,6 m a 1,5 m. Como resultado do cultivo em fileiras, o desenvolvimento lateral das raízes nas camadas superiores do solo foi limitado. Os resultados foram confirmados usando o método de análise de imagem infravermelha para especificar a distribuição do sistema radicular e a densidade radicular das plantas de lúpulo no perfil do solo.

Sobotik *et al.* (2018) organizaram um estudo na Baviera e verificaram que diferenças aéreas no crescimento do lúpulo devido à irrigação se refletem no desenvolvimento da raiz. As plantas de lúpulo pouco desenvolvidas tinham profundidade de enraizamento rasa, de cerca de 130 cm, enquanto as plantas com biomassa aparentemente mais alta desenvolveram sistemas radiculares abundantes, com até 370 cm de profundidade.

Nos estudos desenvolvidos por Nakawuka *et al.* (2017), foi constatado que o rendimento do lúpulo se ampliou com o aumento do nível de irrigação no Vale do Rio Yakima, em Washington, Estados Unidos. A diminuição no rendimento foi menos significativa para as plantas de lúpulo depois que elas já tinham um sistema radicular bem desenvolvido. Eles avaliaram as cultivares Mt. Hood, Columbus, Chinook e Willamette sob três níveis de irrigação: 60, 80 e 100% da necessidade de irrigação da cultura, por gotejamento e subsuperficial.

### **PRAGAS E DOENÇAS NAS CULTIVARES**

No início do mês de maio, foram observadas diferenças na coloração das folhas. Elas estavam amareladas (cloróticas), o que pode resultar em plantas com clorose generalizada e posterior queda das folhas, um indicativo de asfixia por encharcamento ou falta de nutrientes. A razão disso é que as mudas afetadas pela

asfixia do sistema radicular com o excesso da rega podem ter atraso em seu desenvolvimento, podendo apresentar murcha de folhas e clorose generalizada, semelhante aos sinais de deficiência nutricional.

Os sinais que as plantas apresentaram indicam prejuízos no adequado desenvolvimento dela. Tais prejuízos podem acontecer por diversos fatores, como a insuficiência de alguns nutrientes, baixo nível de matéria orgânica no solo, compactação do solo, intensa lixiviação pela rega excessiva, entre outros, fazendo-se assim necessária a correção com aplicação de fertilizantes. Nesse sentido, foi realizada aplicação com NPK+NCA, conforme orientação agrônômica, sendo diluídos 40 ml de cada produto em 1 L de água e aplicados 100 ml de cada um em cada planta.

No mesmo mês de maio, identificaram-se alguns sinais e sintomas condizentes com os de algumas pragas e doenças, o que pode ter ocorrido devido a rega em excesso ou falta de nutrientes, pois as mudas estavam na estufa, em local em que o sistema de irrigação era ligado todos os dias por alguns minutos.

O guia de campo *Field Guide for Integrated Pest Management in Hops*, desenvolvido por vários técnicos de diferentes universidades dos Estados Unidos (GENT *et al.*, 2010), ressalta que a produção de lúpulo de alta qualidade requer atenção cuidadosa a numerosos artrópodes, doenças e pragas de ervas daninhas, bem como práticas de horticultura que podem exacerbar ou suprimir essas pragas. O dano que esses organismos podem causar varia de perda insignificante a total, devido à redução direta na quantidade de rendimento ou à diminuição da qualidade do rendimento, que pode tornar o lúpulo invendável.

Nesse sentido, foram identificadas em microscópio algumas plantas que apresentaram a alternaria, causada pelo fungo *Alternaria* spp. (Figura 3.18). Conforme o guia, os surtos graves geralmente estão associados a lesões causadas pelo vento, acompanhadas de alta umidade ou longos períodos de orvalho. O patógeno sobrevive entre as estações em material vegetal em decomposição e matéria orgânica em outras plantas.

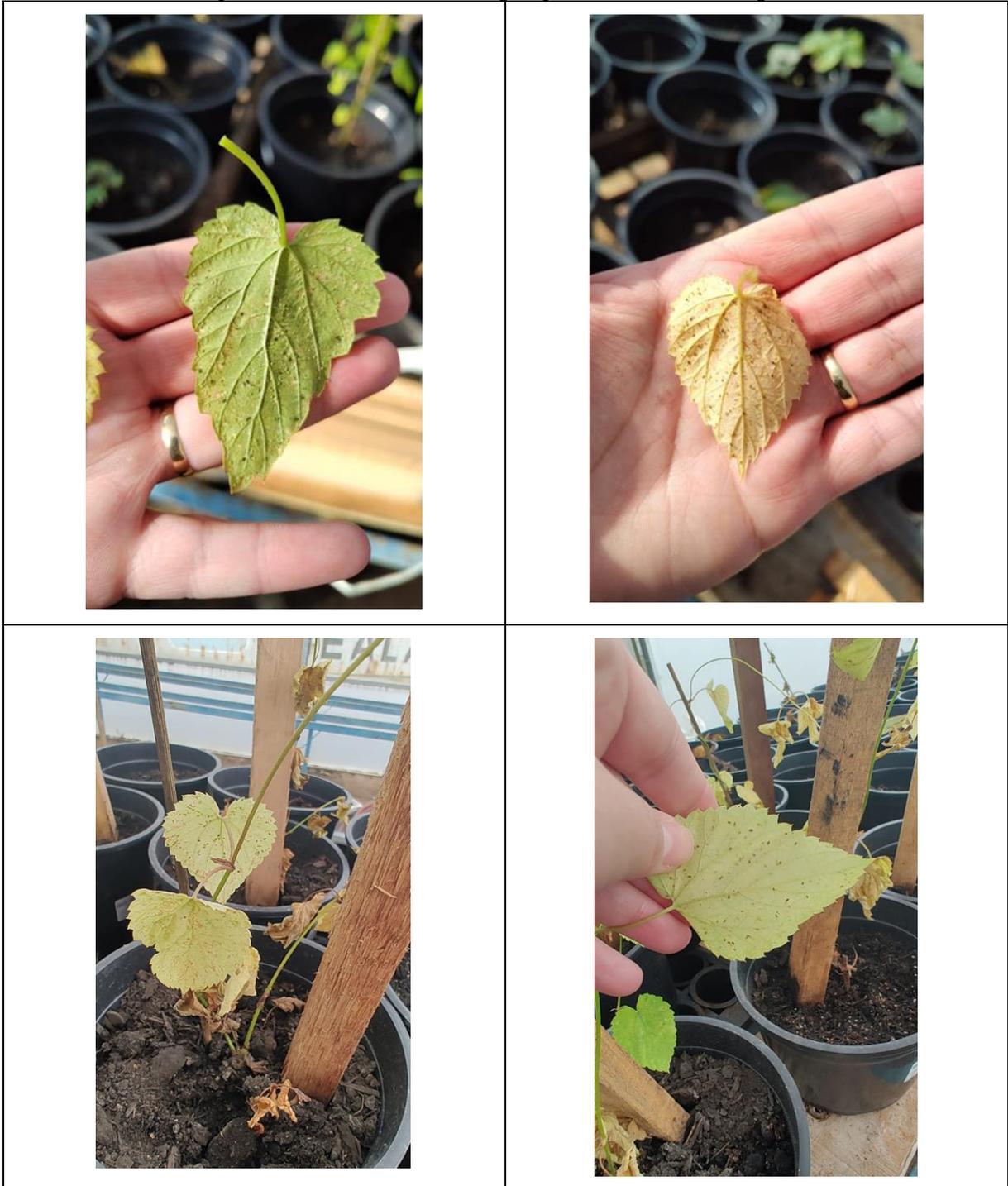
Figura 3.18: Folha de lúpulo com sinais de alternaria/alternaria pelo microscópio.



Fonte: Autores (2023).

Em algumas mudas, também foram observados alguns pulgões. Conforme o guia, uma vez que os pulgões colonizam e começam a se alimentar, os tecidos das plantas ficam cobertos com melada pegajosa e desenvolvem uma aparência brilhante antes que o mofo fuliginoso se torne evidente (Figura 3.19).

Figura 3.19: Incidência de pulgão em folha de lúpulo.



Fonte: Autores (2023).

Contudo, logo após a primeira semana de tratamento com os nutrientes NCA+NPK, foi preciso realizar tratamento com defensivo, pois foi observado alto índice de pulgões, os quais deixam a planta doente pela sucção de seiva dela, fazendo com que a muda fique suscetível não só a pragas como também a doenças. Igualmente se observaram alguns ácaros, além da alternaria, que já havia sido identificada via análise microscópica. Assim sendo, foi utilizado o produto Zignal para o tratamento – um fungicida e acaricida utilizado para controle de doenças e ácaros.

Todavia, como as plantas ainda estavam em vasos, foi necessário encontrar um modo de diluição do produto apropriado a elas. Em vista disso, foram seguidas as orientações de um agrônomo, o qual sugeriu diluir 40 ml do produto em 20 L de água e pulverizar as estaquias. Com isso, a solução foi aplicada na área foliar e do caule com um pulverizador manual. Após a aplicação, notou-se, durante uma semana, uma boa diminuição das pragas, porém, como ainda havia algumas nas folhas, fez-se mais uma aplicação do produto, seguindo as mesmas orientações da semana anterior. Grande melhora ficou evidente após duas aplicações em duas semanas. Conforme Souza (2021, pg. 91):

As pragas são responsáveis por grande parte da perda de diversos produtos agrícolas, na maioria das vezes são controladas por produtos químicos, os defensivos agrícolas, que para serem utilizados é necessário o registro e liberação para determinada cultura. No Brasil não se encontram produtos liberados para a utilização na cultura do lúpulo, sendo assim, as alternativas para o produtor, até o momento, são medidas preventivas, controle cultural, biológico e orgânico natural.

Vários estudos têm sido aprimorados para identificar doenças e pragas em cultivares de lúpulo. Tanrikulu, Sazlı e Parça (2022) analisaram imagens de míldio (*Pseudoperonospora humuli*) e oídio (*Podospaera macularis*) em planta do lúpulo, classificadas com o modelo de Rede Neural Convolucional (CNN) de maior sucesso.

O modelo foi treinado com um pequeno número de imagens selecionadas e detectou as doenças com alto desempenho.

Fernandez (2020) desenvolveu um estudo distinguindo as espécies da artropodofauna fitófaga associadas às folhas de *Humulus lupulus* e a possíveis insetos predadores, em mudas ou plantas adultas em Cachoeiras de Macacu, Cordeiro, Nova Friburgo e Seropédica (municípios do Rio de Janeiro). Avaliou os níveis de infestação do artrópode que infesta mais comumente as folhas de variedades de lúpulo nos plantios comerciais em Cordeiro e Nova Friburgo, além de identificar possíveis insetos predadores.

Diversos vírus infectam o lúpulo na Austrália, e vários pesquisadores se debruçam em identificar e buscar tratamentos promissores. Assim, Chambers, Dodds e Donovan (2021) detectaram pela primeira vez o HSVd, um patógeno significativo de algumas cultivares de lúpulo. As plantas foram testadas para patógenos transmissíveis por enxerto antes de seu uso em ensaios de pesquisa. Ao observarem sintomas indicativos de potencial infecção por viroides, o RNA foi extraído e amplificado por meio da reação em cadeia da polimerase com transcrição reversa (RT-PCR). A identidade do HSVd foi confirmada por sequenciamento.

Spósito *et al.* (2019) salientam que, em pomares comerciais brasileiros de lúpulo, há relatos de ocorrência de formigas-cortadeiras, entre elas as saúvas e as quenquéns (*Atta sexdens*, *Atta laevigata* e *Acromyrmex* spp.), que podem causar severas desfolhas nas plantas.

No fim deste trabalho, as plantas apresentavam-se em boas condições para serem transplantadas à área experimental no mês de setembro de 2023 (Figura 3.20). A partir do início do frio, as mudas e plantas entram em senescência (Figura 3.21).

Figura 3.20: Mudanças de lúpulo no final deste estudo.



Fonte: Autores (2023).

Figura 3.21: Senescência/dormência das mudas de lúpulo.



Fonte: Autores (2023).

O lúpulo é sensível a uma série de pragas e doenças. Os principais locais produtores utilizam muito fungicida e inseticida para manter uma boa produtividade. Por ser uma planta perene e anual, o seu cultivo é realizado sistematicamente por décadas no mesmo local, sem rotação de culturas, o que faz com que haja procura por meios de combater e controlar as possíveis pragas e doenças no cultivo aqui, no Brasil.

Os impactos potenciais de pragas e doenças no cultivo de lúpulo permanecem ainda incertos no Brasil. No entanto, a crescente importância do cultivo de lúpulo no nosso país requer atenção para qualquer nova doença nessa cultura que possa ser transmitida através de material de plantio infectado (PEREIRA; BARRETO, 2023).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do presente trabalho mostra a importância de cultivar o lúpulo no Brasil, uma vez que ele é praticamente sempre importado de outros países,

como Estados Unidos e Alemanha, tornando-se uma matéria-prima de alto valor. Visto que o mercado cervejeiro vem apresentando crescente demanda na região dos Campos de Cima da Serra e na Serra Gaúcha, é de suma relevância iniciativas de trabalhos e pesquisas a respeito da planta, a fim de se obter conhecimento para um bom desenvolvimento da cultura, já que o lúpulo pode vir a apresentar algumas dificuldades em seu desenvolvimento e seu cultivo, considerando o clima da região.

Algumas pragas e doenças, como alternaria, ácaros e pulgões, foram identificadas como ameaças às cultivares, o que impulsionou a busca por formas de combatê-las através de pesquisas bibliográficas e do auxílio de engenheiro agrônomo e produtores de lúpulo da região. Foram utilizados nutrientes e defensivos recomendados para realizar o tratamento, o que resultou em sinais de grande melhora após duas aplicações de cada um em apenas duas semanas.

Dadas as proporções analisadas após transplantes para recipientes mais adequados, a fim de acondicionar melhor as mudas e manter um bom desenvolvimento, foi mensurada uma porcentagem de 41,67% de perdas das estacas. Contudo, houve 58,33% de aproveitamento ao total de todas as estaquias.

As cultivares de lúpulo Halertan e Northern apresentaram maior número de brotações em comparação às demais cultivares observadas durante o período do trabalho. Por sua vez, não foi possível mensurar dados da cultivar Spalt, já que, após seu transplante, foi perdido 90% de seu material, e os 10% restantes não obtiveram sucesso.

A cultivar Chinook foi a segunda a apresentar uma boa média de enraizamento (11,86 cm), ficando atrás apenas da Halertan, a qual apresentou uma média de 12,71 cm. As cultivares Northern e Mapuche tiveram 9,21 e 8,19 cm respectivamente em seus enraizamentos.

Conclui-se, portanto, que, por ser uma cultura nova no Brasil, os produtores enfrentam alguns desafios no cultivo, uma vez que surgem dúvidas difíceis de sanar pela falta de pesquisas na área. Assim sendo, é necessário investir e dar continuidade aos testes e às pesquisas sobre a planta no Brasil e em nossa região.

Dado o exposto neste trabalho, observou-se porque nossa região tem potencial para abrigar e desenvolver a cultura do lúpulo, caso sejam escolhidas as variedades mais adequadas ao clima local e haja correto manejo. Focando o potencial de desenvolvimento e viabilidade das cultivares da planta que mais se adaptam ao clima de nossa região, será possível contribuir com a cadeia produtiva e a demanda de lúpulo para as cervejarias artesanais.

## REFERÊNCIAS

- ALONSO–ESTEBAN, J. I.; *et al.* Phenolic composition and antioxidant, antimicrobial and cytotoxic properties of hop (*Humulus lupulus* L.) seeds. **Industrial Crops and Products** 134:154–159. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.04.001>
- AMORIELLO, T. Multi-criteria approach for land suitability assessment of hop cultivation in Italy. **International Journal of Agriculture and Environmental Research**. Res. 5, 277–286. 2019.
- AMORIELLO, T.; FIORENTINO, S.; VECCHIARELLI, V.; PAGANO, M. Evaluation of Spent Grain Biochar Impact on Hop (*Humulus lupulus* L.) Growth by Multivariate Image Analysis. **Applied Sciences**. 10, 533, 2020. <https://doi.org/10.3390/app10020533>
- AQUINO, Adriana Maria; *et al.*, editores técnicos. **Produção de lúpulo na Região Serrana Fluminense: manual de boas práticas**. Nova Friburgo, RJ: Associação Comercial, Industrial e Agrícola de Nova Friburgo - ACIANF, 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1144201/1/Manual-de-boas-praticas-de-Lupulo.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2023.
- BAUERLE, W. L. Disentangling photoperiod from hop vernalization and dormancy for global production and speed breeding. **Scientific Reports**, v. 9, n.1, p. 1-8, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52548-0>
- BRANT, V.; *et al.* Distribution of root system of hop plants in hop gardens with regular rows cultivation. **Plant, Soil and Environment**, 66(7):317-326. 2020. doi: 10.17221/672/2019-PSE.
- CARRIJO, O. A.; LIZ, R. S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, dezembro 2002.

CHAMBERS, G. A.; DODDS, K.; DONOVAN, N. J. Hop stunt viroid detection in hops (*Humulus lupulus*) in Australia. **Australasian Plant Dis. Notes** 16, 3. 2021. <https://doi.org/10.1007/s13314-021-00419-x>

DEMENTIEV, D.; *et al.* Comparison of the effect of various drugs on the survival rate of hop cuttings. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, Volume 548, Biodiversity and Ecosystem Stability. 072020. 2020. DOI: 10.1088/1755-1315/548/7/072020.

DODDS, Kevin. **Hops: a guide for new growers**. Development Officer – Temperate Fruits NSW Department of Primary industries. 2017. Disponível em: [https://www.dpi.nsw.gov.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0007/712717/hops-guide-for-new-growers.pdf](https://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0007/712717/hops-guide-for-new-growers.pdf). Acesso em: 27 mar. 2023.

FAGHERAZZI, Mariana Mendes; *et al.* Propagação de estacas de lúpulo sob diferentes substratos. **Revista da 15a Jornada de Pós-graduação e Pesquisa**. ISSN: 2526-4397. Congrega Urcamp, vol. 15, nº15, ano 2018.

FALCÃO, Felipe Vianna. **Efeito de triptofano e ácido indolbutírico na produção de mudas de lúpulo propagadas por estaquia**. Monografia (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Santana do Livramento, 2021. Disponível em: <https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/handle/123456789/2060>. Acesso em: 02 jun. 2023.

FERNANDEZ, Patricia Santos de Castro. **Ácaros e insetos associados a diferentes variedades de lúpulo em quatro municípios do estado do Rio de Janeiro**. 2020. 117p. Dissertação (Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

FOGAÇA, Fernanda Vieira. **Diâmetro de estacas na propagação vegetativa de Lúpulo (*Humulus lupulus*)**. TCC (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Agronomia. Florianópolis, SC. 2021.

GENT, D. H.; *et al.* **Field Guide for Integrated Pest Management in Hops**. Second Edition. A Cooperative Publication Produced by Oregon State University, University of Idaho, U.S. Department of Agriculture - Agricultural Research Service, and Washington State University. 2010. Disponível em: <https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/37109/hophandbook2010.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2023.

GUIMARÃES, João de Jesus. **Comportamento agrônômico do lúpulo (*Humulus lupulus L.*) em cultivo protegido submetido a irrigações com diferentes faixas de ph da água na região de Botucatu – SP.** Dissertação. Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp Câmpus de Botucatu. 2020.

KARABÍN, M.; HUDCOVÁ, T.; JELÍNEK, L.; DOSTÁLEK, P. Biologically active compounds from hops and prospects for their use. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, Wiley Online Library**, v.15, p.542-567, Mar. 2016.  
<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12201>

KORPELAINEN, H.; PIETILÄINEN, M. Hop (*Humulus lupulus L.*): Traditional and Present Use, and Future Potential. **Economic Botany**. 75, 302–322. 2021.  
<https://doi.org/10.1007/s12231-021-09528-1>

MACHADO, Marília Pereira; *et al.* Assessment of seed quality and sex determination in hop seedlings using molecular markers. **Ciência e Natura**, Santa Maria v.42, e45, 2020. DOI:10.5902/2179460X43135

NAKAWUKA, P.; *et al.* Effect of deficit irrigation on yield quantity and quality, water productivity and economic returns of four cultivars of hops in the Yakima Valley, Washington State. **Industrial Crops and Products**, 98: 82-92. 2017.  
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.01.037>

PEREIRA, C. M.; BARRETO, R. W. First report of *Paramyrothecium foliicola* causing leaf spots on hop. **Australasian Plant Dis. Notes** 18, 5, 2023.  
<https://doi.org/10.1007/s13314-023-00490-6>

SOBOTIK, M.; *et al.* In-situ root system characterization of hop and maize via soil profile excavation. **Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment**, 69: 121-130. 2018. <https://doi.org/10.2478/boku-2018-0011>

SOUSA, Francielly Guieiro Gomes de. **Determinação da evapotranspiração da cultura e coeficiente de cultivo do lúpulo em diferentes texturas de solo.** 2021. Tese de doutorado. Faculdade de Ciências Agrônomicas da Unesp – Campus de Botucatu. Botucatu. 2021. Disponível em:  
[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/213478/sousa\\_fgg\\_dr\\_botfca.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/213478/sousa_fgg_dr_botfca.pdf?sequence=3&isAllowed=y). Acesso em: 05 jun. 2023.

SPÓSITO, Marcel Bellato.; *et al.* **A cultura do lúpulo.** Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2019. 81 p. (Série Produtor Rural, no. 68).

TANRIKULU, H.; SAZLI, M. H.; PARÇA H. The effect of improvement of datasets on accuracy achievement in deep learning: an example of disease detection in hops

plant. **Journal of Global Innovations in Agricultural Sciences**, cilt.10, sa.1, ss.1-7, 2022 (Scopus). <https://doi.org/10.22194/JGIAS/10.966>

VAN HOLLE, A.; *et al.* Single nucleotide polymorphisms and biochemical markers as complementary tools to characterize hops (*Humulus lupulus* L.) in brewing practice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 67(13): 3761–3771. 2019. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b00816>

4 | MANEJO DA CULTURA  
DO LÚPULO NA SAFRA  
2022/2023



## INTRODUÇÃO

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é uma planta de florescência anual (Figura 4.1), sendo possível cultivá-lo em climas tropicais, como o do Brasil (MARCUSO; MÜLLER, 2019). Na flor do lúpulo da planta fêmea, encontram-se as glândulas lupulinas, que é o ingrediente primordial da cerveja, porque fornece componentes que melhoram a estabilidade microbiológica, a espuma, os sabores e os aromas dela (GUIMARÃES, 2021).

Figura 4.11: Plantas de lúpulo cultivadas na área experimental da safra 2022/2023.



Fonte: Autores (2023).

A planta pode medir de 4 a 10 m de altura, dependendo da variedade. Durante sua fase de crescimento e reprodutiva, o lúpulo necessita de luz solar direta o maior tempo possível do dia (LAHNEL; FAGHERAZZI, 2019). Por isso estruturas

altas são importantes (Figura 4.2). As folhas saem das estípulas presentes no caule e surgem de forma oposta nos nós (RODRIGUES; MORAIS; CASTRO, 2015).

Figura 4.12: Estruturas de cultivo do lúpulo na área experimental do IFRS.



Fonte: Autores (2023).

No lúpulo quase não aparecem as ramas laterais em que se produzem as flores para não cessar o crescimento vertical. As flores da planta masculina se agrupam em panículas, com um perianto formado por cinco sépalas de cor verde amarelento e cinco anteras de filamentos curtos. As anteras têm um sulco onde as glândulas de resinas estão armazenadas (MARCOS *et al.*, 2011). Nas flores da planta feminina, são espigas curtas, designadas de cones (Figura 4.3). As espigas apresentam uma ráquis central e brácteas e bractéolas a proteger a flor (RODRIGUES; MORAIS; CASTRO, 2015).

Conforme Kubeš (2021), hoje a área cultivada de lúpulo e a produção de lúpulo estão altamente concentradas nos nove principais países produtores. Cerca de dois terços da área atual e três quartos da produção atual em todo o mundo são atribuídos aos Estados Unidos e à Alemanha. A produção aumentou na Nova Zelândia, nos Estados Unidos e, em menor escala, na Alemanha e na Polônia, enquanto a Austrália, a República Tcheca, a Eslovênia e especialmente a China e o Reino Unido reduziram a produção.

O cenário de produção de lúpulo no Brasil ainda está em seus estágios iniciais devido às peculiaridades da região brasileira, que não é propícia ao cultivo do lúpulo nas mesmas condições de países de clima ameno (GUIMARÃES, 2021).

Figura 4.13 – Cones do lúpulo (*Humulus lupulus* L.).



Fonte: Autores (2023).

Para a indústria cervejeira, apenas as flores não fertilizadas das plantas fêmeas do lúpulo são importantes, pois somente nelas são encontradas, em quantidades apreciáveis, as chamadas glândulas de lupulina, responsáveis pela secreção de um pó amarelo (chamado de lupulina). Esse pó contém as substâncias químicas de interesse, isto é, as resinas, os polifenóis e os óleos essenciais (WANNENMACHER; GASTL; BECKER, 2018).

Embora o lúpulo e seus derivados atendam a uma variedade de produtos da indústria farmacêutica à alimentícia, sua produção se destaca por sua relação com a indústria cervejeira. Ele constitui um dos ingredientes básicos das receitas de cerveja, junto com água, malte, cevada e levedura (GUIMARÃES *et al.*, 2021).

A Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul e o Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater) têm um projeto em andamento que incentiva o plantio de lúpulo no Rio Grande do Sul com custo mais baixo e com as características regionais, tanto da Serra como de outras partes do estado, assim se desenvolvendo um produto adaptado à região. A estratégia de desenvolver uma cerveja com esse contexto também é um atrativo para que se incentive a produção de lúpulo, além da alternativa de baratear o custo e da possibilidade de produzir cervejas com uma flor mais recentemente colhida, que pode dar características mais específicas à cerveja (SPECTH, 2020).

O município de Vacaria/RS tem grande potencial para hospedar a cultura do lúpulo, porque registra menores temperaturas médias no inverno e verões tépidos. Nesse sentido, o objetivo geral deste capítulo é analisar o manejo da cultura do lúpulo na área experimental localizada no município de Vacaria.

## **METODOLOGIA**

Os procedimentos metodológicos escolhidos envolvem técnicas próprias e padronizadas de coleta de dados, com observações sistemáticas (MARCONI; LAKATOS, 2010). Assim, tornou-se possível explorar todos os objetivos propostos neste trabalho. Como explicado no capítulo 1 desta obra, foram observadas todas as fases de crescimento vegetativo, e fizeram-se a análise pós-colheita e o armazenamento do lúpulo colhido para a safra 2022/2023.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os resultados foram organizados desde o acompanhamento da safra 2022/2023, realizando-se o manejo adequado nos diferentes estágios de crescimento, até depois da colheita e o beneficiamento da cultura.

### ***ANÁLISE DO CRESCIMENTO DA CULTURA***

No dia 15 de agosto de 2022, iniciaram-se os processos de manutenção e controle do lúpulo na área experimental. Foi realizado o manejo adequado nos diferentes estágios de produção na lavoura e avaliado periodicamente o desenvolvimento das plantas.

O sistema de irrigação implantado foi por gotejamento (Figura 4.4). Esse sistema aplica água com baixa vazão e alta intensidade, próximo ao sistema radicular, reduzindo assim a superfície do solo que fica molhada e exposta às perdas por evaporação. Conforme Esteves *et al.* (2012), os sistemas são dispostos em tubulações instaladas ao longo das fileiras dos cultivos. Tais tubulações são chamadas de linhas laterais. Além de um maior controle sanitário, o sistema permite economia de água, aumenta a eficiência da adubação e se adapta aos diferentes tipos de solo e topografia (ESTEVEZ *et al.*, 2012). Essa tecnologia é mais utilizada na produção de hortaliças, frutíferas e flores ornamentais independentemente do tamanho da propriedade. O gotejamento gera ao produtor mais rentabilidade, assim como uma tecnologia sustentável e econômica (RODRIGUES; DOMINGUES, 2017).

Guimarães (2020) salienta que o fornecimento de água na fase de desenvolvimento do lúpulo por irrigação passou a ser utilizado nas áreas de cultivo desde o século XIX. No contexto da irrigação, a qualidade da água é um fator importante; quando não se dá a devida atenção a ela, pode haver efeitos deletérios no sistema de irrigação, no solo e na planta. Nesse sentido, em seu trabalho Guimarães (2020) enfatiza que o cultivo de lúpulo exige um adequado fornecimento de água, principalmente na fase de desenvolvimento, a qual envolve formação e crescimento

dos ramos laterais, florescimento, formação das inflorescências e maturação dos cones.

Figura 4.4: Sistema de irrigação.



Fonte: Autores (2022).

O início da medição se deu quando as plantas já tinham alguns centímetros (Figura 4.5). As medições são de extrema importância, pois existe(m) cultivar(es) de lúpulo adaptada(s) que apresentam potencial produtivo e qualitativo, de modo a viabilizar a produção de lúpulo na região dos Campos de Cima da Serra/RS.

No Brasil, a partir de 2020 vários trabalhos foram desenvolvidos para verificar o crescimento do lúpulo. Um exemplo é o estudo de Oliveira (2016), no qual o autor avaliou o crescimento do lúpulo (*Humulus lupulus* L.) sob diferentes pH e diferentes adubações com fósforo. A pesquisa concluiu que a planta de lúpulo é sensível a

adubação fosfatada e calagem quando cultivado em solo da região do Planalto Sul catarinense.

Figura 4.5: Medições.



Fonte: Autores (2022).

No dia 12 de setembro de 2022, foram realizadas a manutenção da área e a implantação do sistema de treliça; fixaram-se fios de náilon em “V” entre a planta e o arame galvanizados, presos em poste de madeira (Figura 4.6). Sendo assim, a planta se enrola através do fio de náilon e cresce ao longo dos fios. Esse sistema tem a finalidade de sustentar o peso das plantas e retardar a velocidade do vento (MARCOS *et al.*, 2011). Conforme Cruz e Kretzer (2022, pg. 53):

Os sistemas de condução de treliça alta em “V” variam em altura, espaçamento entre linhas, espaçamento entre plantas, de acordo com a localização, variedade e método de colheita pretendido. O vigor das cultivares e as condições de crescimento determinam a altura em que o lúpulo crescerá e, conseqüentemente, determinam qual deve ser a altura superior da treliça. Não existe uma regra específica para determinar o espaçamento entre plantas na linha e entre as linhas de plantio. As experiências com a cultura, cultivar e o local de cultivo, desempenham um papel significativo nessa decisão.

Washington é o maior estado produtor de lúpulo nos Estados Unidos, e o entrelaçamento de cordas é uma tarefa de trabalho intensivo em campos de lúpulo de alta treliça, havendo grande demanda, por parte da indústria, pela operação mecanizada. Assim, foi desenvolvido um robô inovador de entrelaçamento de cordas, composto por efetores para amarração de nós, alimentação de cordas e captura de fios de treliça, que realiza essa tarefa de forma autônoma (HE *et al.*, 2016). Essa tecnologia ainda não está disponível para as lavouras do estado do Rio Grande do Sul.

Righi e Bitencourt (2022) observam que o sentido predominante dos ventos nessa região em estudo é Norte e Leste, com velocidade média anual na faixa de 7 a 8 m/s (RIO GRANDE DO SUL, 2014). Os ventos não são adequados para essa cultura perene, pois podem causar a perda da lupulina, presente nas inflorescências dos cones de lúpulo, que dá o amargor à cerveja (RIGHI; BITENCOURT, 2022).

Figura 4.6: Sistema de fixação.



Fonte: Autores (2022).

No mês de outubro de 2022, foi realizada a manutenção, e identificou-se que algumas plantas tinham sintomas de pragas ou doenças (Figura 4.7). Assim, foi encaminhada a amostra para reconhecimento das possíveis doenças ao Laboratório da Clínica Fitossanitária da Uergs – Unidade em Vacaria. Ela apresentava manchas

foliares pequenas, circulares, de coloração marrom-clara, rodeadas por um halo marrom-escuro. São sinais e sintomas típicos de mancha marrom de alternaria (*Alternaria* spp.). Em alguns casos severos, houve a deterioração de algumas plantas.

Figura 4.7: Sintomas de pragas ou doenças nas plantas da área experimental.



Fonte: Autores (2022).

O guia de campo *Field Guide for Integrated Pest Management in Hops*, desenvolvido por vários técnicos de diferentes universidades dos Estados Unidos (GENT *et al.*, 2010), descreve algumas pragas que causam prejuízos nas plantações de lúpulo. Destacam-se: ácaros, pulgões, besouro prionus da Califórnia, lagartas, besouro da raiz e lesmas.

Segundo o guia, a alternaria é causada pelo fungo *Alternaria alternata*, comum em lavouras de lúpulo e outros sistemas agrícolas em todo o mundo. A doença pode ocasionalmente danificar os cones e reduzir a qualidade da colheita. É relatado que ocorre com mais frequência em variedades de maturação tardia expostas a danos causados por vento, condições úmidas e longos períodos de umidade em cones. O escurecimento do cone causado por oídio e míldio costuma ser diagnosticado erroneamente como distúrbio do cone de alternaria (GENT *et al.*, 2010).

A doença tem progresso rápido. O tecido morto torna-se marrom-escuro e é facilmente confundido com danos causados por oídio. As brácteas e bractéolas afetadas apresentaram leve distorção ou murchamento dos tecidos doentes.

O crescimento das plantas saudias nos meses de outubro e novembro ocorreu de forma mais lenta do que a encontrada na literatura (Figura 4.8). Conforme Spósito *et al.* (2019, pg. 27), “os ramos primários crescem verticalmente em torno da estrutura de sustentação, no sentido horário. A taxa de crescimento é alta, podendo chegar a 30 cm por dia”. Esse retardo no crescimento pode ter sido em função do frio tardio ocorrido em novembro de 2022, na área experimental.

Figura 4.8: Crescimento das plantas.

Crescimento no mês de outubro.



Crescimento no mês de novembro.



Fonte: Autores (2022).

Como era o segundo ano após o plantio, o crescimento da parte aérea era limitado, pois a planta ainda priorizava o estabelecimento da base de seu extenso sistema radicular. Spósito *et al.* (2019, pg. 27) salientam que “os ramos do lúpulo têm crescimento indefinido, podendo atingir comprimento de 8 a 9 m. À medida que os ramos crescem, vão se tornando mais grossos e lignificados a partir da base da planta”.

Nas análises do mês de dezembro de 2022, foi verificada a morte de várias plantas, ocasionada pelo frio tardio e por doenças, restando apenas 68, algumas saudáveis, outras ainda danificadas pela alternaria. A perda foi em torno de 25% na segunda safra, na área experimental.

No mês de janeiro de 2023, foi constatado que havia somente 27 plantas com porte grande (30%), algumas já com formação de flor/cones (Figura 4.9). Nesse mês, foram encontrados mais problemas fitossanitários e plantas danificadas. A praga vaquinha (*Diabrotica speciosa*), que estava presente em algumas plantas, causa grandes danos, pois alimenta-se de folhas e, em ataques severos, come até os cones.

Conforme a Embrapa (2022), as vaquinhas (*Diabrotica speciosa*) são insetos que podem ser encontrados em diversos cultivos, sobretudo quando estes são implantados logo após o cultivo de milho ou pastagens. No entanto, esses ataques são bem esporádicos e geralmente associados a desequilíbrios no agroecossistema.

No trabalho desenvolvido por Ezequiel (2022), em experimento realizado no município de Pedras Grandes/SC, nos meses de janeiro e fevereiro de 2022, também foi verificada a presença de vaquinha (*Diabrotica speciosa*), cuja erradicação foi feita manualmente, e de ácaro-rajado (*Tetranychus urticae*), cuja erradicação foi feita via aplicação de acaricida/inseticida Abamectina®, com volume de calda 0,5 ml/1L.

Figura 4.9: Plantas no mês de janeiro de 2023.



Fonte: Autores (2023).

A partir de todo o desenvolvimento das plantas até a colheita dos primeiros cones, foi possível organizar planilhas de acompanhamento (Quadros 4.1, 4.2 e 4.3). O experimento contou com seis cultivares, em três blocos casualizados, e em cada unidade experimental havia cinco plantas; destas, foram avaliadas as três do meio.

Quadro 4.1: Acompanhamento do bloco 1.

Bloco 1		Agosto (2022)	Setembro (2022)	Outubro (2022)	Novembro (2022)	Dezembro (2022)	Janeiro (2023)	Fevereiro (2023)
Cultivar	Nº planta	Altura (cm)						
Cascade	1	5	6	8	18	0	0	0
	2	4	4	13	23	0	0	0
	3	5	5	24	42	0	0	0
Chinook	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	1	1	0	0	0	0	0
	3	1	2	0	0	0	0	0
Northern	1	6	6	0	0	0	0	0
	2	5	6	29	58	163	380	437
	3	5	5	17	35	145	324	422
Harletan	1	6	7	10	13	0	0	0
	2	6	6	9	12	0	0	0
	3	3	4	6	9	0	0	0
Mapuche	1	3	4	5	38	57	183	245
	2	3	4	4	10	0	0	3

	3	4	5	6	12	0	0	0
Spalt	1	4	6	10	73	97	198	227
	2	4	5	9	57	99	203	229
	3	4	5	9	55	95	200	236

Fonte: Autores (2023).

Quadro 4.2: Acompanhamento do bloco 2.

Bloco 2		Agosto (2022)	Setembro (2022)	Outubro (2022)	Novembro (2022)	Dezembro (2022)	Janeiro (2023)	Fevereiro (2023)
Cultivar	Nº planta	Altura (cm)						
Cascade	1	5	7	10	0	0	0	0
	2	3	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
Chinook	1	1	3	4	12	39	107	133
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
Northern	1	6	6	13	39	73	112	342
	2	5	6	14	42	87	129	Colheita
	3	5	5	10	45	88	132	Colheita
Harletan	1	1	7	9	0	0	0	0
	2	3	6	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
Mapuche	1	3	4	11	19	52	128	180
	2	3	4	8	13	45	173	218
	3	4	5	15	17	47	185	232
Spalt	1	3	0	0	0	0	0	0
	2	1	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Autores (2023).

Quadro 4.3: Acompanhamento do bloco 3.

Bloco 3		Agosto (2022)	Setembro (2022)	Outubro (2022)	Novembro (2022)	Dezembro (2022)	Janeiro (2023)	Fevereiro (2023)
Cultivar	Nº planta	Altura (cm)						
Cascade	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	3	4	4	0	0	0	0
Chinook	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	1	1	3	3,5	0	0	0
	3	3	4	4	5	0	0	0

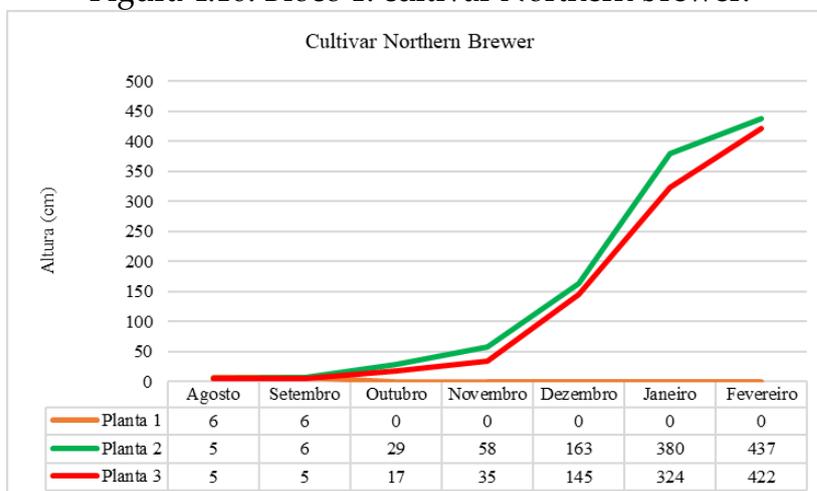
Northern	1	3	9	15	27	78	363	442
	2	4	11	21	32	85	370	455
	3	4	10	17	28	83	364	447
Harletan	1	1	5	7	12	19	265	279
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0
Mapuche	1	1	2	2	10	32	201	233,00
	2	1	2	3	5	0	0	0
	3	2	3	4	4	0	0	0
Spalt	1	1	2	2	8	23	122	172
	2	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Autores (2023).

As plantas apresentaram um crescimento vegetativo inicial bastante lento, provavelmente por estarem desenvolvendo o sistema radicular, pois essa foi a segunda safra. Também houve crescimento severo de plantas daninhas que causam competição por luz e nutrientes, o que pode ter contribuído de forma negativa no desenvolvimento delas. Além disso, o ataque de pragas foi outro aspecto que prejudicou as cultivares, assim como o frio tardio.

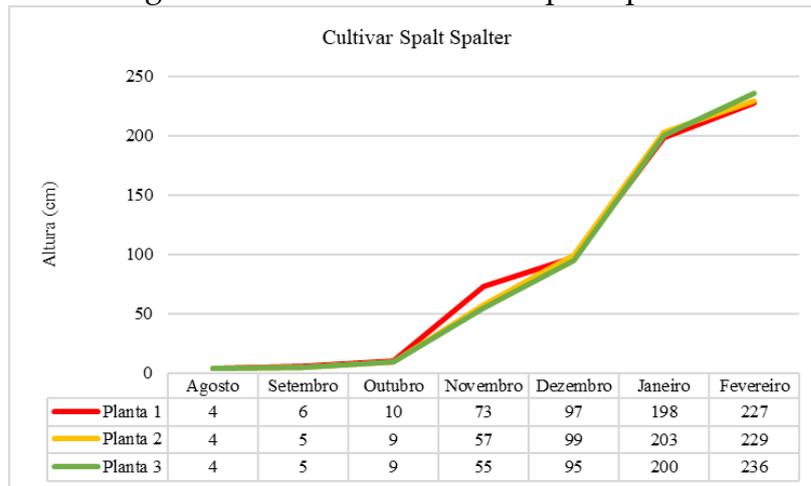
Entre todas as variedades analisadas, as cultivares Northern brewer, Spalt spalter e Mapuche foram as que mais se adaptaram às condições climáticas e pragas do município de Vacaria/RS (Figuras 4.10, 4.11, 4.12 e 4.13).

Figura 4.10: Bloco 1: cultivar Northern brewer.



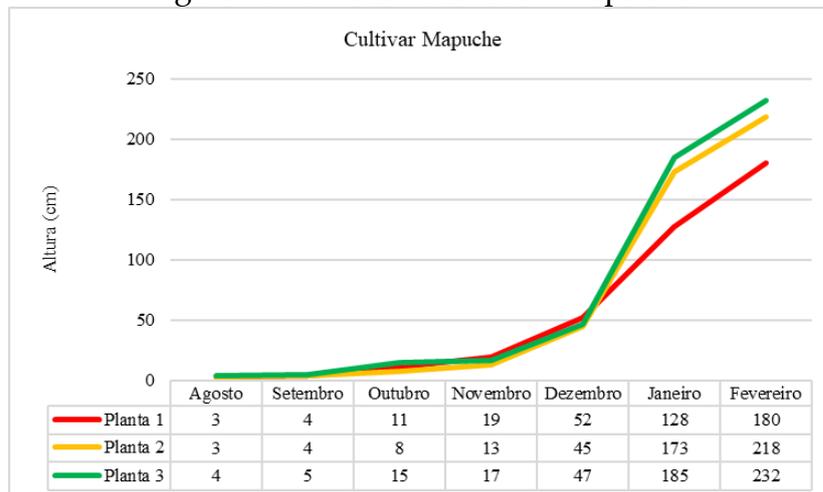
Fonte: Autores (2023).

Figura 4.11: Bloco 1: cultivar Spalt Spalter.



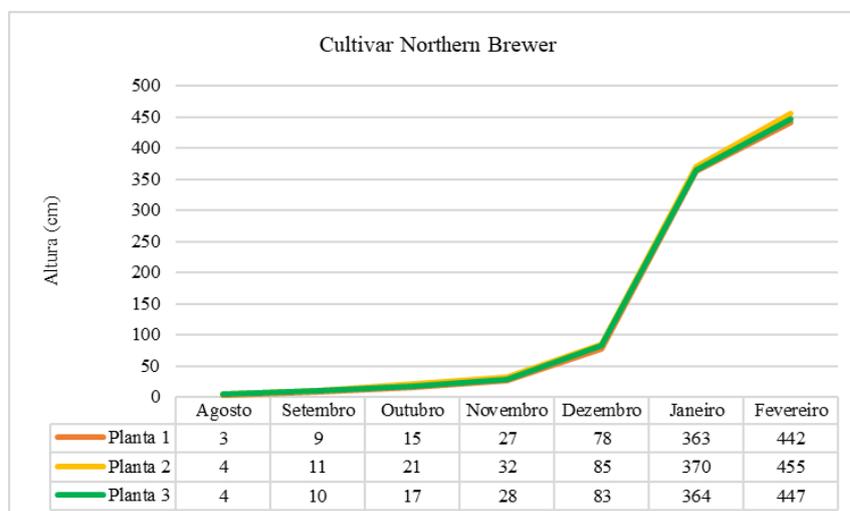
Fonte: Autores (2023).

Figura 4.12: Bloco 2: cultivar Mapuche.



Fonte: Autores (2023).

Figura 4.13: Bloco 3: cultivar Northern brewer.



Fonte: Autores (2023).

No bloco 1, a cultivar Spalt Spalter teve bom crescimento vegetativo, apresentando uma média de crescimento de 230 cm (nas três plantas). A Mapuche ficou em aproximadamente 245 cm em somente uma planta. Já a Northern brewer obteve média aproximada de 430 cm (nas três plantas), sendo a que teve o melhor desempenho no bloco 1.

No bloco 2, a Mapuche teve bom desempenho nas três plantas analisadas, com uma média de aproximadamente 210 cm de crescimento. A Northern brewer também apresentou bom crescimento, mas, antes da medida final, foram feitos a colheita e o corte da planta.

Já no bloco 3, a Northern brewer teve uma média de crescimento de 448 cm nas três plantas analisadas. A Spalt Spalter, a Halertan Mittelfree e a Mapuche também apresentaram crescimento, mas apenas em uma planta.

Para a maioria das plantas das cultivares Cascade, Halertan Mittelfree e Chinook, houve desenvolvimento vegetativo inicial e final muito inferior em comparação com as outras variedades analisadas. Nesse sentido, essas três cultivares precisam de muitos cuidados, não sendo as melhores opções para a região de Vacaria/RS.

### ***ANÁLISE DA COLHEITA E PÓS-COLHEITA***

No dia 8 de fevereiro de 2023, os cones de algumas plantas já estavam prontos para colheita (Figura 4.14). Durante esta, as plantas de lúpulo foram cortadas, e removeu-se da área experimental toda a biomassa acima do solo. Enquanto os cones eram colhidos, secos e embalados para a produção de cerveja artesanal no laboratório, caules e folhas (biomassa de lúpulo após a colheita) foram descartados em uma área próxima da área experimental. Apesar de ainda serem incipientes os trabalhos que analisam a compostagem da parte aérea do lúpulo após a colheita, o

descarte feito próximo também se transformará em material orgânico, sendo aproveitado por outras plantas do local.

Čeh *et al.* (2022) organizaram três diferentes procedimentos de compostagem de biomassa fresca de lúpulo, que variaram em termos de tamanho inicial de partícula de biomassa, aditivos e cobertura da pilha. Cada pilha foi construída com 15 toneladas de folhas e caules. Assim, foi analisado o líquido lixiviado, e a biomassa amostrada e analisada para identificar boas práticas. Mesmo assim, muitas lacunas ainda precisam ser preenchidas.

Figura 4.14: Cones de lúpulo.



Fonte: Autores (2023).

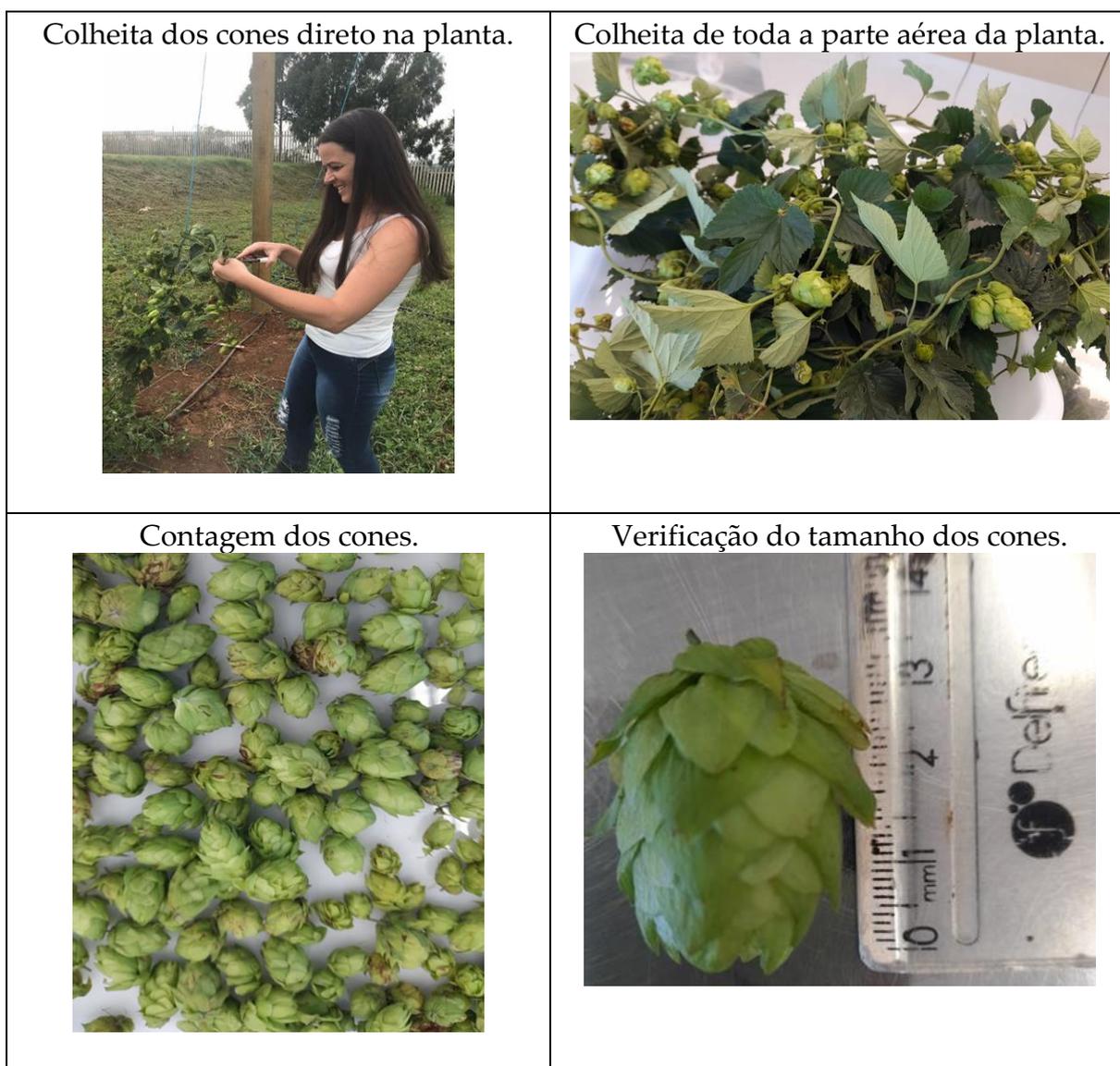
Alguns autores têm desenvolvido diversos estudos para verificar as diferenças de colheita em relação à qualidade do lúpulo para a produção cervejeira. Schnaitter *et al.* (2026) verificaram que os resultados analíticos combinados com os resultados das avaliações sensoriais levaram à conclusão de que a data de colheita da “Mandarina Bavaria” não era um fator dominante no aroma de *dry-hopping* das cervejas de alta fermentação. Já Mikyška, Belešová e Tichá (2020) indicaram que a previsão da safra (lúpulos tchecos colhidos em 2020) fornece informações oportunas sobre o teor de alfa-ácidos da safra em questão, estando os resultados em boa concordância com os valores da avaliação final de todos os lúpulos colhidos.

O início da colheita na área de estudo aconteceu em 9 de fevereiro de 2023, da cultivar Spalt spater. Para todas as cultivares, foram verificados a contagem, o tamanho médio e o peso dos cones.

Conforme Aquino *et al.* (2022, pg. 129), a “flor do lúpulo deve ser colhida quando a textura do cone for levemente áspera e seca, cor dourada intensa da lupulina, intenso aroma de lupulina e coloração amarelada das pétalas (podendo variar entre cultivares)”.

Na Figura 4.15, podem ser verificadas as etapas realizadas para a cultivar Spalt Spalter. Os processos foram repetidos para todas as cultivares colhidas.

Figura 4.15: Processo de colheita e processamento dos cones de lúpulo.



Pesagem dos cones úmidos.



Cones em bandejas em temperatura ambiente para secagem por um período de 15 dias e posterior verificação do peso seco.



Fonte: Autores (2023).

A colheita de todas as cultivares foi realizada após às 9 h da manhã, conforme orientação de Aquino *et al.* (2022, pg. 130):

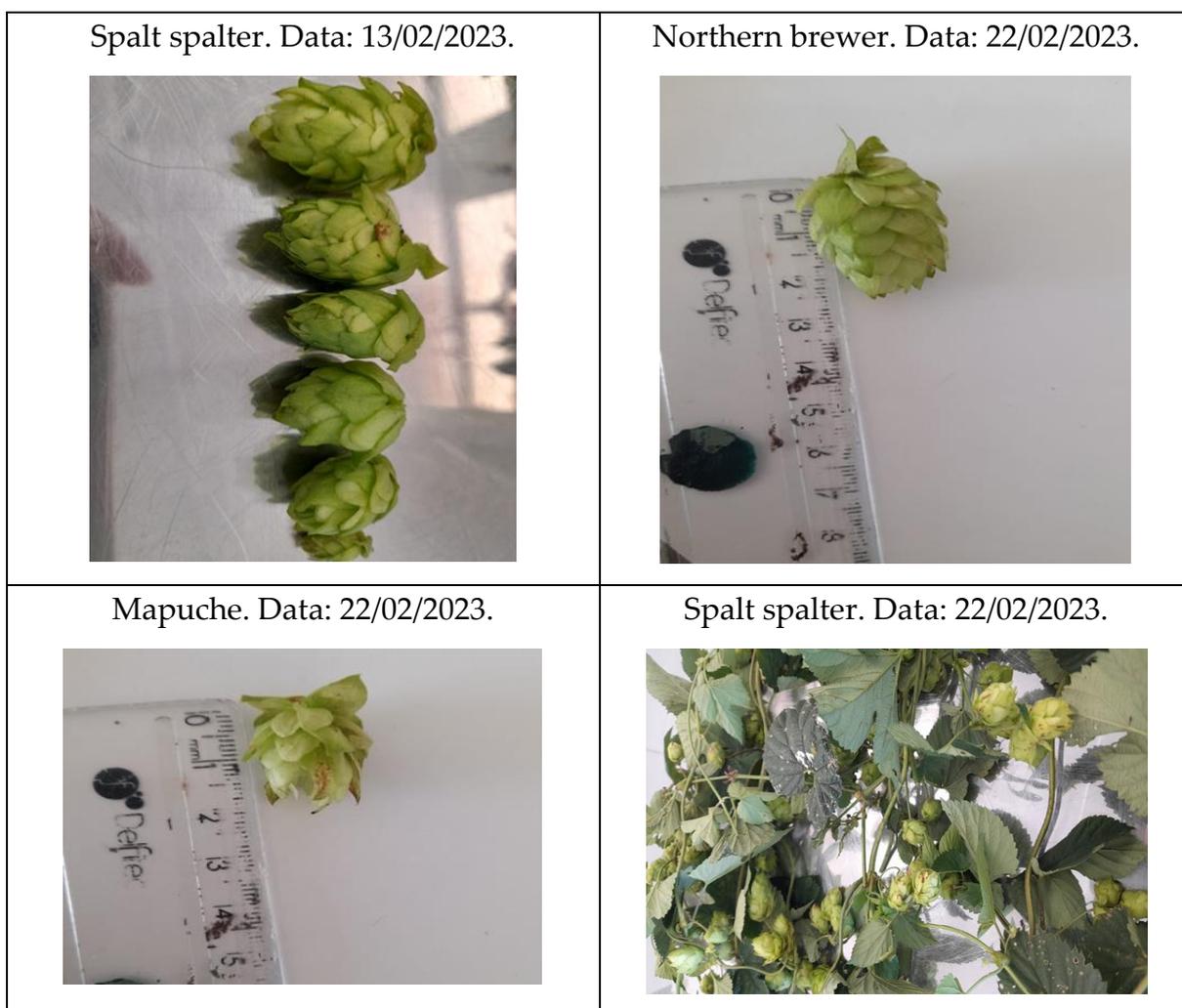
Recomenda-se que a colheita do lúpulo seja realizada nas horas mais frescas do dia, mas que os cones tenham perdido a umidade conferida pelo sereno, de preferência após as 09:00h da manhã, podendo variar de acordo com a umidade relativa do ar, da época do ano e região. Recomenda-se esperar de 2 a 3 dias após um período de chuvas, para que a umidade acumulada no interior dos cones possa ser eliminada naturalmente. Os cones colhidos devem ser deixados protegidos da incidência solar até que sejam transportados ao local de manuseio pós-colheita. Esta etapa deve ser realizada no menor espaço de tempo possível, pois a flor do lúpulo é extremamente perecível e ainda não se sabe, na região, a velocidade de degradação e oxidação dos componentes químicos de interesse.

Foram realizadas diversas colheitas na área experimental, respeitando-se o tempo de amadurecimento dos cones (Figura 4.16). Conforme Cruz e Kretzer (2022),

o lúpulo recém-colhido tem um teor de umidade de campo de cerca de 80%. Quando seco, o teor diminui para 8 a 12%.

No dia 22 de fevereiro de 2023, foi feita a primeira pesagem dos cones secos, e posteriormente houve armazenamento em embalagens plásticas com lacre (Spalt Spalter). Todos os pacotes foram identificados de modo adequado e enviados ao freezer (Figura 4.17). Conforme Aquino *et al.* (2022), o lúpulo desidratado a vácuo pode ter sua qualidade preservada por até um ano, se mantido refrigerado (5°C) ou congelado (-15°C).

Figura 4.16: Processamento dos cones de lúpulo.



Fonte: Autores (2023).

Figura 4.17: Embalagens com cones de lúpulo.



Fonte: Autores (2023).

As cultivares Chinook e Halertan Mittelfree foram colhidas no dia 27 de fevereiro de 2023. Algumas plantas de Northern brewer também foram colhidas dia 27 (Figura 4.18).

Figura 4.18: Processamento de algumas cultivares de lúpulo.





Fonte: Autores (2023).

No dia 27 de fevereiro de 2023, aconteceram a pesagem e o armazenamento das variedades Spalt spalter, Mapuche e Northern brewer, após o processo de secagem, em embalagem com lacre devidamente identificado e enviado ao freezer.

Em 7 de março de 2023, foram realizadas a pesagem e o armazenamento das ultimas variedades, sendo elas Chinook, Halertan Mittelfree, Mapuche e Northern brewer. Todos os pacotes foram devidamente identificados e colocados no freezer (Figura 4.19).

Figura 4.19: Últimas embalagens da safra sendo organizadas.



Fonte: Autores (2023).

Todos os dados de colheita e armazenamento foram tabelados, conforme pode-se visualizar nos Quadros 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8.

Na colheita da variedade Spalt spalter, ocorrida entre os dias 9 e 13 de fevereiro de 2023, foram colhidos 415 cones, com tamanho médio de 2,25 cm. Esses representam os maiores cones colhidos de toda a safra, pesando fresco 211 g, e após o período de secagem foram a 39 g, o que resultou na maior umidade média de todas as variedades, sendo de 3,63%.

Entre os dias 22 e 28 de fevereiro de 2023, houve a colheita da variedade Mapuche, com o total de 5.321 cones colhidos, com tamanho médio de 1,61 cm. Foram os menores cones colhidos, com peso fresco de 742 g, e após o período de secagem foram a 229 g, o que resultou uma umidade média de 2,44%.

Já na colheita da variedade Northern brewer, entre os dias 22 e 28 de fevereiro de 2023, foram colhidos 5.237 cones, com tamanho médio de 1,95 cm, com peso fresco de 960 g, e após o período de secagem foram a 208 g, o que resultou uma umidade média de 3,51%.

Para a variedade Chinook, foram colhidos 105 cones no dia 27 de fevereiro de 2023, com tamanho médio de 1,8 cm. O peso fresco era de 15,342 g, e após o período de secagem foram a 5 g, o que resultou em uma umidade média de 2,06%, sendo a menor umidade de todas as variedades.

Para finalizar, a colheita da variedade Halertan Mittelfree, no dia 27 de fevereiro 2023, totalizou 397 cones colhidos, com tamanho médio de 2 cm, com peso fresco de 79,123 g, e após o período de secagem foram a 25 g, o que resultou em uma umidade média de 2,16%.

Conforme os dados citados, as variedades que mais renderam foram a Northern brewer e a Mapuche, resultando no valor de 7742 kg/ha e 5494,535 kg/ha.

Quadro 4.4: Dados da colheita da variedade Spalt spalter.

Variedade: Spalt spalter									Estimando-se a prod. Kg/ha	
Planta (nº)	Bloco	Data de colheita	Peso fresco (g)	Data final secagem	Peso seco (g)	Quantidade de cones	Tamanho médio cones (cm)	Umidade	Kg/planta	3703,70 plan./ha
1	1	09/02/2023	26	22/02/2023	6	74	2	3,01	0,026	95,7332376
2	1	09/02/2023	41	22/02/2023	11	88	2,5	2,8195	0,041	151,9183666
3	1	22/02/2023	11	27/02/2023	3	46	1,5	2,577	0,011	40,074034
1	3	13/02/2023	133	27/02/2023	19	207	3	6,1284	0,133	494,2846909
			211		39	415			0,185	782,01

Fonte: Autores (2023).

Quadro 4.5: Dados da colheita da variedade Mapuche.

Variedade: Mapuche									Estimando-se a prod. Kg/ha	
Planta (nº)	Bloco	Data de colheita	Peso fresco (g)	Data final secagem	Peso seco (g)	Quantidade de cones	Tamanho médio cones (cm)	Umidade	Kg/planta	3703,70 plan./ha
1	1	28/02/2023	158,48	07/03/1013	40	1897	1,9	2,962	0,127	470,370
1	2	22/02/2023	127	27/02/2023	49	826	1,5	1,61802	0,168	623,296
2	2	22/02/2023	168,29	07/03/1013	50	1325	1,5	2,3658	0,151	557,407
3	2	28/02/2023	150,5	07/03/1013	50	1146	1,5	2,01	0,105	387,111
4	2	28/02/2023	104,52	07/03/1013	30	738	1,7	2,484	0,152	564,674
5	2	28/02/2023	152,462	07/03/1013	40	1184	1,5	2,81155	0,039	144,411
1	3	28/02/2023	38,991	07/03/1013	10	102	1,7	2,8991	0,742	2747,268
			742		229	5321			1,484	5494,535

Fonte: Autores (2023).

Quadro 4.6: Dados da colheita da variedade Northern brewer.

Variedade: Northern brewer									Estimando-se a prod. Kg/ha	
Planta (nº)	Bloco	Data de colheita	Peso fresco (g)	Data final secagem	Peso seco (g)	Quantidade de cones	Tamanho médio cones (cm)	Umidade	Kg/planta	3703,70 plan./ha
2	1	28/02/2023	323,44	07/03/1013	75	1764	1,8	3,31253	0,058	213,303
3	1	28/02/2023	292,6	07/03/1013	90	2177	2	2,25111	0,190	702,036
1	2	22/02/2023	58	27/02/2023	13	342	2	3,38596	0,034	127,185
3	2	28/02/2023	189,55	07/03/1013	20	443	2	8,4775	0,285	1055,555
4	2	28/02/2023	34,34	07/03/1013	20	393	2	0,717	0,040	147,144
5	2	28/02/2023	285	07/03/1013	70	2101	2	3,07143	0,184	680,740
1	3	28/02/2023	39,729	07/03/1013	10	312	1,8	2,9729	0,170	630,033
2	3	28/02/2023	183,8	07/03/1013	35	865	2	4,25143	0,960	3555,996
3	3	28/02/2023	170,109	07/03/1013	40	781	2	3,25	0,170	630,033
			960		208	5237			2,090	7742,026

Fonte: Autores (2023).

Quadro 4.7: Dados da colheita da variedade Chinook.

Variedade: Chinook									Kg/planta	3703,70 plan./ha
Planta (nº)	Bloco	Data de colheita	Peso fresco (g)	Data final secagem	Peso seco (g)	Quantidade de cones	Tamanho médio cones (cm)	Umidade	0,015	56,822
1	2	27/02/2023	15,34	07/03/2023	5	105	1,8	2,06		
					5	105				

Fonte: Autores (2023).

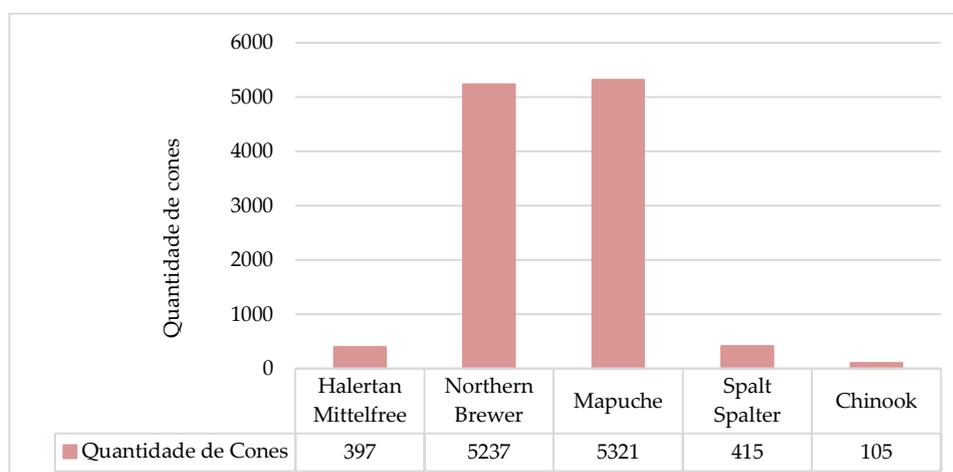
Quadro 4.8: Dados da colheita da variedade Halertan Mittelfree.

Variedade: Halertan Mittelfree									Kg/planta	3703,70 plan./ha
Planta (nº)	Bloco	Data de colheita	Peso fresco (g)	Data final secagem	Peso seco (g)	Quantidade de cones	Tamanho médio cones (cm)	Umidade	0,079	293,048
1	3	27/02/2023	79,123	07/03/2023	25	397	2	2,16		
					25	397				

Fonte: Autores (2023).

O total de cones colhidos e processados foi 11.475 (Figura 4.20), e as duas cultivares que mais produziram foram a Northern brewer e a Mapuche. Ambas alcançaram um valor significativo que as diferenciou das outras cultivares, que não atingiram nem 8% da quantidade de cones colhidos. A variedade Chinook representou a menor colheita, com somente 105 cones.

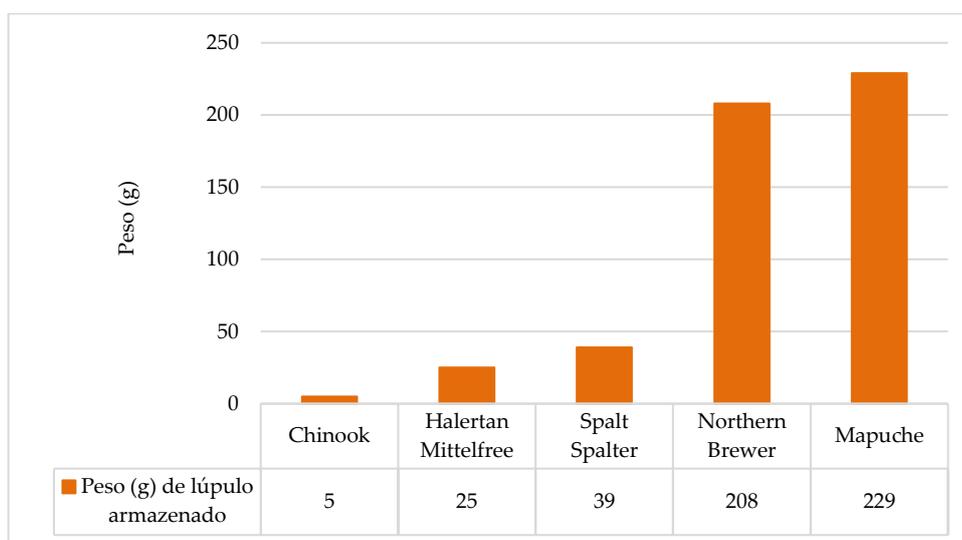
Figura 4.20: Quantidade de cones colhidos.



Fonte: Autores (2023).

O total de gramas colhidos foi de 506 g (Figura 4.21). Novamente, as que mais produziram foram a Northern brewer e a Mapuche. As outras variedades representaram juntas uma média de 13,6% do peso total da colheita, sendo a Chinook também a que representou menor peso.

Figura 4.21: Peso de cones colhidos.



Fonte: Autores (2023).

Segundo Cruz e Kretzer (2022), no segundo ano a safra produzirá de 50 a 65% de sua capacidade. No terceiro ano, a produção esperada estará entre 65 e 100%. A partir do quarto ano, a produção atingirá sua expressão máxima. No entanto, verificou-se que a produtividade na área de estudo de Vacaria/RS ficou muito abaixo do esperado em virtude da variação climática e da insidência de pragas.

Šrédl *et al.* (2020) ressaltam que na República Tcheca, a partir dos anos 1990, foi criada uma linhagem de lúpulos resistentes às condições do país. O registro de uma nova variedade Agnus, em 2001, representou o resultado da inovação mencionada. A variedade Agnus foi o primeiro lúpulo de alto alfa-ácido no sortimento de variedades de lúpulo tchecas. Nesse sentido, acredita-se que, com

estudos realizados na área experimental de Vacaria/RS, futuramente pode ser possível direcionar esforços para desenvolver culturas mais adaptadas à região.

Na República Tcheca, conforme Šrédľ *et al.* (2020), a produção de lúpulo em t/ha também é influenciada por mudanças climáticas ou meteorológicas. Por exemplo, em 2017 houve um aumento de 3,39% nas áreas de cultivo de lúpulo em relação a 2016, mas o efeito da queda de 11,86% na produção causada por geadas e secas levou a uma queda geral de 14,75% no rendimento de lúpulo por hectare da área de crescimento.

Um trabalho realizado a nível mundial entre 1990 e 2019 verificou que a área mundial de cultivo de lúpulo diminuiu significativamente, em mais de um quarto. No entanto, a produção mundial de lúpulo cresceu pouco devido a um aumento substancial nos rendimentos de lúpulo (KUBEŠ, 2021).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação aos resultados observados, pode-se destacar as cultivares Northern brewer e Mapuche como as mais vigorosas, com melhor adaptação à região e com maior produção – cerca de 86,36% da produção total na safra 2022/2023. As cultivares Chinook, Halertan mittelfree e Spalt spalter apresentaram baixa produtividade – somente 13,37% da produção total.

As cultivares analisadas estão no seu segundo ano de produção e ainda não expressaram todo seu potencial. Foram observados alguns fatores, como geadas no período de desenvolvimento das plantas e algumas pragas e doenças, que podem ter ocasionado baixa produtividade e menor rendimento.

A cultivar Cascade não apresentou nenhuma produtividade em 2022/2023, e os fatores mencionados acima podem ter ocasionado a morte dela. Sendo assim, é considerada a cultivar menos adaptada às condições da região.

Diversas influências e variáveis são capazes de afetar positiva ou negativamente as atividades agrícolas. Para a consolidação da cadeia produtiva com

bom manejo e a obtenção de lúpulo de qualidade, é importante que se desenvolvam outras pesquisas sobre essa cultura.

## REFERÊNCIAS

AQUINO, Adriana Maria; *et al.*, editores técnicos. **Produção de lúpulo na Região Serrana Fluminense: manual de boas práticas**. Nova Friburgo, RJ: Associação Comercial, Industrial e Agrícola de Nova Friburgo - ACIANF, 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1144201/1/Manual-de-boas-praticas-de-Lupulo.pdf>. Acesso em: 22 maio. 2023.

ČEH, B.; *et al.* The Quantity and Composition of Leachate from Hop Plant Biomass during Composting Process. **Applied Sciences**. 12, 2375, 2022. <https://doi.org/10.3390/app12052375>

CREUZ, Alexander; KRETZER, Stéfano Gomes. Org. **Lúpulo no Brasil: perspectivas e realidades**. Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: MAPA/SAF 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/arquivos/livro\\_lupulo-no-brasil-perspectivas-e-realidade\\_baixa\\_semmarcacao.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/arquivos/livro_lupulo-no-brasil-perspectivas-e-realidade_baixa_semmarcacao.pdf). Acesso em: 18 maio. 2023.

EMBRAPA. **Vaquinha**. Conteúdo atualizado em: 23/02/2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cenoura/producao/doencas-e-pragas/pragas/vaquinha>. Acesso em: 22 maio. 2023.

ESTEVES, B. S.; *et al.* **Irrigação por gotejamento**. Niterói: Programa Rio Rural, 2012. 18p.

EZEQUIÉL, Thais Tartari. **Desenvolvimento do lúpulo (*Humulus lupulus* L.) influenciado por adubação potássica e kali muriaticum em Pedras Grandes/SC**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Agronomia da Universidade do Sul de Santa Catarina - Unisul. Tubarão (SC), 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/24616/1/TCC%20-%20Thais%20Tartari%20Ezequi%C3%A9l%20%28Vers%C3%A3o%20FINAL%29.pdf>. Acesso em: 22 maio. 2023.

GENT, D. H.; *et al.* **Field Guide for Integrated Pest Management in Hops**. Second Edition. A Cooperative Publication Produced by Oregon State University, University of Idaho, U.S. Department of Agriculture - Agricultural Research Service, and Washington State University. 2010. Disponível em:

<https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/37109/hophandbook2010.pdf>. Acesso em: 18 maio. 2023.

GUIMARÃES, João de Jesus. **Comportamento agronômico do lúpulo (*Humulus lupulus* L.) em cultivo protegido submetido a irrigações com diferentes faixas de pH da água na região de Botucatu-SP**. Dissertação de mestrado. Pós-graduação - Agronomia (Irrigação e Drenagem) – FCA. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Botucatu / SP, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/192238>. Acesso em: 18 maio. 2023.

GUIMARÃES, Bernardo Pontes. **Avaliação do lúpulo (*Humulus lupulus* L.) cultivado no Distrito Federal para uso cervejeiro**. Instituto de Química Programa de Pós-Graduação em Química, Brasília, DF 2021.

HE, Long; *et al.* A string twining robot for high trellis hop production. **Computers and Electronics in Agriculture**. Volume 121, Pages 207-214, February 2016. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.12.012>

KUBEŠ, Jan. Geography of World Hop Production 1990–2019. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, 80:1, 84-91, 2021. <https://doi.org/10.1080/03610470.2021.1880754>

LAHNEL, N. M.; FAGHERAZZI, M. M. **Manual de Boas Práticas para o Cultivo de Lúpulo**. Agrolúpulo, Associação Brasileira de Produtores de Lúpulo. 2019. Disponível em: <https://storage.googleapis.com/production-hostgator-brasil-v1-0-8/648/905648/fsXXsG4I/47307367884349cc816cff079e3e6efb?fileName=MANUAL%20DE%20BOAS%20PR%C3%81TICAS.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2022.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARCOS, J. A. M. *et al.* **Guia del cultivo del lúpulo**. [Galícia]: [s.n.], 2011.

MARCUSSO, Eduardo Fernandes; MÜLLER, Carlos Vitor. A Economia e o Território do Lúpulo: a história, análise mercadológica e o desenvolvimento do lúpulo no Brasil e no mundo. **Revista Latino-Americana da Cerveja**, Blumenau, v. 2, n. 2, p. 1-20, 2019.

MIKYŠKA, A.; BELEŠOVÁ, K.; TICHÁ, J. Analysis and prognosis of bitter acids content in Czech hop varieties – year 2020 and long-term comparisons and trends. **Kvasny prumysl**, 67(4), 474-483. 2021. <https://doi.org/10.18832/kp2021.67.474>

OLIVEIRA, Marcus Vinícius Ribeiro de. **Crescimento do lúpulo influenciado por calagem e fornecimento de fósforo**. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Do Solo, Lages, 2016. Disponível em: [https://www.udesc.br/arquivos/cav/id\\_cpmenu/1467/Disserta\\_\\_o\\_final\\_\\_pronta\\_para\\_entregar\\_\\_4\\_\\_1569354083622\\_1467.pdf](https://www.udesc.br/arquivos/cav/id_cpmenu/1467/Disserta__o_final__pronta_para_entregar__4__1569354083622_1467.pdf). Acesso em: 18 maio. 2023.

RIGHI, Eléia; BITENCOURT, Betina Magalhães. Organizadoras. **Lúpulo gaúcho e cervejas artesanais**. Caxias do Sul - RS: Uergs, 2022. Disponível em: <https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/handle/123456789/2594>. Acesso em: 18 maio. 2023.

RIO GRANDE DO SUL. **ATLAS eólico**: Rio Grande do Sul. Porto Alegre: SDPI: AGDI, 2014. 116 p. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/1mC9v\\_vzh4k\\_wroeEmIEP3k6o6TfqO28/view](https://drive.google.com/file/d/1mC9v_vzh4k_wroeEmIEP3k6o6TfqO28/view). Acesso em: 18 maio. 2023.

RODRIGUES, M. A.; MORAIS, J. S.; CASTRO, J. P. M. **Jornada de lúpulo e cerveja: novas oportunidades de negócios**. Bragança: Livro de Atas. 2015.

RODRIGUES, Lineu Neiva; DOMINGUES, Antônio Félix. **Agricultura Irrigada, desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Cerrados, Brasília, DF 2017.

SCHNAITTER, M.; *et al.* Influence of hop harvest date of the 'Mandarina Bavaria' hop variety on the sensory evaluation of dry-hopped top-fermented beer. **Journal of the Institute of Brewing**, 2016, 122, 661–669. <https://doi.org/10.1002/jib.382>

SPECHT, Patrícia. **Projeto da Secretaria da Agricultura e Emater incentiva plantio de lúpulo no RS**. Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: <https://estado.rs.gov.br/projeto-incentiva-plantio-de-lupulo-no-rio-grande-do-sul>. Acesso em: 14 mar. 2022.

SPÓSITO, M. B.; ISMAEL, R. V.; BARBOSA, C. M. A.; TAGLIAFERRO, A. L. **A cultura do lúpulo**. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2019. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002952817>. Acesso em: 14 mar. 2022.

ŠRÉDL, Karel; *et al.* Hop production in the Czech Republic and its international aspects. **Science direct. Heliyon**. Volume 6, Issue 7, July 2020, e04371. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04371>

WANNENMACHER, J.; GASTL, M.; BECKER, T. Phenolic Substances in Beer: Structural Diversity, Reactive Potential and Relevance for Brewing Process and Beer

Quality. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. Vol.17, 2018.  
Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/1541-4337.12352>.  
Acesso em: 01 abr. 2022.

5 | ESTILOS DE CERVEJA  
COM LÚPULO GAÚCHO E  
A SUA AUTENTICIDADE  
ARTESANAL/REGIONAL



## INTRODUÇÃO

O mercado cervejeiro brasileiro cresceu em destaque na última década, juntando-se a China, Estados Unidos e Alemanha entre os quatro maiores mercados cervejeiros do mundo. A tendência nesse ramo é a segmentação, porque os consumidores estão mais interessados em experimentar produtos diferentes (CARVALHO *et al.*, 2022).

Pesquisas mostram que, principalmente a partir dos anos 2000, um fenômeno no Brasil, nos Estados Unidos e em partes da Europa vem mudando o mercado de cerveja e as percepções das pessoas sobre bebidas: surgimento e crescimento rápido na produção e no consumo de “cerveja artesanal” (GIORGI, 2015).

Conforme informações do MAPA (2021), em 2020 alcançou-se a marca de 1.383 cervejarias registradas no Brasil, assim como foi o primeiro ano em que todas as unidades da federação tinham uma cervejaria, com a abertura da primeira cervejaria do Acre. Também em 2020 foram registradas 204 novas cervejarias, e outras 30 cancelaram seus registros, o que representa um aumento de 174 cervejarias, 14,4% em relação ao ano anterior. O estado do Rio Grande do Sul despontou no número de cervejarias registradas, e o município de Caxias do Sul, na Serra Gaúcha, ficou em quinto lugar no Brasil em números registrados, mesmo tendo uma redução de 5% no número de cervejarias (MAPA, 2021).

A popularidade da cerveja artesanal se deve principalmente aos movimentos culturais. Essa atividade proporciona aos consumidores e produtores a oportunidade de interagir com amigos e familiares, o que acabou levando a artesanato e industrialização. Além disso, nem todos os que trabalham na produção dessa bebida colocam o produto no mercado, pois fabricam somente para seu próprio consumo. Assim, o consumo de cerveja artesanal é ainda menor que a cerveja industrial (GIORGI, 2015). Conforme Sgorla (2023, pg. 1):

O crescimento do mercado de cerveja artesanal envolve uma série de atrativos para produtores e consumidores, incluindo

um alto grau de autonomia, paixão e trabalho como *hobby* em pequenas empresas, onde os cervejeiros usam “conhecimento intuitivo”, bem como flexibilidade de tempo para fazer cervejas artesanais. Como produtos artesanais, as cervejas artesanais têm sido associadas a marcadores de identidade e noções de “autenticidade”, com uma gama de atributos econômicos e culturais.

Thurnell-Read (2019) ressalta que o recente ressurgimento do interesse pela ideia de artesanal e artesanato trouxe à tona preocupações sobre o restabelecimento de ligações entre produtos, consumidores e produtores para além da troca racional de mercado. Além disso, cervejarias artesanais exploram as formas como a autenticidade é narrada, sendo parte de um esforço contínuo para agregar valor aos seus produtos e aos contextos de produção deles (THURNELL-READ, 2019).

Righi e Bitencourt (2022) definem “cerveja artesanal” como a cerveja produzida em pequena escala, por um processo de fermentação relativamente lento (mais de 21 dias), sendo o processo de fabricação mais refinado, baseado em matérias-primas nobres, selecionadas e com elevado valor agregado.

Além disso, as autoras ressaltam que esse tipo de empreendimento está relacionado ao crescimento de *startups* e à implementação do *e-commerce*, objetivando a sobrevivência e a transformação da realidade do mercado. Consideram, assim, as cervejarias artesanais integrantes desse cenário inovador, favorecendo a aceitabilidade do mercado consumidor (RIGHI; BITENCOURT, 2022).

Nesse sentido, este capítulo está direcionado para a produção de alguns estilos de cerveja artesanal com o lúpulo colhido na área experimental. Além disso, foram criadas uma marca de autenticidade artesanal e a denominação de origem.

## **METODOLOGIA**

O *Beer Style Guidelines*, versão 2021, lançou as Diretrizes de Estilo de Cerveja de 2021 (BJCP, 2021). Foram escolhidos alguns estilos e fabricados com o lúpulo

produzido na área experimental. Todo o processo de fabricação foi realizado no laboratório de química de alimentos da Uergs – Unidade em Vacaria.

O primeiro estilo escolhido foi a “16B. Oatmeal Stout”; o segundo estilo, a “4A. Munich Helles”; o terceiro, a “21A. American IPA”; e o quarto, a “5B. Kölsch”. Neste capítulo, serão apresentadas as análises físico-químicas e a análise sensorial de apenas dois estilos: “4A. Munich Helles” e “21A. American IPA”.

### *ANÁLISE SENSORIAL*

Foi aplicado um questionário para avaliar sensorialmente duas cervejas produzidas, de acordo com testes de aceitação. O questionário foi apresentado aos participantes, assim como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), devidamente autorizado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Uergs. O projeto e os documentos aprovados estão registrados sob o número CAAE 56814022.6.0000.8091 e o parecer número 5.419.880. A seguir será apresentado o questionário da ficha de avaliação sensorial.

Idade: \_\_\_\_\_

Sexo: Feminino (  ) Masculino (  ) Prefiro não dizer (  ) Outro (  )

Você está recebendo amostra de cerveja artesanal do tipo:

(  ) 4A. Munich Helles

(  ) 21A. American IPA

**1 – Indique como você considera os seguintes atributos nela apresentados.**

Sabor:

(  ) suave/leve (  ) amarga (  ) forte (  ) aromática (  ) outro \_\_\_\_\_

Teor alcoólico:

( ) alto ( ) baixo ( ) médio ( ) outro \_\_\_\_\_

Cor:

( ) clara/amarela ( ) escura/preta ( ) outro \_\_\_\_\_

Textura:

( ) aguada ( ) cremosa ( ) espumosa ( ) aveludada ( ) outro \_\_\_\_\_

**2 – Através da escala abaixo, expresse o quanto você gostou e desgostou da cerveja:**

9 – Gostei muitíssimo;

8 – Gostei muito;

7 – Gostei;

6 – Gostei moderadamente;

5 – Nem gostei, nem desgostei;

4 – Desgostei moderadamente;

3 – Desgostei;

2 – Desgostei muito;

1 – Desgostei muitíssimo.

Em relação à sensação global:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Em relação à coloração:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Em relação ao odor:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Em relação à textura:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Em relação ao sabor:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Em relação à intensidade:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Em relação à qualidade do produto:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Em relação ao teor alcoólico:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

**3 – Assinale qual seria a sua atitude quanto à compra deste produto.**

- ( ) Eu certamente compraria este produto.
- ( ) Eu provavelmente compraria este produto.
- ( ) Eu tenho dúvidas se compraria este produto.
- ( ) Eu certamente não compraria este produto.

**4 – Em uma escala de 1 a 9, em que 1 é “nada interessante” e 9 é “muitíssimo interessante”, o que você achou desse produto?**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Após a aplicação do questionário, foram organizadas tabelas de contingência ou tabelas de frequência de dupla entrada. Utilizou-se o mesmo método para um teste de homogeneidade, pelo qual se testou a afirmativa de que diferentes populações têm as mesmas proporções de algumas características (TRIOLA, 2011).

As respostas coletadas via questionário foram tabuladas e relacionadas com os dados oriundos da coleta documental, para que se pudesse analisar as informações de maneira consistente (MARCONI; LAKATOS, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do *Beer Style Guidelines* (BJCP, 2021), organizou-se uma descrição das duas cervejas produzidas que foram direcionadas para a análise sensorial, apresentada no Quadro 5.1.

Quadro 5.1: Características das cervejas produzidas.

Características	4A. Munich Helles	21A. American IPA
<b>Impressão geral</b>	Uma cerveja alemã de cor dourada com um sabor suave de malte e um final macio e seco. Lúpulos picantes, florais ou herbais sutis e amargor contido ajudam a manter o equilíbrio maltado, mas não doce, o que ajuda a tornar esta cerveja uma bebida refrescante para o dia a dia.	Uma ale americana decididamente lupulada e amarga, moderadamente forte. O equilíbrio é de lúpulo, com um perfil de fermentação limpo, final seco e malte de suporte limpo, permitindo que uma variedade criativa de caráter de lúpulo brilhe.
<b>Aroma</b>	Aroma moderado de malte granulado-doce. Aroma de lúpulo condimentado, floral ou herbal de baixo a moderadamente baixo. Perfil de fermentação agradável e limpo, com o malte dominando o equilíbrio. Os exemplares mais frescos terão um aroma mais adocicado de malte.	Um aroma de lúpulo proeminente a intenso, geralmente apresentando características de lúpulo americano, como cítrico, floral, pinho, resina, especiarias, frutas tropicais, frutas de caroço, bagas ou melão. O malte granulado e limpo de baixo a médio-baixo sustenta a apresentação do lúpulo. Perfil de fermentação geralmente limpo, mas leve frutado aceitável.
<b>Aparência</b>	Amarelo pálido a ouro pálido. Claro. Espuma branca cremosa persistente.	Cor variando de ouro médio a âmbar avermelhado claro. Espuma de tamanho médio, branca a esbranquiçada, com boa persistência.
<b>Sabor</b>	Início moderadamente maltado com a sugestão de dulçor, sabor de malte granulado-doce moderado com uma impressão de paladar suave e arredondado, sustentado por um amargor baixo a médio-baixo. Final	Sabor de lúpulo médio a muito alto (mesmos descritores do aroma). Malte limpo e granulado de baixo a médio-baixo, possivelmente com sabores leves de caramelo e tostado. Amargor médio-alto a muito alto.

	macio e seco, não crocante e cortante. Sabor de lúpulo condimentado, floral ou herbal de baixo a moderadamente baixo. O malte domina o lúpulo no paladar, no final e no retrogosto, mas o lúpulo deve ser perceptível. Sem dulçor residual, apenas a impressão de malte com amargor contido.	Final seco a médio-seco. Retrogosto lupulado e amargo com suporte de malte. Ésteres baixos opcionais. Sabor de álcool limpo de fundo opcional.
<b>Sensação de boca</b>	Corpo médio. Carbonatação média. Caráter suave e bem envelhecido.	Corpo médio-leve a médio, com textura suave. Carbonatação média a média-alta. Sem aspereza. Muito leve, calor suave opcional.
<b>História</b>	Criada em Munique em 1894 para competir com cervejas pálidas do tipo Pilsner, muitas vezes creditadas primeiro a Spaten. Mais popular no sul da Alemanha.	Acredita-se que a primeira adaptação moderna de cerveja artesanal americana desse estilo tradicional inglês seja a Anchor Liberty Ale, produzida pela primeira vez em 1975 com uso de lúpulo inteiro Cascade; o estilo evoluiu além daquela cerveja original, que agora tem um sabor mais parecido com uma American Pale Ale em comparação. Este estilo é baseado nos exemplos modernos de cerveja artesanal.

Fonte: Adaptado de *Beer Style Guidelines* (BJCP, 2021),

Os ingredientes utilizados foram adquiridos na Selezione BrewShop, no município de Caxias do Sul/RS. As duas receitas foram adaptadas com os lúpulos produzidos na área experimental, sendo utilizados praticamente todos os lúpulos colhidos nas quatro receitas. Todas as etapas foram seguidas conforme a descrição das receitas (Figuras 5.1 e 5.2).

Figura 5.1: Receita adaptada da 4A. Munich Helles.

 SELEZIONE BREWSHOP AV. JÚLIO DE CASTILHOS, 998 CAXIAS DO SUL, RS		<b>RECEITA - MUNICH HELLES 4A</b>		LITROS: 10L
<b>INGREDIENTES</b> 1,980 kg Malte Pilsen Agrária 0,190 kg Malte Carapils		<b>BRASSAGEM</b> 60 minutos a 65 °C		<b>DADOS TÉCNICOS</b> <b>ESTILO (BJCP 1015):</b> Munich Helles 4A <b>CATEGORIA:</b> Pale Malt European Lager
<b>LÚPULO</b> 12 g Northern Brewer 60 minutos		<b>FERVURA</b> 60 minutos 0,1g Servomyces 15 minutos finais ½ Pastilha Whirfloc 15 minutos finais		<b>OG (Densidade Inicial)</b> 1,041 Pré-Fervura <b>Densidade Final</b> 1,045 Pós-Fervura <b>FG (Densidade Final)</b> 1,007 Fim da Fermentação <b>IBU</b> 19 <b>EBC</b> 2,4 <b>ABV</b> 5,00%
<b>FERMENTO</b> 1 un S-23 - Resfriar mosto até 10°C para inocular fermento. - Hidratar fermento a 10°C. - Oxigenar mosto.		<b>FERMENTAÇÃO</b> 3 dias a 10 °C Subir 2°C p/dia até 16°C Aguardar - 1007 8 dias a 16 °C Maturação/Parada Diacetil 10 dias a 0 °C Cold Crash		OBS.: Volumes, parâmetros e ingredientes estimados para um rendimento de 70%, considerando todo processo de produção (da brassagem ao envase). Ajuste a receita para seu equipamento, conforme seus testes e percepções, caso necessário.
<b>ÁGUA</b> 12 L Água Mostura		<b>ENVASE</b> 6,5 g de açúcar por litro de cerveja *Manter as garrafas a temperatura ambiente por 10 dias		

Fonte: Selezione BrewShop (2023).

Figura 5.2: Receita adaptada da 21A. American IPA.

 SELEZIONE BREWSHOP AV. JÚLIO DE CASTILHOS, 998 CAXIAS DO SUL, RS		<b>RECEITA - AMERICA IPA 21A</b>		LITROS: 20L
<b>INGREDIENTES</b> 5,200 kg Malte Pilsen Agrária 0,070 g Malte Melanoidina 0,100 g Malte Caramunich III 0,120 g Vienna		<b>ÁGUA</b> 32 L Água Mostura		<b>ENVASE</b> 6,5g de açúcar por litro de cerveja *Manter sempre garrafas a temperatura ambiente por 10 dias
<b>LÚPULO</b> 50 g Northern Brewer 15 minutos 50 g Northern Brewer 5 minutos		<b>BRASSAGEM</b> 60 minutos a 65 °C		<b>DADOS TÉCNICOS</b> <b>ESTILO (BJCP 1015):</b> America IPA 21A <b>CATEGORIA:</b> IPA <b>OG (Densidade Inicial)</b> 1,052 Pré-Fervura <b>Densidade Final</b> 1,059 Pós-Fervura <b>FG (Densidade Final)</b> 1,010 Fim da Fermentação <b>IBU</b> 40 <b>EBC</b> 6 <b>ABV</b> 6,60%
<b>DRY HOP</b> 100 g Northern Brewer		<b>FERVURA</b> 60 minutos 0,2g Servomyces 15 minutos finais 1 Pastilha Whirfloc 15 minutos finais		
<b>FERMENTO</b> 1 un US-05		<b>FERMENTAÇÃO</b> 3 dias a 18 °C Subir 1°C p/dia até 21°C aguardar - 1,010 4 dias a 21 °C Maturação/Parada Diacetil 5 dias a 0 °C Cold Crash		OBS.: Volumes, parâmetros e ingredientes estimados para um rendimento de 70%, considerando todo processo de produção (da brassagem ao envase). Ajuste a receita para seu equipamento, conforme seus testes e percepções, caso necessário.

Fonte: Selezione BrewShop (2023).

Todos os equipamentos para a produção das cervejas foram obtidos junto à Selezione BrewShop, pois eles têm panela/caldeirão de 35 L, com uma resistência de 2500 W e um termômetro bimetálico, e assim os processos ficam mais precisos e seguros (Figura 5.3). Os insumos sempre foram selecionados para manter alta qualidade nos estilos de cerveja produzidos.

Figura 5.3: Equipamentos e insumos usados.



Fonte: Autores (2023).

O processamento de produção de cerveja artesanal pode ser dividido em poucas operações, conforme a Figura 5.4, a seguir: moagem do malte; mosturação ou tratamento enzimático do mosto (ou brassagem); filtração; fervura; tratamento do mosto (remoção do precipitado, resfriamento e aeração); fermentação; resfriamento/maturação e envase (ALMEIDA; SILVA, 2005).

Figura 5.4: Etapas do processamento da cerveja artesanal.



Fonte: Adaptado de Almeida e Silva (2005).

A moagem do malte, feita pela Selezione BrewShop, é uma etapa muito importante, pois determina a velocidade da transformação físico-química, o tempo de filtração do mosto, a ação das enzimas no amido e a qualidade do produto final. Seu objetivo é expor o conteúdo do grão, de modo que, em contato com a água, haja uma absorção rápida de umidade, possibilitando, assim, a ação enzimática que transforma o amido em açúcares, formando o mosto (BORTOLLI *et al.*, 2013).

A mosturação ou brassagem compreende a mistura do malte moído com a água e a adição de seu complemento (Figura 5.5). As principais enzimas responsáveis

pela conversão do amido em açúcares durante a mostura são a alfa e a beta-amilase. A enzima beta-amilase é ativada em baixas temperaturas (60-65°C), gerando açúcares simples, como glicose e maltose (MELLO; SIQUEIRA, 2017).

As duas receitas de cervejas passaram pelo processo de maturação dentro dos fermentadores, a fim de se estabilizar a bebida. Esse processo dura em média sete dias em temperatura ambiente, mais aproximadamente sete dias em temperaturas baixas (0°C) e, por fim, mais dez dias dentro da garrafa. Cada receita tem variações de fermentação.

Figura 5.5: Produção da cerveja em laboratório.



Fonte: Autores (2023).

Para os quatro estilos de cervejas produzidos, foram feitas algumas análises químicas e físicas, conforme recomendação do Instituto Adolfo Lutz (2008). Para este capítulo, mencionam-se os dados dos dois estilos que passaram por análises sensoriais (Quadro 5.2).

Quadro 5.2: Análises das cervejas produzidas.

<b>Análise</b>	<b>4A. Munich Helles</b>	<b>21A. American IPA</b>
Grau brix inicial pré-fervura	11	14
Grau brix final pós-fervura	14	16
Grau brix final, fim da fermentação na garrafa	1	6

Densidade inicial pré-fervura	1,045	1,055
Densidade final pós-fervura	1,057	1,063
Densidade final, fim da fermentação na garrafa	1,005	1,025
IBU, <i>International Bitter Unit</i> (amargor)	19 (aprox.)	40 (aprox.)
EBC, <i>European Brewery Convention</i> (cor)	3 (aprox.)	6 (aprox.)
ABV, <i>Alcohol by Volume</i> (álcool)	5 % (aprox.)	7 % (aprox.)

Fonte: Autores (2023).

Nesse sentido, todos os resultados ficaram dentro do esperado, conforme os estilos apresentados nas receitas, mesmo sendo testes de qualidade do lúpulo colhido. Verificou-se também que as cervejas têm rigor técnico de produção, sabor e aroma, demonstrando, assim, viabilidade econômica do lúpulo da área experimental.

De maneira geral, as cervejas são classificadas de acordo com seu teor alcoólico. As que tiverem entre 0,5 e 2% de álcool são denominadas cervejas de baixo teor alcoólico. As cervejas de médio teor alcoólico são as que têm entre 2 e 4,5% de álcool em sua formulação, e as cervejas de alto teor alcoólico apresentam mais que 4,5% de álcool (BRASIL, 2009). Sendo assim, as cervejas produzidas se enquadram na classificação de alto teor alcoólico.

Após a produção das cervejas, foram organizados os *cards* com as principais informações de cada produto, para serem colados nas embalagens. Além disso, foi criada uma marca alusiva à denominação de origem, chamada de “CCS Bier” – “CCS” por ser a sigla de Campos de Cima da Serra, e “Bier” por ser “cerveja” na língua alemã, pois os lúpulos que mais se adaptaram à região de Vacaria são os de origem alemã (Figura 5.6).

Figura 5.6: Organização das informações técnicas das cervejas e da marca.

**CERVEJA ARTESANAL**  
Este produto é um experimento da Uergs/Vacaria em parceria com o IFRS/Vacaria.

**CCS-Bier**  
Denominação de origem.

**Lúpulo**  
O lúpulo foi produzido na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Vacaria, sob coordenação do professor doutor Gilberto Luiz Putti.

**Cerveja**  
A cerveja foi produzida no laboratório de Química de Alimentos da Uergs/Vacaria, sob coordenação da professora doutora Eléia Righi.

**Estilo 4A, Munich Helles**

Uma cerveja alemã de cor dourada com um sabor suave de malte e um final macio e seco. Lúpulos picantes, florais ou herbais sutis e amargor contido ajudam a manter o equilíbrio maltado, mas não doce, o que ajuda a tornar esta cerveja uma bebida refrescante para o dia a dia.

O lúpulo usado foi o Northern Brewer e a receita foi adaptada pela Selezione Brewshop.

Estadísticas aproximadas:  
IBU - 16 - 22  
SEM - 3 - 5  
OG - xx  
FG - xx  
ABV - 4,7% - 5,4%

Estudantes do curso de Agronomia:  
Marcella Quadros; Micheli Antunes Gomes;  
Guilherme Barbizan do Nascimento;

Projeto de Pesquisa Proppg  
Uergs/CNPq 2022/2023.

**CERVEJA ARTESANAL**  
Este produto é um experimento da Uergs/Vacaria em parceria com o IFRS/Vacaria.

**CCS-Bier**  
Denominação de origem.

**Lúpulo**  
O lúpulo foi produzido na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Vacaria, sob coordenação do professor doutor Gilberto Luiz Putti.

**Cerveja**  
A cerveja foi produzida no laboratório de Química de Alimentos da Uergs/Vacaria, sob coordenação da professora doutora Eléia Righi.

**Estilo 21A, American IPA**

Uma ale americana decididamente lupulada e amarga, moderadamente forte. O equilíbrio é de lúpulo, com um perfil de fermentação limpa, final seco e malte de suporte limpo, permitindo que uma variedade criativa de caráter de lúpulo brilhe.

O lúpulo usado foi o Northern Brewer e a receita foi adaptada pela Selezione Brewshop.

Estadísticas aproximadas:  
IBU - 40 - 70  
SEM - 6 - 14  
OG - xx  
FG - xx  
ABV - 5,5% - 7,5%

Estudantes do curso de Agronomia:  
Marcella Quadros; Micheli Antunes Gomes;  
Guilherme Barbizan do Nascimento;

Projeto de Pesquisa Proppg  
Uergs/CNPq 2022/2023.

**CCS BIER**  
Denominação de origem.

Fonte: Autores (2023).

Por fim, foram realizados alguns testes de aproveitamento com o bagaço do malte. A razão disso é a necessidade de sustentabilidade e logística reversa em todos os processos organizados dentro das instituições públicas e privadas. Para Barbieri (2011), o conceito de “empresa sustentável” surge de dois principais movimentos: o da responsabilidade social e o do desenvolvimento sustentável, a partir de ações que visam à superação das crises sociais e ambientais.

Para o teste, usou-se o bagaço do malte seco, com alguns condimentos e especiarias para produzir uma barra de cereal (Figura 5.7). Os resultados foram acompanhados pela equipe deste trabalho e considerados satisfatórios em termos de sabor, aroma e textura. Infelizmente, na parte estrutural a barra de cereal não ficou compacta (grudados os componentes), sendo necessário colocar algum xarope ou mel. Nesse sentido, é necessário realizar mais experimentos, pois, como o bagaço já é doce, a barra de cereal pode ficar extremamente doce, sendo inviável o consumo.

Figura 5.7: Teste com o bagaço do malte.



Fonte: Autores (2023).

Algumas práticas de produção mais limpa no ramo cervejeiro são indicadas por Santos (2005):

- Uso racional da água no preparo do mosto e na lavagem das garrafas;
- Sistema de recirculação da água no enchimento das garrafas, para evitar a perda de água no processo de envase;
- Garantia do bom isolamento térmico de tubulações, tanques e refrigeradores, para reduzir o consumo de vapores nas caldeiras;

- Recuperação do vapor emitido durante a fervura do mosto, para pré-aquecer operações seguintes, reduzindo emissões atmosféricas;
- Instalação de válvulas automáticas de controle, para reduzir o consumo da água.

Assim, colocaram-se em prática alguns procedimentos de uma Produção mais Limpa (P+L) das indústrias cervejeiras, para tornar o processo produtivo mais sustentável, gerando benefícios em termos econômicos, ambientais e sociais.

### *ANÁLISE SENSORIAL*

A ciência sensorial é uma disciplina jovem que se tem revelado muito útil para a indústria alimentar e de bebidas, não só para garantir a qualidade das propriedades organolépticas das matérias-primas e dos alimentos/bebidas processados, mas também para aumentar a probabilidade de sucesso de novos produtos, compreender a resposta do consumidor e detectar potenciais nichos de consumo, além de monitorar os concorrentes (VÁZQUEZ-ARAÚJO, 2022).

A análise sensorial é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993) como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar as características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, do olfato, do paladar, do tato e da audição. A nossa “máquina” de análise sensorial é composta pelos nossos sistemas sensoriais olfativo, gustativo, tátil, auditivo e visual (TEIXEIRA, 2009).

É possível definir os seguintes atributos a serem avaliados: sensação global; coloração; odor; textura e sabor (FARIAS *et al.*, 2020). A escala utilizada para classificação dos atributos por parte dos julgadores pode ser a hedônica, estruturada em nove (9) pontos, com escore variando de um (1), “desgostei extremamente”, até nove (9), “gostei extremamente” (SILVA; COSTA; DELFINO, 2017).

Os consumidores identificam frequentemente o “sabor” como um fator importante na seleção de bebidas alcoólicas, embora se suponha que a redução do

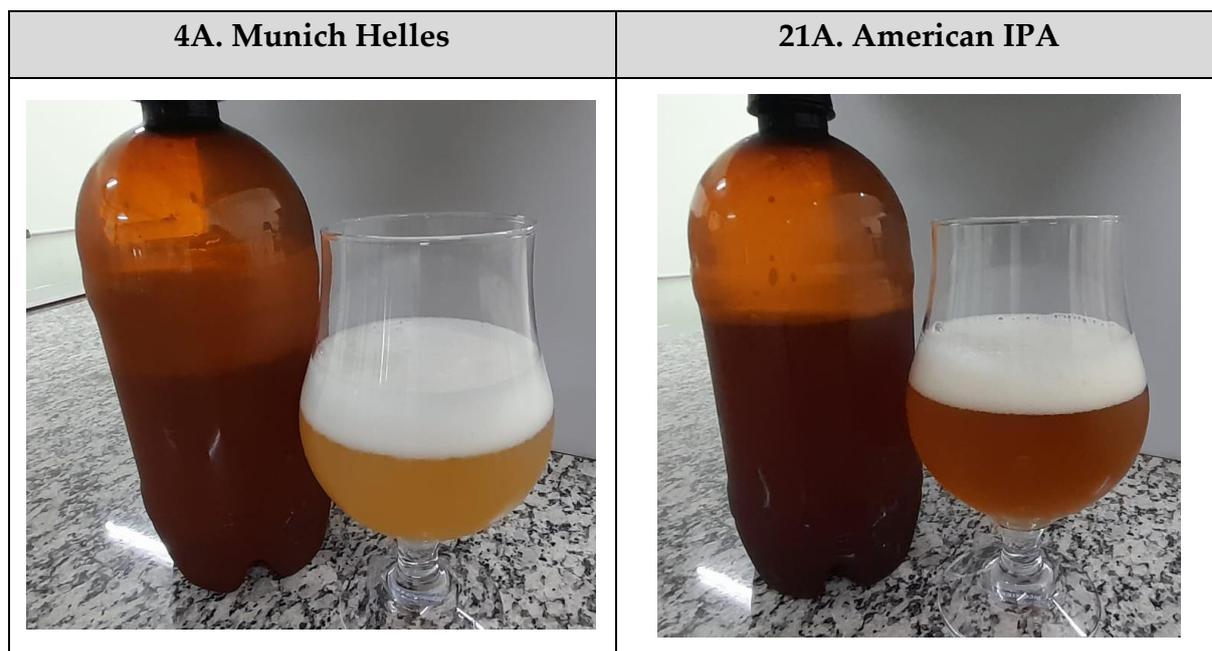
consumo de álcool nos super degustadores se deva a uma maior aversão às sensações nominalmente aversivas que eles experimentam de maneira mais intensa (por exemplo, amargura), como explicam Pickering e Thibodeau (2021). Estes mesmos autores relataram que a maior aversão ao sabor e às sensações químicas provocadas pelas bebidas alcoólicas foi associada ao menor gosto e ao consumo mensal da maioria das bebidas alcoólicas.

Em relação ao teste aplicado, a gradação hedônica foi de “1 – Desgostei muitíssimo” até “9 – Gostei muitíssimo”. Ao todo, 32 pessoas fizeram o teste sensorial, no dia 30 de maio de 2023. As análises foram realizadas na Uergs – Unidade em Vacaria, com uma turma de estudantes do curso de Bacharelado em Agronomia. Dessa turma, 12 eram homens e 20 eram mulheres, entre 21 e 47 anos.

Sobre o sabor, cerca de 80% responderam que o caracterizavam em uma faixa de suave/leve, teor alcóolico médio. As cores foram correspondentes às apresentadas, e a textura era mais cremosa e aveludada (Figura 5.8). Em relação a sensação global, coloração, odor, textura, sabor, intensidade, qualidade do produto e teor alcóolico, praticamente 100% das respostas ficou acima de “7 – Gostei”, sendo que o estilo 4A. Munich Helles foi mais elogiado pelos degustadores.

No item sobre a atitude de compra do produto, quase 100% “certamente” e “provavelmente” comprariam a bebida, o que demonstra grande aceitabilidade das cervejas produzidas. Em relação a uma escala de 1 a 9, em que 1 é “nada interessante” e 9 é “muitíssimo interessante”, 100% responderam entre “Gostei” e “Gostei muitíssimo”.

Figura 5.8: Imagem das cervejas degustadas.



Fonte: Autores (2023).

Valentim, Fonseca e Silva (2021) avaliaram aspectos sensoriais e físico-químicos da cerveja artesanal durante 60 dias de armazenamento, utilizando umbu-cajá e canela na maturação. Quanto ao teste de aceitação sensorial, as notas demonstraram que o produto elaborado foi bem-aceito, e, se estivesse à venda, 76% afirmaram que “certamente” e “possivelmente” comprariam, mostrando-se assim ser uma alternativa no mercado cervejeiro, com a introdução de um produto diferenciado com potencial de mercado, agregando valor aos frutos de umbu-cajá e canela.

Eaton (2015) investigou a resposta emocional a uma variedade de cervejas Lager, incluindo produtos comerciais e amostras de cerveja enriquecidas que variavam em uma ampla gama de propriedades sensoriais. Descobriu que cervejas amargas estavam associadas a emoções chatas e desanimadoras.

Os papéis e estereótipos de gênero relacionados com o uso e o consumo de álcool têm sido amplamente estudados. Nesse sentido, Graefe e Graefe (2021) verificaram que os homens constituem a maioria dos consumidores de cerveja

artesanal e estão mais comprometidos com o consumo desse tipo de cerveja, tanto a nível comportamental como a nível psicológico. No entanto, um exame das tendências atuais sugere que a participação feminina no mundo da cerveja artesanal está aumentando.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo poderá orientar os empreendedores quanto às ações individuais a serem tomadas na cadeia produtiva, resultando no desenvolvimento de novos produtos e em inovações tecnológicas da produção, para assegurar qualidade ao material produzido, objetivando-se a ampliação e a transformação da realidade do mercado.

Além disso, a produção de alguns estilos de cervejas artesanais necessita de mais testes e estudos, mas já é possível afirmar que o lúpulo produzido, sendo adaptado de forma correta nas receitas, tem grande potencial de produzir cervejas com aroma e sabor diferenciados.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia**. 1993. 8 p

ALMEIDA E SILVA, J. B. Cerveja. In: Venturini Filho, G. W. **Tecnologia de Bebidas**. pp.347-380. Edgar Blücher, Brasil, 2005.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

BJCP - BEER JUDGE CERTIFICATION PROGRAM. **Beer Style Guidelines**. 2021. Disponível em: <https://www.bjcp.org/bjcp-style-guidelines/>. Acesso em: 23 maio. 2022.

BORTOLI, Daiane A. da S.; SANTOS, Flávio dos; STOCCO, Nádia M.; ORELLI Jr., Alessandro; TOM, Ariel; NEME, Fernanda F.; NASCIMENTO, Daniela Defavari do;

Leveduras e produção de cervejas – Revisão. **Bioenergia em revista: diálogos**, ano 3, n. 1, p. 45-58, jan./jun. 2013.

BRASIL. Presidência da República - Casa Civil - Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009**. Regulamenta a Lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. 2009.

CARVALHO, N. B.; *et al.* Characterization of the consumer market and motivations for the consumption of craft beer. **British Food Journal**, [s.l.], v. 120, n. 2, p. 378-391, março. 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.1108/bfj-04-2017-0205>.

EATON, C. **Developing an effective approach to measure emotional response to the sensory properties of beer**. (PhD thesis). The University of Nottingham, United Kingdom. 2015. Disponível em: <https://eprints.nottingham.ac.uk/28984/1/FINAL%20thesis.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2023.

FARIAS, M. S.; *et al.* Avaliação sensorial por método descritivo de cerveja artesanal com casca do guaraná (*Paullinia cupana*). **Brazilian Journal of Development**, 6(4), 17898-17912. 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/8523>. Acesso em: 15 mar. 2023.

GIORGI, V. de V. “Cultos em cerveja”: discursos sobre a cerveja artesanal no Brasil. **Sociedade e Cultura**, Goiânia, v. 18, n. 1, 2016. DOI: 10.5216/sec.v18i1.40607. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/fcs/article/view/40607>. Acesso em: 26 ago. 2023.

GRAEFE, D. A.; GRAEFE, A. R. Gender and Craft Beer: Participation and Preferences in Pennsylvania. **Int J Sociol Leis**. 4, 45–60, 2021. <https://doi.org/10.1007/s41978-020-00067-y>

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 4ª ed., São Paulo, vol.1, 2008.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário da Cerveja 2020**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/com-crescimento-de-14-4-em-2020-numero-de-cervejarias-registradas-no-brasil-passa-de-1-3-mil/anuariocerveja2.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2023.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MELLO, Livia Silva Simões; SIQUEIRA, Vinícius Lacerda. **Estudo de cerveja ácidas** – Universidade Federal Fluminense. Niterói, RJ: [s.n.], 2017.

PICKERING, G. J.; THIBODEAU, M. K. Self-Rated Aversion to Taste Qualities and the PROP Taster Phenotype Associate with Alcoholic Beverage Intake and Preference. **Beverages**. 7, 37, 2021. <https://doi.org/10.3390/beverages7020037>

RIGHI, Eléia; BITENCOURT, Betina Magalhães. Organizadoras. **Lúpulo gaúcho e cervejas artesanais**. Caxias do Sul - RS: Uergs, 2022. Disponível em: <https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/handle/123456789/2594>. Acesso em: 18 maio. 2023.

SANTOS, M. S.; RIBEIRO, F. M. **Cervejas e refrigerantes**. São Paulo: CETESB, 2005. Disponível em: [http://www.crq4.org.br/downloads/cervejas\\_refrigerantes.pdf](http://www.crq4.org.br/downloads/cervejas_refrigerantes.pdf). Acesso em: 04 jun. 2023.

SILVA, Vanessa Bonfim da; COSTA, Marion Pereira da; DELFINO, Nelson de Carvalho. Aceitabilidade e Intenção de Compra do Queijo de Coalho de Cabra Temperado com Cachaça. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 72, n. 3, p. 121-130, jul/set, 2017.

SGORLA, A. Narrativas de artesanato e autenticidade na formação do mercado de cerveja artesanal no Brasil. **Revista TOMO**, 42, e17720. 2023. <https://doi.org/10.21669/tomo.v42.17720>

TEIXEIRA, L. V. Análise Sensorial Na Indústria De Alimentos. **Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”**, Jan/Fev, nº 366, 64: 12-21, 2009.

THURNELL-READ, Thomas. A thirst for the authentic: craft drinks producers and the narration of authenticity. **The British Journal of Sociology**. 70: 1448-1468, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1111/1468-4446.12634>.

TRIOLA, M. F. **Introdução a Estatística**. 10ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

VALENTIM, S. DOS S.; FONSECA, A. A. O.; SILVA, S. M. P. C. DA. Elaboração e avaliação da estabilidade de cerveja artesanal utilizando o umbu-cajá (*Spondias bahiensis*) e canela na maturação. **Diversitas Journal**, 6(1), 114–136. 2021. <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v6i1-1443>

VÁZQUEZ-ARAÚJO L. Feature Papers in Sensory Analysis of Beverages. **Beverages**. 8(3):37. 2022. <https://doi.org/10.3390/beverages8030037>

## INFORMAÇÕES SOBRE OS(AS) AUTORES(AS)



**Eléia Righi:**  
Bacharela em Geografia (UFSM) e Administração (Unopar) e mestra e doutora em Geografia (UFRGS). Professora adjunta na Uergs – Unidade em Vacaria. <http://lattes.cnpq.br/2981662302233984>.



**Gilberto Luíz Putti:**  
Doutor em Physiologie et Génétique Moleculaires pela Université Blaise Pascal, França. Professor titular do IFRS – Campus Vacaria. <http://lattes.cnpq.br/5310937561051129>.



**Marcella de Quadros Borges:**  
Estudante no curso de Bacharelado em Agronomia, no convênio entre a Uergs – Unidade em Vacaria e o IFRS – Campus Vacaria. Bolsista Fapergs 2023/2024. <http://lattes.cnpq.br/4080736021496518>.



**Micheli Antunes Gomes:**  
Estudante no curso de Bacharelado em Agronomia, no convênio entre a Uergs – Unidade em Vacaria e o IFRS – Campus Vacaria. <http://lattes.cnpq.br/4531706551118180>.



**Guilherme Barbizan do Nascimento:**  
Estudante no curso de Bacharelado em Agronomia, no convênio entre a Uergs – Unidade em Vacaria e o IFRS – Campus Vacaria. <http://lattes.cnpq.br/4825828869967765>.



ISBN 978-65-86105-87-2