



## **Análise de riscos climáticos para a cultura do lúpulo irrigado no estado de Santa Catarina - 2022**

Cristina Pandolfo<sup>1</sup>, Gabriel Berenhauser Leite<sup>1</sup>, Luiz Fernando de Novaes Vianna<sup>1</sup>, Elisângela Benedet da Silva<sup>1</sup>, Felipe Augusto Moretti Ferreira Pinto<sup>2</sup>

O lúpulo é uma cultura que vem se expandindo rapidamente pelo mundo devido, entre outros interesses e usos, ao aumento da demanda em função da popularização da produção de cervejas artesanais e a busca por cervejas com maiores volumes de lúpulos. Somente nos Estados Unidos, de 2012 a 2016, a área plantada cresceu 75,5%. No Brasil, entre 2018 e 2019, o número de cervejarias registradas aumentou 30%, saltando de 889 para 1.209, respectivamente.

Segundo dados da FAO (<https://www.fao.org/faostat/en>), em 2020 os EUA e a Alemanha foram os países com a maior área plantada e produção. Os dois ultrapassaram os 20 mil hectares cultivados e com produções individuais superiores a 45 mil toneladas (Tabela 1).

No Brasil, dados de produção e área plantada são ainda oficialmente inexistentes, variando muito de cada fonte. Segundo Spósito et al. (2019), a área plantada no Brasil ficava em torno de 20 ha distribuídos nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e no Distrito Federal. Em 2020 a área plantada aumentou 110% em relação a 2019, com o lúpulo ocupando 42 hectares (<https://jornal.usp.br/ciencias/essencial-na-producao-de-cerveja-lupulo-brasileiro-e-tao-bom-quanto-o-importado-mostram-estudos-da-usp/>). Segundo a Lamas Brew Shop (2021), a área cultivada somente dos integrantes da Associação Brasileira de Produtores de Lúpulo – APROLÚPULO alcançaria 60 hectares de lúpulo, sendo no estado de Santa Catarina a maior concentração de produtores (<https://www.lamasbrewshop.com.br/blog/2020/07/cultivo-de-lupulo-no-brasil.html>).

---

<sup>1</sup> Epagri/CIRAM

<sup>2</sup> Epagri/ EESJ



Tabela 1. Países com mais área plantada e suas produções em 2020.

País	Área (ha)	Produção (t)
EUA	23730	47090
Alemanha	20600	46900
República Tcheca	4970	5930
China	2689	7837
Albânia	2316	1746
Polônia	1800	3420
Eslovênia	1490	2720
Espanha	620	1040

Adaptado de: <https://www.fao.org/faostat/en>.

O lúpulo (*Humulus lupulus*) é uma planta de região temperada tradicionalmente cultivada na Europa entre as latitudes de 35° e 55° Norte (SIRRINE, 2009; DE CARVALHO, 2018). Apesar de ser perene, a parte aérea da planta do lúpulo tem um padrão anual, com brotação a partir de um rizoma/bulbo e desenvolvimento vegetativo dos ramos verticais ao longo da primavera e verão, com produção de ramos florais a partir do verão e início do outono. No final do outono e início do inverno, a parte vegetativa entra em senescência e a planta entra em dormência, fechando assim o ciclo anual.

Por ser uma planta de clima temperado e ter o seu cultivo até a pouco tempo restrito a essas regiões, os parâmetros agroclimáticos da cultura foram, de maneira geral,



determinados com base no clima destas regiões. Disto depreende a necessidade de frio hibernal para a indução da brotação e do fotoperíodo para a diferenciação floral em quase todos os estudos a respeito da cultura (BAUERLE, 2019). Com a expansão do cultivo para regiões até então consideradas como marginais, observou-se que esta espécie apresenta uma maior plasticidade do que até então está registrado em publicações científicas.

Os parâmetros agroclimáticos reportados em diversas publicações como sendo importantes para o lúpulo são: fotoperíodo, radiação solar, temperatura e precipitação; cada um desses fatores, com maior ou menor importância em função do estágio fenológico da cultura.

O amplo intervalo de valores para os parâmetros encontrados na revisão pode ter sido influenciado pelos materiais genéticos (cultivares) diferentes utilizados pelos autores em diferentes regiões produtoras. Portanto, é importante estudar a adaptação de cultivares para escolher as que melhor se adaptam à região de cultivo pretendido (LEITE & PANDOLFO, no prelo).

O lúpulo se desenvolve e floresce em uma ampla faixa de fotoperíodo, permitindo que possa ser cultivado em diferentes latitudes. Em latitudes mais altas, a acentuada redução de horas de luz por dia no outono favorece o processo de florescimento. No caso do Brasil, observa-se o cultivo em latitudes mais baixas, entre 15°S e 30°S, podendo essa menor amplitude do fotoperíodo influenciar no tempo de indução para o florescimento e no ciclo da cultura (SPÓSITO et. al., 2019).

Não existe unanimidade quanto à faixa ideal de temperatura para o desenvolvimento do lúpulo. Segundo Hilton (2002), a temperatura média anual ótima para a maioria das variedades ficaria entre 8°C a 10°C. Já Rybacek (1991) cita que a faixa ideal de temperatura para o desenvolvimento do lúpulo está entre 16°C e



18 °C e que em temperaturas abaixo de 5°C e acima de 35°C a planta tem seu crescimento paralisado. De acordo com Spósito et al (2019) o lúpulo se desenvolve bem em temperaturas um pouco mais elevadas, entre 20 e 30°C. Como pode ser visto, as informações se baseiam nas condições de temperaturas observadas no local de produção e não em experimentação com tratamentos de diferentes faixas de temperatura.

Bauerle (2019) mostrou não haver efeitos significativos de vernalização no rendimento do cone entre cultivares, em porta-enxertos, estacas e cultura de tecidos. Ou seja, o lúpulo não requer baixas temperaturas ou dormência para atingir a iniciação e formação de flor típicos de cone de produção. Do mesmo modo, o rendimento e a qualidade do lúpulo também não foram significativamente diferentes com a exposição ou não ao frio e à dormência. Estes resultados fornecem evidências de que a dormência e a vernalização não são necessários na indução do florescimento do lúpulo. Neste trabalho, o autor não faz nenhuma consideração sobre o vigor e a sincronização das brotações para a formação do dossel nos diferentes tratamentos. Apesar disso, como ele afirma não ter tido diferença de rendimento, fica subentendido que também não houve diferenças quanto a qualidade da brotação. Deste modo, tem havido um retrocesso na reprodução e produção do lúpulo devido ao engano de uma exigência de vernalização e dormência (BAUERLE, 2019).

O fator hídrico é de extrema importância para o cultivo do lúpulo, seja o fornecimento por precipitação ou irrigação, não ultrapassando as demandas de evapotranspiração e adequado à capacidade de absorção do solo sob o qual o cultivo está sendo realizado, evitando encharcamento e excessos hídricos que são prejudiciais à espécie. Por outro lado, o agricultor também deve estar atento à



demanda de água, principalmente nos meses mais quentes e de maior desenvolvimento da planta (BURGESS, 1964). Outro fator normalmente avaliado para os cultivos, principalmente nas regiões frias, é a ocorrência de geadas. Kneen (2003) relata que o lúpulo pode facilmente superar geadas leves, especialmente se estiver sob cobertura de folhas, no entanto, geadas fortes e tardias podem representar danos e é um fator importante para definição da época do transplante das mudas à campo. Para agricultores, a geada de inverno não é apontada como prejudicial, uma vez que as plantas, além de protegidas pela já mencionada cobertura vegetal, encontram-se em dormência, sem partes aéreas em desenvolvimento.

A produção de lúpulo de alta qualidade requer atenção cuidadosa a diversas pragas, plantas daninhas e doenças. As doenças geram danos, desde insignificantes até as perdas econômicas completas devido à redução direta na produtividade ou na diminuição da qualidade dos cones produzidos (O'Neal et al., 2015). Estas doenças podem ser causadas por fungos, nematóides, bactérias e vírus. As principais doenças são: Míldio, causado por *Pseudoperonospora humuli*; Oídio, agente causal *Podosphaera macularis*; Murcha, causada por *Verticillium* spp.; Manchas de cones, agente causal *Alternaria* spp.; Mofo Cinzento, causado por *Botrytis cinerea*; Galha da Coroa, causada por *Agrobacterium tumefaciens*.

No Brasil foram encontrados *P. macularis* (Mendes Fagherazzi et al., 2021) e os nematóides *Meloidogyne javanica* (Nascimento et al., 2020) e *M. incognita* (Gonsaga et al., 2021). Outra doença de importância secundária identificada no país é o Cancro de Fusarium, causada por *Fusarium meridionale* (Pinto et al., 2022, no prelo). Apesar de não



haver artigos publicados, sintomas de Míldio, de manchas de cones e de viroses já foram observados no Brasil e nos próximos anos deve ocorrer o relato formal dessas doenças.

As condições favoráveis para ocorrência de Míldio são alta umidade relativa do ar (UR), cerca de 90% e temperaturas de 18 °C, com molhamento foliar entre 6 e 12h para que ocorra a infecção. Os sintomas de Míldio são formação de ramos espinhosos, com folhas cloróticas e curvadas. Em folhas velhas ocorrem manchas angulares que podem coalescer, em casos de infecção severa, a esporulação do patógeno pode ser visualizada na face abaxial das folhas e os cones afetados desenvolvem a coloração marrom escura (Purayannur et al., 2020) Já o Oídio é favorecido por UR entre 40 e 60% e temperaturas entre 22 e 25 °C. Os sintomas característicos da doença são a formação de colônias pulverulentas de coloração branca ou acinzentada em folhas, ramos, brotações e cones. A infecção dos cones pode causar o aborto destes, má-formação com colorações brancas ou marrons-avermelhadas dependendo do momento da infecção (O'Neal et al., 2015).

O manejo das doenças deve ser feito utilizando diversas táticas disponíveis, tais como realização da diagnose de forma assertiva, aquisição de mudas de viveiros certificados e confiáveis, uso de variedades tolerantes ou resistentes às doenças, plantio em solos com boa drenagem, evitar a irrigação excessiva, remoção de plantas infectadas, realização de podas, proteção com agentes biológicos e/ou fungicidas, adubação equilibrada, eliminação de rebrotes, colheita no momento adequado. O padrão de ocorrência das doenças nas condições climáticas de Santa Catarina precisa ser estudado para que possam ser estabelecidas as medidas de controle com maior eficiência para cada patógeno.

Sobre as características edáficas, o lúpulo se adapta melhor a solos com textura que variam de média-arenosa (franco-arenosa) a argilosa, com incremento de matéria



orgânica, bem estruturados, profundos uma vez que as raízes podem atingir até 2m de profundidade e bem drenados. Embora a planta necessite de uma boa quantidade de água, principalmente durante a fase de crescimento, ela não tolera solos em condições de encharcamento ou drenagem impedida. Assim, a textura do solo e a condição de drenagem do terreno (posição na paisagem) são fatores limitantes que devem ser avaliados na escolha da área para cultivo e das práticas de manejo empregadas. O cultivo não é recomendado em solos pesados (textura muito argilosa) e com o lençol freático próximo à superfície ou próximo dela a maior parte do ano, camada do solo lentamente permeável ou algum outro impedimento natural do terreno. No manejo, a compactação do solo é outro fator limitante para o cultivo do lúpulo, uma vez que diminui o volume de poros (macroporos) do solo e a quantidade de oxigênio na zona radicular comprometendo a absorção de nutrientes e o desenvolvimento das raízes. O lúpulo se adapta melhor a pH levemente ácidos entre 6.0 e 6.5. Os níveis tóxicos de Al, Mn e Fe podem ser controlados com o manejo da água de irrigação e drenagem e correção do pH através de calagem.

O objetivo deste estudo foi combinar as exigências bioclimáticas do lúpulo em suas diferentes fases fenológicas com a variabilidade microclimática existente em Santa Catarina e quantificar os riscos climáticos para o cultivo irrigado dessa cultura no Estado.

### **Análise dos riscos climáticos**

Para delimitação de áreas e definição de classes de risco no processo de mapeamento das variáveis agroclimáticas, foram analisadas as frequências de ocorrência das médias de temperaturas máximas e mínimas decendiais durante o ciclo da cultura. Dada a sensibilidade da cultura ao déficit hídrico, a precipitação foi considerada como risco climático *a priori*, e portanto, há a obrigatoriedade do cultivo do lúpulo ser acompanhado de um sistema de irrigação para suplementação hídrica caso necessário.



Em função de informações coletadas na bibliografia e nas informações obtidas de produtores estabelecidos em Santa Catarina, tomou-se como referência a fenologia média dos cultivos, e, para o estágio de alongamento dos ramos laterais, o qual é afetado pela variabilidade de temperaturas mínimas e máximas que ocorrem na entrada do verão (final do ciclo vegetativo), foram calculadas as estatísticas de temperaturas limitantes ao cultivo. Considerou-se também, que os danos causados por geadas tardias podem ser evitados com a proteção da nova brotação que ocorre na primavera. Para a definição dos decêndios a serem considerados como referência de análise, além da fenologia, levou-se em consideração o decêndio de maior probabilidade de evento climático como referência.

Os critérios utilizados foram:

- i. Temperatura máxima média igual ou superior a 30°C no decêndio 35;
- ii. Temperatura mínima média igual ou inferior a 15°C no decêndio 34;

As análises foram feitas com base nos decêndios do ano (Tabela 1).

Tabela 1. Dias do ano divididos em decêndios para análise de riscos climáticos.

Meses	Janeiro			Fevereiro			Março		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dias	1 a 10	11 a 20	21 a 31	1 a 10	11 a 20	21 a 28/29	1 a 10	11 a 20	21 a 31
Meses	Abril			Maio			Junho		
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Dias	1 a 10	11 a 20	21 a 30	1 a 10	11 a 20	21 a 31	1 a 10	11 a 20	21 a 30
Meses	Julho			Agosto			Setembro		
	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Dias	1 a 10	11 a 20	21 a 31	1 a 10	11 a 20	21 a 31	1 a 10	11 a 20	21 a 30
Meses	Outubro			Novembro			Dezembro		



Decêndio	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Dias	1 a 10	11 a 20	21 a 31	1 a 10	11 a 20	21 a 30	1 a 10	11 a 20	21 a 31

Na Figura 1, podem ser observadas as frequências de ocorrência de temperaturas médias das máximas superiores a 30°C do Estado no decêndio 35 (11 a 20/12). Observa-se que as maiores frequências ocorrem nas Microrregiões de São Miguel do Oeste, Chapecó e Joinville. Por outro lado, a Figura 2 que as regiões nas quais ocorrem as maiores probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas abaixo de 15°C no decêndio 34 (1 a 10/12) é nas microrregiões de Curitibanos, Joaçaba e Campos de Lages. Estes critérios, são dois parâmetros agroclimáticos complementares que podem limitar o crescimento da cultura nos anos em que ocorrerem anomalias de temperaturas, sejam elas positivas (temperaturas máximas superiores à média climatológica) ou negativas (temperaturas inferiores à média climatológica).

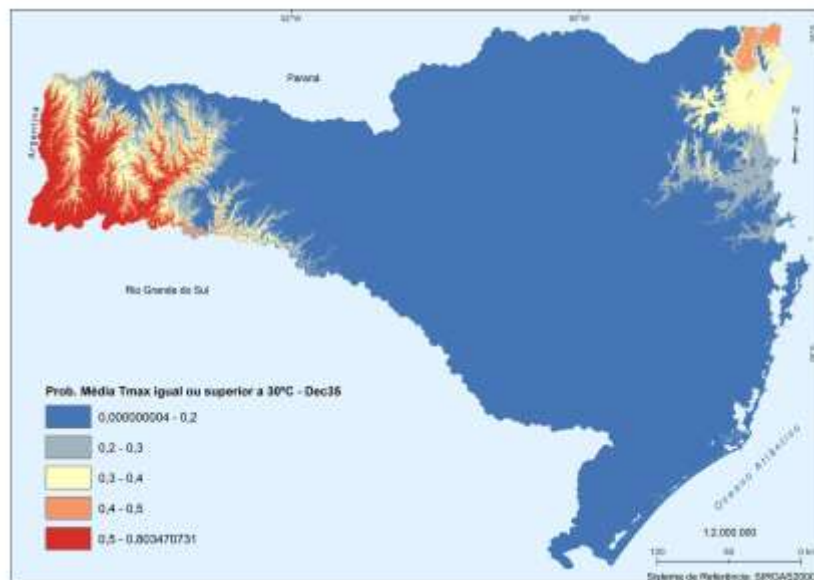


Figura 1. Probabilidade de ocorrência de temperatura média das máximas decennial igual ou superior a 30°C para o estado de Santa Catarina (decêndio 35).

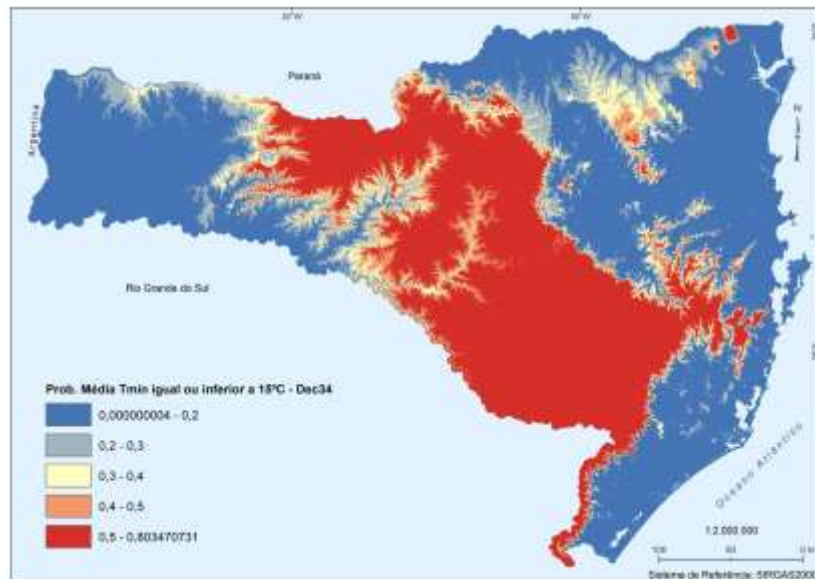


Figura 2. Probabilidade de ocorrência de temperatura média das mínimas decendial igual ou inferior a 15°C para o estado de Santa Catarina (decêndio 34).

A cultura do lúpulo tem possibilidade de cultivo em todas as regiões do estado de Santa Catarina (Figura 3) com riscos baixos a moderados, desde que observadas e respeitadas as práticas de manejo agrônomo, orientações técnicas especializadas e fornecimento de água por irrigação, se necessário. As cultivares a serem utilizadas devem estar registradas no Registro Nacional de Cultivares - RNA, MAPA. Cuidado especial nas regiões de risco moderado principalmente em altitudes superiores a 1100m frente à possibilidade de ocorrência de geadas tardias.



Figura 3. Mapa de Risco Climático para a cultura do lúpulo irrigado em Santa Catarina

Apesar da análise de risco climático ser importante no planejamento agrícola em macroescala, deve-se considerar que tal recurso não considera as variações provocadas pelo relevo. As condições topoclimáticas diferentes em escala local podem alterar a quantificação do risco climático. Este estudo não leva em consideração especificidades das variedades e foi elaborado com informações disponíveis em literatura e informações técnicas, portanto, representa uma potencialidade geral para o Estado e deve ser revisada em função de informações que vão sendo geradas anualmente em experimentos e em função das respostas das cultivares em condições comerciais.

## Referências bibliográficas



BAUERLE, W L. Disentangling photoperiod from hop vernalization and dormancy for global production and speed breeding. **Sci Rep.** 9, 16003. 2019. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52548-0>

BURGESS, A H. Hops: Botany, cultivation and utilization. Londres: World Crops Books, 1964. 300 p.

DE CARVALHO, V P. Zoneamento agroclimático da cultura de lúpulo para o estado do rio de janeiro: uma aplicação da lógica fuzzy. Dissertação (Mestrado). UFRJ, 115p., 2018.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT Statistical Database. [Rome] : FAO, 1997.

GONSAGA, R F; POLLO, A S; NASCIMENTO, D D; FERREIRA, R J; BRAZ, L T; SOARES, P L M. First report of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, infecting hops, *Humulus lupulus*, in São Paulo, Brazil. *Journal of Nematology*, 53. 2021.

IICA. Instituto interamericano de Cooperação para a Agricultura. Brasil se prepara para expandir o cultivo do lúpulo. Disponível em: <https://iica.int/pt/prensa/noticias/brasil-se-prepara-para-expandir-cultivo-de-lupulo>. Acesso em: 22 mar. 2021.

KNEEN, R.. Smal scale and organic hops production. 2003. Disponível em: <<http://cesonoma.ucanr.edu/files/238645.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

LAMAS BREWBLOG. Cultivo do lúpulo no Brasil, história e perspectivas. Disponível em: <https://www.lamasbrewshop.com.br/blog/2020/07/cultivo-de-lupulo-no-brasil.html>. Acesso em: 25 jul. 2021.

MENDES F M; PEREIRA, F S; NERBASS, F R; FERREIRA, E Z; SOMMER, V B; GONÇALVES, M J; RUFATO, L; CASA, R T; BOGO, A; SILVA, F N. First report of *Podosphaera macularis* causing hop (*Humulus lupulus*) powdery mildew in Brazil. *Plant Disease*. 2021.

NASCIMENTO, D D; GONZAGA, R F; POLLO, A S; SANTOS, L S M; FERREIRA, R J; RODRIGUES, M; BRAZ, L T; SOARES, P L M. First Report of Root-Knot Nematode, *Meloidogyne javanica*, Infecting *Humulus lupulus* in São Paulo, Brazil. *Plant Disease*, 104(10), 2740-2740. 2020.

O'NEAL, S D; WALSH, D B; GENT, D H; BARBOUR, J D; BOYDSTON, R A; GEORGE, A E; JAMES, D G; SIRRINE JR. Field guide for integrated pest management in hops. US Hop Industry Plant Protection Committee, Pullman, WA. 2015.

PINTO, F A M F; ARAUJO, L; ANDRADE, C C L; MENDES F M; BRIGHENTI, A F; MARTIN, M S; GOMES, L B; FERNANDES, J; DUARTE, V; ARIOLI, C J; SOMMER, V B.



First report of *Fusarium meridionale* causing Fusarium canker in hops in Brazil. no prelo. 2022.

PURAYANNUR, S; GENT, D H; MILES, T D; RADIŠEK, S; QUESADA- OCAMPO, L M. The hop downy mildew pathogen *Pseudoperonospora humuli*. *Molecular Plant Pathology*. 2021.

RYBACEK, V. **Hop Production**, vol. 16. 1st edition. Holland: Elsevier Science. 286 p., 1991.

SIRRINE, J R. **Sustainable Hoop Production in the Great Lakes Region**. MSU Extention, 2009.

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