

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese/dissertação será disponibilizado somente a partir de 01/03/2026

At the author's request, the full text of this thesis/dissertation will not be available online until March 1, 2026

JOÃO DE JESUS GUIMARÃES

**COMPORTAMENTO AGRONÔMICO DO LÚPULO (*Humulus lupulus* L.) SOB
DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E DE SISTEMAS DE CONDUÇÃO DOS
RAMOS**

Botucatu

2024

JOÃO DE JESUS GUIMARÃES

**COMPORTAMENTO AGRONÔMICO DO LÚPULO (*Humulus lupulus* L.) SOB
DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E DE SISTEMAS DE CONDUÇÃO DOS
RAMOS**

Tese apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus
de Botucatu, para obtenção do título de
Doutor em Engenharia Agrícola

Orientador: Rodrigo Máximo Sánchez
Román

Coorientadora: Valéria Aparecida Modolo

Botucatu

2024

G963c	Guimarães, João de Jesus Comportamento agrônômico do lúpulo (<i>Humulus lupulus</i> L.) sob diferentes níveis de irrigação e de sistemas de condução dos ramos / João de Jesus Guimarães. -- Botucatu, 2024 203 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu Orientador: Rodrigo Máximo Sánchez Román Coorientadora: Valéria Aparecida Modolo 1. lupulicultura. 2. demanda hídrica. 3. manejo de irrigação. 4. tratos culturais. 5. cascade. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: COMPORTAMENTO AGRONÔMICO DO LÚPULO (*Humulus lupulus* L.) SOB DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E DE SISTEMAS DE CONDUÇÃO DOS RAMOS

AUTOR: JOÃO DE JESUS GUIMARÃES

ORIENTADOR: RODRIGO MAXIMO SANCHEZ ROMAN

COORIENTADORA: VALÉRIA APARECIDA MODOLO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Engenharia Agrícola, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. RODRIGO MAXIMO SANCHEZ ROMAN (Participação Virtual)
Engenharia Rural e Socioeconomia / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu UNESP

Prof. Dr. LEANDRO CAIXETA SALOMÃO (Participação Virtual)
Engenharia Agrícola / Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. CLEITON GREDSON SABIN BENETT (Participação Virtual)
Agronomia / Universidade Estadual de Goiás

Prof. Dr. FERNANDO BROETTO (Participação Virtual)
Química e Bioquímica / Instituto de Biociências de Botucatu UNESP

Prof.^a Dr.^a AMANDA RITHIELI PEREIRA DOS SANTOS (Participação Virtual)
/ Universidade Federal do Pampa

Botucatu, 01 de março de 2024

*Aos meus amados Pais,
João de Deus e Maria de Jesus,
dedico*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus pelo dom da vida, pela saúde, sabedoria, proteção e pelas oportunidades. E por nunca me deixar desanimar frente as dificuldades.

Aos meus queridos Pais pelo amor incondicional e pelos ensinamentos. Obrigado por serem os meus maiores incentivadores, sem o apoio e incentivo de vocês, eu jamais conseguiria chegar até aqui.

Aos meus queridos irmãos e toda a minha família pelo apoio.

A minha esposa Mara Lúcia Cruz de Souza Guimarães pela ajuda em todas as etapas deste trabalho, pelo companheirismo, carinho, amor, inspiração e por me apoiar em todas as minhas escolhas.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Máximo Sánchez Román, pela orientação, ensinamentos, confiança e pelo exemplo de professor, orientador e de pessoa. Serei eternamente grato!

A Dra. Valéria Aparecida Modolo, pela importante contribuição na execução deste trabalho e pelos ensinamentos.

A Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCA/UNESP), Campus de Botucatu pela oportunidade de me capacitar, por proporcionar inúmeras experiencias, dentre tantas, poder compartilhar meu conhecimento e por permitir que meu sonho fosse realizado.

Ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola pelo conhecimento transmitido e pela importante contribuição na minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ), pela concessão da bolsa de estudos e da taxa de bancada.

Ao Prof. Dr. Fernando Broetto por permitir realizar as análises fisiológicas no laboratório de bioquímica e pelo empréstimo dos equipamentos para as análises em campo. Muito obrigado, pois foi fundamental!

Ao Prof. Dr. João Carlos Cury Saad pelo conhecimento compartilhado, pelas oportunidades e por estar sempre disposto em ajudar o próximo.

Ao Ricardo Beolchi da Hops Brasil pela atenção, apoio e incentivo às pesquisas com a cultura do lúpulo, fornecendo mudas de altíssima qualidade e com preço especial.

A Start Hops Brasil pela ajuda no esclarecimento de dúvidas e pelo apoio e ensinamento.

A Naandanjain Brasil e a Tigre pela doação dos materiais de irrigação.

A Tatiane Cristovam Ferreira pela importante e valiosa ajuda nas análises laboratoriais e em campo, e acima de tudo, pelo carinho, amizade e orações.

Ao Caio Nascimento Fernandes pelos ensinamentos, companheirismo, pela colaboração na execução deste trabalho. Mas, acima de tudo, muito obrigado pela amizade.

Ao Rodrigo Vieira, colega de curso e amigo. Muito obrigado pelas oportunidades e por compartilhar toda a experiência e conhecimento.

Aos amigos Carlos Bauman e Alexandre Battazza pela amizade e por permitir compartilhar vários momentos de muita alegria. Vocês são especiais!

E a todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente neste trabalho e em toda a minha formação.

“Nós somos o que fazemos repetidamente. A excelência não é um feito, e sim, um hábito”.

DURANT, W. J. **The story of philosophy.**
Nova Iorque: Pocket Books, 1991.

RESUMO

A lupulicultura é uma prática agrícola responsável pelo cultivo de plantas femininas não polinizadas de lúpulo (*Humulus lupulus* L.) e pelo fornecimento de matéria prima (compostos bio-sintetizados) para a indústria alimentícia, farmacêutica, cosmética e têxtil. A qualidade da matéria prima está condicionada ao manejo, ou seja, exige-se um sistema de condução dos ramos e da planta, sistema de irrigação e manejo da irrigação. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento agrônomo das plantas de lúpulo variedade (var.) Cascade em função de diferentes níveis de irrigação e sistemas de condução dos ramos. O trabalho foi conduzido em campo, em área experimental do Departamento de Engenharia Rural e Socioeconomia (DERS) da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/UNESP), Campus Botucatu. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC) com esquema fatorial 4 x 2, sendo quatro níveis de irrigação (NI): 80, 90, 100 e 110% da demanda evapotranspirométrica, e dois sistemas de condução dos ramos: sistema convencional de condução dos ramos (SCCR) e o sistema alternativo de condução dos ramos (SACR), ambos com 2,5 m de altura. Avaliou-se os parâmetros fisiológicos, biomassa, biométricos da planta e dos cones, produção e produtividade de cones, massa seca dos cones, qualidade dos compostos e produtividade da água para um ciclo de cultivo de plantas de lúpulo var. Cascade. O SACR associado ao NI100, sobretudo, ao NI90 promoveram melhores respostas fisiológicas e morfológicas, propiciando maior produção de cones e qualidade dos compostos. É possível reduzir 10% da reposição hídrica (NI90) quando se utiliza o SACR sem afetar os parâmetros fisiológicos, promovendo, desta forma, maior produtividade da água, produção de cones e qualidade dos compostos.

Palavras-chave: lupulicultura, cascade, demanda hídrica, manejo da irrigação, tratamentos culturais.

ABSTRACT

Hop cultivation is an agricultural practice responsible for growing unpollinated female hops plants (*Humulus lupulus* L.) and supplying raw materials (biosynthesized compounds) to the food, pharmaceutical, cosmetics, and textile industries. The quality of the raw material is dependent on its management it requires a system for guiding the branches and the plant, an irrigation system, and irrigation management. In this context, this study aimed to evaluate the agronomic behavior of Cascade hop plants as a function of different irrigation levels and branch management systems. The work was carried out in the field, in an experimental area of the Rural Engineering Department and Socioeconomics (REDS) of Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/UNESP), (FCA/UNESP), Botucatu campus. The experimental design used was a randomized block design (RBL) with a 4 x 2 factorial scheme, with four levels of irrigation LI: 80, 90, 100, and 110% of the evapotranspirometric demand and two systems for holding the branches: conventional system for holding the branches - CSHB and the alternative system for holding the branches - ASHB, both 2.5 m high. Physiological parameters, biomass, plant and cone biometrics, cone production and productivity, cone dry mass, compost quality, and water productivity were evaluated for a cultivation cycle of hop var plants. The ASHB associated with LI100, especially with LI90, promoted better physiological and morphological responses, providing greater cone production and compound quality. It is possible to reduce water replacement by 10% (LI90) when using ASHB without affecting physiological parameters, thus promoting greater water productivity, cone production, and compound quality.

Keywords: lupuliculture, cascade, water demand, irrigation management, cultural treatments.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Sistema de condução das plantas de lúpulo vertical utilizando apenas postes de madeira.....	37
Figura 2 – Sistema vertical com formato em “V” para condução dos ramos	37
Figura 3 – Sistema vertical simples para condução dos ramos.....	38
Figura 4 – Sistema fixo do tipo treliça alta em “V” (A) e treliça baixa (B) para condução dos ramos	39
Figura 5 - Sistema fixo do tipo treliça baixa para condução dos ramos com colheita mecanizada dos cones.....	40
Figura 6 – Sistema guarda-chuva para condução dos ramos	40
Figura 7 – Sistema guarda-chuva com outro layout para condução dos ramos.....	41
Figura 8 – Sistema latada para condução dos ramos	41
Figura 9 – Temperatura do ar (A) e umidade relativa do ar (B) durante o primeiro ciclo experimental.....	43
Figura 10 – Evapotranspiração de referência (A) e evapotranspiração da cultura (B) durante o primeiro ciclo experimental.....	44
Figura 11 – Precipitação durante o primeiro ciclo experimental	44
Figura 12 – Radiação global durante o primeiro ciclo experimental	45
Figura 13 – Estrutura alternativa (A), aplicação de calcário calcítico por m ² de solo (B) e calcário aplicado em toda área experimental (C)	48
Figura 14 – Micro trator com enxadas rotativas do tipo Tobata (A), preparo inicial do solo (B) e solo finalizado (C)	49
Figura 15 – Gradagem do solo com grade intermediária (A e B) e enxada rotativa para o destorroamento e nivelamento do solo (C)	50
Figura 16 – Preparação dos camalhões nas linhas de cultivo.....	50
Figura 17 – Delineamento experimental em blocos casualizados com esquema fatorial	51
Figura 18 – Representação gráfica do coeficiente de cultivo (Kc) do <i>Humulus lupulus</i> L.	52
Figura 19 – Design do sistema convencional de condução dos ramos (SCCR)	53
Figura 20 – Design do sistema alternativo de condução dos ramos (SACR)	54
Figura 21 – Layout do sistema de irrigação localizada por gotejamento	55
Figura 22 – Distribuição espacial do sistema de irrigação localizada por gotejamento em campo.....	56
Figura 23 – Abertura da trincheira no centro do bulbo molhado para determinação da sua geometria.....	59
Figura 24 – (A) Diâmetro superficial (DS), (B) diâmetro molhado a cada 0,05 m de profundidade (DM) e diâmetro máximo (Dmáx.) e (C) profundidade máxima (Zmáx.) e profundidade do diâmetro máximo (ZDmáx.)	60
Figura 25 – Geometria média do bulbo molhado em Latossolo Vermelho	61
Figura 26 – Distribuição espacial dos emissores em campo.....	63
Figura 27 – Transplântio das mudas em Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa.....	67

Figura 28 – Armadilha entomológica para captura de insetos voadores	70
Figura 29 – Agentes identificados nas plantas de lúpulo var. Cascade durante o primeiro ciclo experimental	71
Figura 30 – Mudanças de lúpulo com sintomas de estresse térmico aos 7 DAT	74
Figura 31 – Cobertura do solo com matéria seca	74
Figura 32 – Mudanças de lúpulo recuperadas do estresse abiótico e em pleno crescimento	76
Figura 33 – Sistema de condução e seus componentes	77
Figura 34 – Amarração barbante sisal natural no sistema de condução	77
Figura 35 – Plantas de lúpulo aos 30 DAT antes da poda (A) e plantas de lúpulo após a poda seletiva (B)	78
Figura 36 – Colheita de cones de lúpulo var. Cascade	79
Figura 37 – Cones de lúpulo var. Cascade	80
Figura 38 – Lupulina e glândulas secretoras de lúpulo var. Cascade	80
Figura 39 – Armazenamento a vácuo de cones lúpulo var. Cascade	81
Figura 40 – Avaliação do potencial hídrico foliar em plantas de lúpulo var. Cascade	83
Figura 41 – Folha de lúpulo var. Cascade totalmente desenvolvida utilizada nas avaliações fisiológicas	84
Figura 42 – Procedimento de corte e encubação dos discos foliares para determinação da massa túrgida do tecido foliar vegetal (MT) de plantas de lúpulo var. Cascade	84
Figura 43 – Discos foliares para determinação da perda de eletrólitos (PE) das plantas de lúpulo var. Cascade	85
Figura 44 – Discos foliares sob fervura para determinação da perda de eletrólitos (PE) das plantas de lúpulo var. Cascade	86
Figura 45 – Pigmentos fotossintéticos de plantas de lúpulo var. Cascade	87
Figura 46 – Avaliação das trocas gasosas com analisador de trocas gasosas (IRGA) em plantas de lúpulo var. Cascade	88
Figura 47 – Eficiência quântica fotoquímica efetiva do PSII (F_v'/F_m') das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução dos ramos aos 62 DAT	92
Figura 48 – Coeficiente de extinção não fotoquímica do PSII (NPQ) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução dos ramos aos 62 DAT	92
Figura 49 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos (A) e níveis de irrigação (B) para a taxa de assimilação de CO ₂ (A) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 99 DAT	94
Figura 50 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a condutância estomática (Gs) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 99 DAT	95
Figura 51 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a concentração interna de CO ₂ (C _i) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 99 DAT	96

Figura 52 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a eficiência instantânea de carboxilação (EiC) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 99 DAT	97
Figura 53 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a eficiência instantânea do uso da água (EUA) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 99 DAT	97
Figura 54 – Interação entre sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a taxa de assimilação de CO ₂ (A) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 123 DAT	99
Figura 55 – Interação entre os diferentes sistemas de condução dos ramos (A) e níveis de irrigação (B) para a condutância estomática (Gs) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 123 DAT	99
Figura 56 – Concentração interna de CO ₂ na folha (Ci) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos diferentes níveis de irrigação aos 123 DAT ..	100
Figura 57 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a taxa de transpiração (E) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 123 DAT	101
Figura 58 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a eficiência instantânea de carboxilação (EiC) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 123 DAT	102
Figura 59 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a taxa de assimilação de CO ₂ (A) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 195 DAT	103
Figura 60 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a condutância estomática (Gs) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 195 DAT	103
Figura 61 – Concentração interna de CO ₂ (Ci) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução dos ramos aos 195 DAT	104
Figura 62 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos (A) e níveis de irrigação (B) para a taxa de transpiração (E) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 195 DAT	105
Figura 63 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a eficiência instantânea de carboxilação (EiC) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 195 DAT	105
Figura 64 – Taxa de assimilação de CO ₂ (A) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução (A) e níveis de irrigação (B) aos 213 DAT	106
Figura 65 – Concentração interna de CO ₂ (Ci) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos níveis de irrigação aos 213 DAT	107
Figura 66 – Eficiência instantânea de carboxilação (EiC) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução (A) e níveis de irrigação (B) aos 213 DAT	107
Figura 67 – Potencial hídrico foliar (Ψ) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução dos ramos aos 62 DAT	108

Figura 68 – Perda de eletrólitos (PE) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução dos ramos 62 DAT	109
Figura 69 – Potencial hídrico foliar (Ψ) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos níveis de irrigação aos 99 DAT	110
Figura 70 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para o potencial hídrico foliar (Ψ) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 123 DAT	111
Figura 71 – Potencial hídrico foliar (Ψ) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução (A) e níveis de irrigação (B) aos 195 DAT	112
Figura 72 – Potencial hídrico foliar (Ψ) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução (A) e níveis de irrigação (B) aos 213 DAT	112
Figura 73 – Conteúdo relativo de água (CRA) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução dos ramos aos 99 DAT	113
Figura 74 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para o conteúdo relativo de água (CRA) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 195 DAT	114
Figura 75 – Conteúdo relativo de água (CRA) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução dos ramos aos 213 DAT	115
Figura 76 – Perda de eletrólitos (PE) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução (A) e níveis de irrigação (B) aos 99 DAT ..	116
Figura 77 – Perda de eletrólitos (PE) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução (A) e níveis de irrigação (B) aos 195 DAT	116
Figura 78 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a perda de eletrólitos (PE) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 213 DAT	117
Figura 79 – Teor de clorofila <i>a</i> (ClorA) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução (A) e níveis de irrigação (B) aos 123 DAT	119
Figura 80 – Teor de clorofila <i>b</i> (ClorB) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos níveis de irrigação aos 123 DAT	119
Figura 81 – Clorofila <i>a</i> (ClorA) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução dos ramos aos 213 DAT	120
Figura 82 – Clorofila <i>b</i> (ClorB) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução dos ramos aos 213 DAT	120
Figura 83 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para o diâmetro do caule (DC) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 215 DAT	121
Figura 84 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a massa fresca da folha (MFF) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 215 DAT	123
Figura 85 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a massa seca da folha (MSF) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 215 DAT	123

Figura 86 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a massa fresca do caule (MFC) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 215 DAT	124
Figura 87 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a massa seca do caule (MSC) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 215 DAT	125
Figura 88 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a biomassa seca total (BST) das plantas de lúpulo var. Cascade aos 215 DAT	126
Figura 89 – Massa fresca de dez cones (MF10) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos níveis de irrigação	127
Figura 90 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a produção de cones (P) das plantas de lúpulo var. Cascade	128
Figura 91 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a massa seca do cone (MScone) das plantas de lúpulo var. Cascade	128
Figura 92 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a produtividade de cones (Y) das plantas de lúpulo var. Cascade	129
Figura 93 – Teor de alfa ácido (α ácido) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução (A) e níveis de irrigação (B)	130
Figura 94 – Teor de alfa ácido (β ácido) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos níveis de irrigação	130
Figura 95 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para o índice de armazenamento de lúpulo (HSI) das plantas de lúpulo var. Cascade	131
Figura 96 – Interação entre os sistemas de condução dos ramos e níveis de irrigação para a produtividade da água (PAC) das plantas de lúpulo var. Cascade	132
Figura 97 – Temperatura mínima do ar (Tmín), Temperatura máxima do ar (Tmáx), temperatura basal inferior (Tb) e graus dias acumulados (GDA)	133
Figura 98 – Graus dias acumulados (GDA) para cada fase de desenvolvimento do lúpulo (<i>Humulus lupulus</i> L.) var. Cascade	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de p, F calculado e dos coeficientes de variação experimental para as trocas gasosas e fluorescência da clorofila das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução dos ramos aos 62 DAT	91
Tabela 2 – Valores de p, F calculado e dos coeficientes de variação experimental para as trocas gasosas das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos níveis de irrigação e sistemas de condução dos ramos aos 99 DAT.	93
Tabela 3 – Valores de p, F calculado e dos coeficientes de variação experimental para as trocas gasosas das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos níveis de irrigação e sistemas de condução dos ramos aos 123 DAT	98
Tabela 4 – Valores de p, F calculado e dos coeficientes de variação experimental para as trocas gasosas das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos níveis de irrigação e sistemas de condução dos ramos aos 195 DAT	102
Tabela 5 – Valores de p, F calculado e dos coeficientes de variação experimental para as trocas gasosas das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos níveis de irrigação e sistemas de condução dos ramos aos 213 DAT	106
Tabela 6 – Valores de p, F calculado e dos coeficientes de variação experimental para os parâmetros fisiológicos das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos sistemas de condução dos ramos aos 62 DAT	108
Tabela 7 – Valores de p, F calculado e dos coeficientes de variação experimental para o potencial hídrico foliar (Ψ) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos níveis de irrigação e sistemas de condução dos ramos.....	109
Tabela 8 – Valores de p, F calculado e dos coeficientes de variação experimental para o conteúdo relativo de água (CRA) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos níveis de irrigação e sistemas de condução dos ramos	113
Tabela 9 – Valores de p, F calculado e dos coeficientes de variação experimental para a perda de eletrólitos (PE) das plantas de lúpulo var. Cascade em função dos níveis de irrigação e sistemas de condução dos ramos.....	115
Tabela 10 – Valores de p, F calculado e dos coeficientes de variação experimental para o teor de pigmentos fotossintéticos das plantas de lúpulo var. Cascade em função de diferentes níveis de irrigação e sistemas de condução dos ramos	118
Tabela 11 – Valores de p, F calculado e dos coeficientes de variação experimental para os parâmetros biométricos das plantas de lúpulo var. Cascade em função de diferentes níveis de irrigação e sistemas de condução dos ramos aos 215 DAT	121
Tabela 12 – Valores de p, F calculado e dos coeficientes de variação experimental para os parâmetros de biomassa das plantas de lúpulo var. Cascade em	

função de diferentes níveis de irrigação e sistemas de condução dos ramos aos 215 DAT	122
Tabela 13 – Valores de p, F calculado e dos coeficientes de variação experimental para os parâmetros biométricos do cone das plantas de lúpulo var. Cascade em função de diferentes níveis de irrigação e sistemas de condução dos ramos.....	126
Tabela 14 – Valores de p, F calculado e dos coeficientes de variação experimental para os parâmetros de produção do cone das plantas de lúpulo var. Cascade em função de diferentes níveis de irrigação e sistemas de condução dos ramos.....	127
Tabela 15 – Valores de p, F calculado e dos coeficientes de variação experimental para os teores dos compostos presente nos cones das plantas de lúpulo var. Cascade em função de diferentes níveis de irrigação e sistemas de condução dos ramos.....	129
Tabela 16 – Valores de p, F calculado e dos coeficientes de variação experimental para a produtividade da água (PAC) das plantas de lúpulo var. Cascade em função de diferentes níveis de irrigação e sistemas de condução dos ramos.....	131

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
2	REVISÃO DE LITERATURA	27
2.1	Aspectos gerais da cultura do lúpulo (<i>Humulus lupulus</i> L.).....	27
2.2	Manejo da irrigação com base na demanda evapotranspirométrica.....	31
2.3	Demanda hídrica e manejo da irrigação na cultura do lúpulo.....	33
2.4	Sistemas de condução dos ramos.....	36
3	MATERIAL E MÉTODOS	43
3.1	Localização da área experimental	43
3.2	Clima do local	43
3.2.1	Parâmetros agrometeorológicos	43
3.3	Solo.....	45
3.3.1	Atributos físicos e químicos	45
3.3.2	Correção da acidez do solo.....	46
3.3.3	Preparo mecanizado do solo.....	49
3.4	Delineamento experimental.....	51
3.5	Descrição dos tratamentos	51
3.5.1	Níveis de irrigação	51
3.5.2	Sistemas de condução dos ramos.....	53
3.6	Sistema de irrigação	54
3.6.1	Distribuição espacial dos componentes	54
3.6.2	Avaliação da uniformidade.....	56
3.6.3	Geometria do bulbo molhado.....	58
3.6.4	Número de emissores por planta.....	62
3.6.4	Distribuição espacial das hastes gotejadoras.....	63
3.6.5	Razão de lixiviação.....	63
3.7	Manejo da irrigação.....	65
3.8	Determinação de Graus Dia (GD) Acumulados (GDA)	66
3.9	Condução experimental.....	67
3.9.1	Transplântio das mudas	67
3.9.2	Adubação	67
3.9.3	Manejo fitossanitário.....	69

3.9.4	Ações mitigadoras de estresses abióticos	74
3.9.5	Instalação dos sistemas de condução dos ramos.....	76
3.9.6	Poda seletiva dos ramos.....	78
3.9.7	Condução das plantas nos sistemas de condução	78
3.9.8	Início dos tratamentos.....	79
3.9.9	Colheita.....	79
3.10.	Parâmetros avaliados.....	82
3.10.1	Biométricos	82
3.10.2	Biomassa.....	82
3.10.3	Fisiológicos	83
3.10.4	Biometria dos cones.....	89
3.10.5	Produção de cones.....	89
3.10.6	Produtividade de cones	89
3.10.7	Produtividade de água da cultura	89
3.10.8	Compostos químicos nos cones.....	89
3.11	Análise estatística.....	90
4	RESULTADOS	91
5	DISCUSSÃO.....	134
6	CONCLUSÕES.....	146
	REFERÊNCIAS	147
	APÊNDICES	165

1 INTRODUÇÃO

A lupulicultura é uma prática agrícola direcionada para a produção de plantas femininas não polinizadas de lúpulo (*Humulus lupulus* L.). O lúpulo é uma espécie vegetal originária de climas temperados do Hemisfério Norte e se caracteriza como herbácea, trepadeira, dióica e perene que produz inflorescências, comumente conhecidas de cones quando maduros.

Na base dos cones, glândulas produzem lupulina, um pó de coloração amarela, no qual ocorre a biossintetização de metabólitos secundários, como resinas e óleos essenciais ricos em terpenos, os quais são utilizados como matéria prima, sobretudo para a produção de cerveja e para utilização na indústria farmacêutica e cosmética conferindo aroma, amargor e ação sedativa, antioxidante, antidiurética, anti-inflamatória, antibacteriana, anticancerígenas, antiviral, entre outras.

Por ser uma planta trepadeira que pode atingir uma altura de até dez metros (Rybáček, 1991; Bocquet *et al.*, 2018), torna-se necessário a utilização de um sistema de sustentação e condução, de modo que propicie a incidência de luz e radiação, e ofereça condições para que a planta possa se desenvolver (Aquino *et al.*, 2019; Spósito *et al.*, 2019; Marceddu; Carrubba; Sarno, 2020).

Os sistemas de condução são diversificados e apresentam design e características específicas. Dentre os sistemas, destacam-se o vertical fixo com formato de “V” (Neve, 1991) e o simples (Marcos *et al.*, 2011), treliça alta em “V” e treliça baixa (Hoerner; Rabak, 1940), guarda-chuva (Hough *et al.*, 1982; Fagherazzi *et al.*, 2018a) e o latada (Fagherazzi *et al.*, 2018a).

O sistema mais utilizado na lupulicultura é a treliça alta em “V” com altura de 5 e 6 m, para variedades com menor e alto vigor vegetativo, respectivamente (Dodds, 2017; Brasil, 2022). No entanto, apresenta custo inicial de instalação por hectare de aproximadamente R\$188.000,00 reais (Kretzer, 2021 *apud* Righi; Bitencourt, 2022b; Brasil, 2022), grande demanda de mão de obra na instalação, nos tratos culturais e na colheita, além disso, requer grande quantidade de água e nutrientes para o estabelecimento das plantas (Marceddu; Carrubba; Sarno, 2020).

Além do sistema de condução, a irrigação é técnica imprescindível para o cultivo de lúpulo, sobretudo em regiões de pouca precipitação pluviométrica e nos períodos de maior necessidade hídrica. Essa técnica é utilizada praticamente em todas as áreas de cultivo, pois possibilita que a cultura se desenvolva melhor, e ainda, pode

reduzir os efeitos de estresse hídrico e promover o aumento da produtividade de cones e da qualidade dos compostos.

Para que a irrigação seja eficiente é necessário considerar alguns fatores, como o clima da região, textura do solo, capacidade de retenção de água, profundidade efetiva do sistema radicular, variedade, estágio de desenvolvimento e a idade da planta (Beatson *et al.*, 2009; Cancela *et al.*, 2017; Naglič; Cvejić; Pintar, 2017; Jackson; Single; Scoggins, 2019; Guimarães, 2021; Potopova *et al.*, 2022). Através destes fatores será possível quantificar a necessidade hídrica da cultura em cada estágio de desenvolvimento, bem como, o momento oportuno e a lâmina necessária a ser aplicada. Com isso, evitará umidade excessiva, percolação profunda de água, lixiviação de nutrientes e doenças na zona radicular.

Neste contexto, torna-se necessário a introdução de novas estratégias de manejo da irrigação para determinar a demanda hídrica nas diferentes fases fenológicas, pois estudos têm comprovado que o manejo da irrigação aumenta a produtividade de cones (Fardiño *et al.*, 2015; Naglič; Cvejić; Pintar, 2017) e a qualidade dos compostos, principalmente alfa e beta ácidos (Kišgec, 1974; Nakawuka *et al.*, 2017). Além disso, o desenvolvimento de sistemas de condução mais práticos, econômicos e eficientes que facilitem os tratos culturais sem afetar os processos fisiológicos da planta, a produtividade e qualidade dos cones.

Rossini *et al.* (2021) destacam a importância de se realizar trabalhos com a cultura do lúpulo com o objetivo de investigar os aspectos agronômicos e novas práticas de manejo, como por exemplo, manejo da irrigação e sistemas de condução dos ramos.

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento agronômico das plantas de lúpulo variedade (var.) Cascade em função do manejo da irrigação com base na demanda evapotranspirométrica e dois sistemas de condução dos ramos na região de Botucatu, São Paulo, Brasil.

A hipótese central é que a redução da reposição hídrica (nível de irrigação) pode causar estresse hídrico favorecendo a produção metabólitos secundários e aumentar a produção de cones. Além disso, a utilização de um sistema de condução dos ramos que possibilite a condução dos ramos no sentido horizontal pode favorecer a interceptação e captação de luz e radiação solar, aumentando a produção de cones. Assim, a interação destes dois fatores pode contribuir para o aumento da qualidade e produção de cones de lúpulo.

6 CONCLUSÕES

- O desenvolvimento agrônômico das plantas de lúpulo var. Cascade foi influenciado pelos sistemas de condução e níveis de irrigação;
- O manejo da irrigação via demanda evapotranspirométrica as plantas apresentaram melhores respostas fisiológicas quando se utilizou os NI90 e NI100. Deste modo, a redução de 10% da demanda pode potencializar o seu desenvolvimento e economizar nos custos de produção, principalmente quando associado ao SACR;
- O SACR permite uma distribuição horizontal dos ramos e folhas, resultando na distribuição uniforme da água, maior interceptação da luz solar e radiação, assim, favorece a capacidade fotossintética e consequentemente, os parâmetros de produção;
- As plantas sob condução no SACR apresentaram maiores indícios de finalização do ciclo, sendo um fator positivo para o cultivo da var. Cascade, visto que, ciclos mais curtos podem possibilitar maior número de safras durante o ano;
- O SACR associado NI100, e principalmente, ao NI90 promoveram melhores respostas fisiológicas e morfológicas, propiciando maior produção de cones e qualidade dos compostos;
- As plantas de var. Cascade sob condução no SACR associado ao NI90 podem apresentar menores custos de produção e maior lucratividade, pois houve maior produção de cones em menor tempo (ciclo mais curto);
- O manejo da irrigação é fundamental, pois foi observado que é possível reduzir 10% da reposição hídrica (NI90) quando se utiliza o SACR sem afetar os parâmetros fisiológicos, promovendo, desta forma, maior produtividade da água, produção de cones e qualidade dos compostos.

REFERÊNCIAS

AFONSO, S. C. P. **Growing hops in Portugal: a strategy for sustainability**. 2021. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Ciências do Porto, Porto, 2021.

AFONSO, S.; ARROBAS, M.; RODRIGUES, M. A. Twenty-years of hop irrigation by flooding the inter-row did not cause a gradient along the row in soil properties, plant elemental composition and dry matter yield. **Horticulturae**, Amsterdam, NL v. 7, n. 194, p. 1-17, 2021.

AGEHARA, S. **Using supplemental lighting to control flowering of hops in Florida**. Horticultural Sciences Department, IFAS Extension: University of Florida, 2020.

AGHAMIRI, V.; MIRGHAFORVAND, M.; MOHAMMAD-ALIZADEH-CHARANDABI, S.; NAZEMIYEH, H. The effect of hop (*Humulus lupulus* L.) on early menopausal symptoms and hot flashes: a randomized placebo-controlled trial. **Complementary Therapies in Clinical Practice** **Complementary Therapies in Clinical Practice**, v. 23, n. 130, p. 1-6, 2015.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Roma: FAO Irrigation and Drainage, Paper 56, 1998.

ALMAGUER, C.; SCHÖNBERGER, C.; GASTL, M.; ARENDT, E. K.; BECKER, T. *Humulus lupulus* – a story that begs to be told. A review. **Journal of the Institute of Brewing**, Malden, US, v. 120, n. 4, p. 289-314, 2014.

ALMEIDA, A. R.; MACIEL, M. V. O. B.; GANDOLPHO, B. C. G.; MACHADO, M. H.; TEIXEIRA, G. L.; BERTOLDI, F. C.; NORONHA, C. M.; VITALI, L.; BLOCK, J. M.; BARRETO, P. L. M. Brazilian grown cascade hop (*Humulus lupulus* L.): LC-ESI-MS-MS and GC-MS analysis of chemical composition and antioxidant activity of extracts and essential oils. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, United Kingdom, v. 1. n. 1, p. 1-11, 2020.

ALONSO-ESTEBAN, J. I.; PINELA, J.; BARROS, L.; CÍRIĆ, A.; SOKOVIĆ, M.; CALHELHAB, R. C.; TORIJA-ISASAA, E.; SÁNCHEZ-MATAA, M. C.; FERREIRA, I. C. F. R. Phenolic composition and antioxidant, antimicrobial and cytotoxic properties of hop (*Humulus lupulus* L.) seeds. **Industrial Crops and Products**, Netherlands, v. 134, p. 154-159, 2019.

ALVES, F. C. **Influência da rega na produtividade e na qualidade da produção do lúpulo (*Humulus lupulus* L.), variedade Nugget, na região da Galiza**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrônoma) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2018.

ANZANELLO, R.; CHRISTO, M. C. Temperatura base inferior, soma térmica e fenologia de cultivares de videira e quivezeiro. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, SC, v. 18, n. 3, p. 1-10, 2019.

AQUINO, A. M. *et. al.* **Referencial Técnico de Atratividade Agropecuária – Lúpulo**. Nova Friburgo, RJ: Embrapa, 2019.

ARRUDA, T. R.; PINHEIRO, P. F.; SILVA, P. I.; BERNARDES, P. C. A new perspective of a well-recognized raw material: Phenolic content, antioxidant and antimicrobial activities and α - and β -acids profile of Brazilian hop (*Humulus lupulus* L.) extracts. **Food Science and Technology**, London, GB, v. 141, p. 1-9, 2021

ASRES, L. A. Alternative techniques of irrigation water management for improving crop water productivity, **Reviews in Agricultural Science**, India v. 11, p. 36-56, 2023.

BARR, H. D.; WEATHERLEY, P. E. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. **Australian Journal of Biological Sciences**, Melbourne, p. 413-428. 1962.

BARRETO, I. A. C. **Filocromo e evapotranspiração da cultura do lúpulo em região de clima tropical**. 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022.

BARRETO, I. A. C.; PILAU, F. G. Temperatura base e plastocrono de uma variedade de lúpulo. **Agrometeoros**, Passo Fundo, RS, v. 31, p. 1-9, 2023.

BATTAM, M. A.; SUTTON, B. G. Soil pits as a simple design aid for subsurface drip irrigation systems. **Irrigation Science**, New York, US, v. 22, p. 135-141, 2003.

BEATSON, A.; KENNY, S. T.; PETHYBRIDGE, S. J.; GENT, D. H. Hop Production. In: MAHAFFER, W. F.; PETHYBRIDGE, S. J.; GENT, D. H. **Compendium of hop diseases and pests**. St. Paul: American Phytopathological Society, 2009. cap. 1. p. 5-8.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de Irrigação**. 9. ed. atual. ampl. Viçosa, MG: Editora UFV, 2019.

BIČÁROVÁ, S.; LUKASOVÁ, V.; ADAMČÍKOVÁ, K.; ŽATKOVÁ, L.; MILOVSKÝ, R.; SHASHIKUMAR, A.; PAŽITNÝ, J.; BUCHHOLCEROVÁ, A.; BILČÍK, D. Modified electrolyte leakage method for testing the oxidative stability of *Pinus mugo* Turra under ozone-induced stress. **Folia Oecologica**, Slovakia, v. 50, p. 1-15, 2023.

BLAXLAND, J.; TOMÁS, R.; BAILLIE, L. The antibacterial effect of *Humulus lupulus* (Hops) against *Mycobacterium bovis* BCG: A promising alternative in the fight against bovine tuberculosis?. **Beverages**, London, GB, v. 8, n. 43, p. 1-11, 2022.

BOCQUET, L.; SAHPAZ, S.; HILBERT, J. L.; RAMBAUD, C.; RIVIÈRE, C. *Humulus lupulus* L., a very popular beer ingredient and medicinal plant: overview of its phytochemistry and bioactivity, and its biotechnology. **Phytochemistry Reviews**, Netherlands, v. 17, n. 11, p. 1 - 44, 2018.

BORTOLUZZI, C.; MENTEN, J. F. M.; ROMANO, G. G.; PEREIRA, R.; NAPT, G. S. Effect of hops β -acids (*Humulus lupulus*) on performance and intestinal health of broiler chickens. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, Ga, v. 23, n. 3, p. 437-443, 2014.

BOSMAN, A. **Optimising productivity and grape composition (grapevine potential) for a specific wine production goal: adaptation of grapevine**

reproductive/vegetative balance in modified training systems. 2020. Master (Agricultural Science at Stellenbosch University) - Department of Viticulture and Oenology, Faculty of AgriSciences, Stellenbosch University, Stellenbosch, 2020.

BRAGA, F. M. **Crescimento de plantas C3 e C4 em resposta a diferentes concentrações de CO₂ e arranjos competitivos.** 2020. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2020.

BRAGA, L. G. S.; BOUIX, C. P. S.; PÓVOAS, C. E.; RAMOS, A. Estimativa da evapotranspiração de referência por três métodos, para a região de Ilhéus/BA. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 4, p. 1-11, 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo. **Lúpulo no Brasil: perspectivas e realidades.** 1. ed. Brasília, DF: MAPA/SAF, 2022.

BURGESS, A. J.; WANG, P. Not all Calvin's are equal: differential control of the Calvin cycle in C3 versus C4 plants. **Plant Physiology**, Stuttgart, v. 191, n. 2, p. 817-819, 2023.

CANCELA, J. J.; FANDIÑO, M.; REY, B. J.; GÓNZALEZ, X. P. Hop water requirements: a review and future goals. *In*: International Hop Growers' Convention (IHGC). **Proceedings of the Scientific-Technical Commission.** Mühlviertel, Austria, 2017. cap. 4, p. 37-40.

CARBONE, K.; GERVASI, F. A valuable source of bioactive compounds for health and disease prevention. **Plants**, Basel, v. 11, n. 24, p. 1-29, 2022. DOI:

CARRUBBA, A.; MARCEDDU, R.; SARNO, M. Hop (*Humulus lupulus* L.): suitability of traditional cultivars to a low-trellis farming system in a semiarid environment. **HortScience**, Alexandria, v. 57, n. 11, p. 1409-1415, 2022.

CARVALHO, V. P.; LIMA, E. P.; LYRA, G. B.; PEREIRA, C. R.; LYRA, G. B. Balanço de água no solo para o cultivo de lúpulo no município de Resende, Rio de Janeiro. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 20., 2018, Maceió. **Anais do XX Congresso Brasileiro de Meteorologia.** Maceió: UFAL, 2018. v. 20, p. 2984-3003.

CHRISTIANSEN, J. E. **Irrigation by Sprinkling.** California Agricultural Experiment Station Bulletin, 1942.

CONTI, D. R.; HABERMANN, E.; SOUZA, B. C.; OLIVEIRA, E. A. D.; MARTINEZ, C. A.; VIEIRA, P. C.; COSTA, F. B. Exploring the tropical acclimation of European and American hop cultivars (*Humulus lupulus* L.): Focus on physiology, productivity, and chemical composition. **European Journal of Agronomy**, Netherlands, v. 151, p. 126990, 2023.

COSTA, A. M.; LIMA, H. C.; CARDOSO, E. R.; SILVA, J. R.; PADUA, J. G.; FALEIRO, F. G.; PEREIRA, R. C. A.; CAMPOS, G. A. **Produção de mudas de maracujazeiro silvestre (*Passiflora setacea*).** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2015. 6p. (Comunicado Técnico, 176).

DE KEUKELEIRE, D.; DE COOMAN, L.; RONG, H.; HEYERICK, A.; KALITA, J.; MILLIGAN, S. R. Functional properties of hop polyphenols. In: GROSS, G. G. **Plant Polyphenols: Chemistry, Biology, Pharmacology, Ecology**. 2. ed. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1999. Cap. 7. p. 739-760.

DE KEUKELEIRE, J.; JANSSENS, I.; HEYERICK, A.; GHEKIERE G.; CAMBIE, J.; RUIZ, I. R.; BOCKSTAELE, E. V.; KEUKELEIRE, D. D. Relevance of organic farming and effect of climatological conditions on the formation of α -Acid, β -Acids, desmethylxanthohumol, and xanthohumol in hop (*Humulus lupulus* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, PA, v. 55, n. 1, p. 61-66, 2007.

DEMIDCHIK, V.; STRALTSOVA, D.; MEDVEDEV, S. S.; POZHVANOV, G. A.; SOKOLIK, A.; YURIN, V. Stress-induced electrolyte leakage: the role of K-permeable channels and involvement in programmed cell death and metabolic adjustment. **Journal of Experimental Botany**, Oxford v. 65, n. 1, p. 1259-1270, 2014.

DINIS, L. T.; MALHEIRO, A.; LUZIO, A.; FRAGA, H.; FERREIRA, H.; GONÇALVES, I.; PINTO, G.; CORREIA, C.; MOUTINHO-PEREIRA, J. Improvement of grapevine physiology and yield under summer stress by kaolin-foliar application: Water relations, photosynthesis and oxidative damage. **Photosynthetica**, Prague, v. 56, p. 641–651, 2018.

DODDS, K. **Hops: a guide for new growers**. New South Wales: Department of Primary industries, 2017.

DONNER, P.; POKORNÝ, J.; JEŽEK, J.; KROFTA, K.; PATZAK, J.; PULKRÁBEK, J. Influence of weather conditions, irrigation and plant age on yield and alpha-acids content of Czech hop (*Humulus lupulus* L.) cultivars. **Plant, Soil and Environment**, Slezská, v. 66, n. 1, p. 41–46, 2020.

DU, W. LI, S.; DU, T.; HUANG, W.; ZHANG, Y.; KANG, H.; YAO, Y.; GAO, Z.; DU, Y. R. 'Miguang' grape response to pergola and single-curtain training systems. **Horticulturae**, Amsterdam, v. 9, n. 1, p. 1-13, 2023.

DURELLO, R. S. **Química do sabor de cervejas: detalhes moleculares de lúpulos (*Humulus lupulus*) cultivadas no Brasil no processo cervejeiro**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Instituto de Química de São Carlos, São Carlos, 2019.

DURELLO, R. S.; SILVA, L.; BOGUSZ Jr., S. Química do lúpulo. **Química Nova**, São Paulo, SP, v. 42, n. 8, p. 900-919, 2019.

EL-NASHAR, W; ELYAMANY, A. Adapting irrigation strategies to mitigate climate change impacts: a value engineering approach. **Water Resources Management**, Netherlands, v. 37, p. 2369–2386, 2023.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 3.ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

ERIKSEN, R. L.; RUTTO, L. K.; DOMBROWSKI, J. E.; HENNING, J. A. Photosynthetic activity of six hop (*Humulus lupulus* L.) cultivars under different temperature treatments. **HortScience horts**, Alexandria, v. 55, n. 4, p. 403-409, 2020.

ESCOLA SUPERIOR DE CERVEJA E MALTE. **Lúpulo no Brasil: em que pé está o cultivo da planta no país**. 2023, Disponível em: <<https://cervejaemalte.com.br/blog/lupulo-no-brasil/>>. Acesso em: 03 set. 2023.

EVANS, R. **Hop management in water-short periods**. Washington State University Cooperative Extension, U.S. Department of Agriculture, 2003.

FAGHERAZZI, M. M.; SANTOS, M. S.; SANTOS, K. V. T.; RUFATO, L.; MOREIRA, M.; FAGHERAZZI, A. F. Sistemas de condução para o cultivo do lúpulo. **Revista Agronomia Brasileira**, Jaboticabal, v. 2, p. 1-3, 2018.

FAGHERAZZI, M. M. **Adaptabilidade de cultivares de lúpulo na região do planalto sul catarinense**. 2020. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2020.

FANDIÑO, M.; OLMEDO, J. L.; MARTÍNEZ, E. M.; VALLADARES, J.; PAREDES, P.; REY, B. J.; MOTA, M.; CANCELA, J. J.; PEREIRA, L. S. Assessing and modelling water use and the partition of evapotranspiration of irrigated hop (*Humulus Lupulus*), and relations of transpiration with hops yield and alpha-acids. **Industrial Crops and Products**, Netherlands, v. 77, p. 204–217, 2015.

FARAG, M. A.; PORZEL, A.; SCHMIDT, J.; WESSJOHANN, L. A. Metabolite profiling and fingerprinting of commercial cultivars of *Humulus lupulus* L. (hop): a comparison of MS and NMR methods in metabolomics. **Metabolomics**, Netherlands, v. 8, p. 492-507, 2012.

FARAG, M. A.; WESSJOHANN, L. A. Cytotoxic effect commercial *Humulus lupulus* L. (hop) preparations – In comparison to its metabolomic fingerprint. **Journal of Advanced Research**, Netherlands v. 4, n. 4, p. 417-421, 2013.

FÉCHIR, M.; WEAVER, G.; ROY, C.; SHELLHAMMER, T. H. Exploring the regional identity of Cascade and Mosaic® hops grown at different locations in Oregon and Washington. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, United Kingdom, v. 81, n. 3, p. 480-492, 2023.

FERREIRA, M. B. C.; SILVA, M. L. P.; OZASSA, T. O.; TEIXEIRA, A. J. Manejo e condução da cultura do lúpulo. In: AQUINO *et al.* **Produção de lúpulo na região Serrana Fluminense**: manual de boas práticas. Nova Friburgo: ACIANF, 2022. v. 1, cap. 4, p. 57-62.

FLYTHE, M. D.; AIKEN, G. E.; GELLIN, G. L.; KLOTZ, J. L.; GOFF, B. M.; ANDRIES, K. M. Hops (*Humulus lupulus*) β -Acid as an Inhibitor of Caprine Rumen Hyper Ammonia-Producing Bacteria In Vitro. **Agriculture, Food and Analytical Bacteriology Journal**, v. 5, n. 1, p. 29-36, 2015.

FLYTHER, M. D.; KAGAN, I. A.; WANG, Y.; NARVAEZ, N. Hops (*Humulus lupulus* L.) bitter acids: modulation of rumen fermentation and potential as an alternative growth promoter. **Frontiers in Veterinary Science**, Switzerland, v. 4, n. 131, p. 1-14, 2017.

FORTUNA, G. C.; NEVES, C. S.; CAMPOS, O. P.; GOMES, J. A. O.; SILVA, J. C. R. L.; SOUZA, A. A.; FUNARI, C. S. D.; MARQUES, M. O. M.; BONFIM, F. P. G. Hop Tropicalization: Chemical Compositions of Varieties Grown under Organic and Conventional Systems in Subtropical Conditions. **Horticulturae**, Amsterdam v. 9, n. 855, p. 1-12, 2023.

FRANCO, J. R.; DAL PAI, E.; CALÇA, M. V. C.; RANIERO, M. R.; DAL PAI, A.; SARNIGHAUSE, V. C. R.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R. M. Atualização da normal climatológica e classificação climática de Köppen para o município de Botucatu-SP. **Irriga**, Botucatu, v. 28, n. 1, p. 77-92, 2023.

FRIZZONE, J. A. **Microirrigação**: gotejamento e microaspersão. Piracicaba: Esalq/USP, 2012.

GARGANI, E.; FERRETTI, L.; FAGGIOLI, F.; HAEGI, A.; LUIGI, M.; LANDI, S.; SIMONI, S.; BENVENUTTI, C.; GUIDI, S.; SIMONCINI, S.; D'ERRICO, G.; AMORIELLO, T.; CICCORITTI, R.; ROVERSI, P. F.; CARBONE, K. A survey on pests and diseases of Italian Hop crops. Review n. 32. **Italus Hortus**, Italy, v. 24, n. 2, p. 1-17, 2017.

GENT, D. H.; CLAASSEN, B. J.; MASSIE, S. T.; PHILLIPS, C. L.; SHELLHAMMER, T. H.; TRIPPE, K. M.; TWOMEY, M. C. Delayed early season irrigation: impacts on hop yield and quality. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, United Kingdom, v. 80, n. 1, p. 62-65, 2022.

GETTY, B.; TOWNSEND, S.; DETWEILER, J. **Growing hops in the home garden**. Oregon State University: Extension Service, 2015.

GETTY, B. A. **Induced mutation for improving cascade and centennial hop**. 2019. Dissertation (Master of Science in Crop Science) – Oregon State University, Oregon, 2019.

GINGRICH, C.; HART, J.; CHRISTENSEN, N. **Fertilizer Guide Hops**. Oregon State University: Extension Service, 2000.

GOMES, H. P. **Sistemas de irrigação**: eficiência energética. João Pessoa: Editora UFPB, 2013.

GONÇALVES, I. Z.; NEALE, C. M. U.; SUYKER, A.; MARIN, F. R. Evapotranspiration adjustment for irrigated maize–soybean rotation systems in Nebraska, USA. **International Journal of Biometeorology**, United Kingdom, p. 1-11, 2023. DOI:

GONZÁLEZ-SALITRE, L.; GONZÁLEZ-OLIVARES, L. G.; BASÍLIO-CORTES, U. A. *Humulus lupulus* L. a potential precursor to human health: High hops craft beer. **Food Chemistry**, Easton, PA, v. 405, p. 1-11, 2023.

GREGAN, S. M.; WARGENT, J. J.; LIU, L.; SHINKLE, J.; HOFMANN, R.; WINEFIELD, C.; TROUGHT, M.; JORDAN, B. Effects of solar ultraviolet radiation and canopy manipulation on the biochemical composition of Sauvignon Blanc

grapes. **Australian Society of Viticulture and Oenology**, Australia, v. 18, n 2, 2012.

GU, Z.; QI, Z.; MA, L.; GUI, D.; XU, J.; FANG, Q.; YUAN, S.; FENG, G. Development of an irrigation scheduling software based on model predicted crop water stress. **Computers and Electronics in Agriculture**, New York, US, v. 143, p. 208–22, 2017.

GUIMARÃES, J. J. **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**. 2020. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2020.

GUIMARÃES, J. J.; SOUSA, F. G. G.; ROMÁN, R. M. S.; DAL PAI, A.; RODRIGUES, S. A.; SARNIGHAUSEN, V. C. R. Effect of irrigation water pH on the agronomic development of hops in protected cultivation. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, NL, v. 253, p. 106924, 2021.

GUO, Y.; LIU, W.; WANG, H.; WANG, X.; QIANG, S.; KALAJI, H. M.; STRASSER, R. J.; CHEN, S. Action mode of the mycotoxin patulin as a novel natural photosystem II inhibitor. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, PA, v. 69, n. 26, p. 7313-7323, 2021.

GURURANI, M. A.; VENKATESH, J.; TRAN, L. S. P. Regulation of Photosynthesis during Abiotic Stress-Induced Photoinhibition. **Molecular Plant**, Oxford, v. 8, n. 9, p. 1304-1320, 2015.

HAN, L. J.; FÄ, D. Y.; WANG, X. P.; XU, C. Y.; XIA, X. L.; CHOW, W. L. The protective role of non-photochemical quenching in PSII photo-susceptibility: a case study in the field. **Plant and Cell Physiology**, Oxford, v. 64, n. 1, p. 43-54, 2022.

HÄPI RESEARCH. **Fertility Guide for Hops**. Hop Research Centre, 2019.

HAULISAH, N. A.; HASSA, L.; BEJO, S. K.; JAJERE, S. M.; AHMAD, N. I. High levels of antibiotic resistance in isolates from diseased livestock. **Front Vet Sci.**, Switzerland, v. 8, p. 1-12, 2021.

HEJNÁK, V.; HNILIČKOVÁ, H.; HNILIČKA, F. Physiological response of juvenile hop plants to water deficit. **Plant, Soil and Environment**, Slezská, v. 61, n.7, p. 332-338, 2015.

HERNANDES, J. L.; JÚNIOR, M. J. P.; MOURA, M. F. Vantagens e limites dos principais sistemas de condução de videiras utilizados no Brasil. **Visão agrícola**, n. 14, p. 22-27, 2021.

HERNANDEZ-PATLAN, D.; TELLEZ-ISAIAS, G.; HERNADEZ-VELASCO, X.; SOLIS-CRUZ, B. Editorial: Technological strategies to improve animal health and production. **Frontiers Veterinary Science**, Switzerland, v. 10, p. 1-6, 2023.

HIERONYMUS, S. **Lúpulo: guia prático para o aroma, amargor e cultivo de lúpulos**. Traduzido por SANTA RITA, M; BASTOS, M. C. 2. ed. Belo Horizonte: Editora Krater, 2020.

- HISCOX, J. D.; ISRAELSTAM, G. F. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. **Canadian Journal of Botany**, Canadá, v. 57, n. 12, p. 1332- 1334, 1979.
- HOERNER, G. R.; REBAK, F. **Production of Hops**. 1842. ed. Washington: U.S. Department of Agriculture, 1940.
- HOUGH, J. S.; BRIGGS, D. E.; STEVENS, R.; YOUNG, T. W. **Malting and Brewing Science**. 2. ed. Springer – Science + Business Media, B.V., 1982.
- IBACACHE, A.; ALBORNOZ, F.; ZURITA-SILVA, A. Yield responses in flame seedless, Thompson seedless and red globe table grape cultivars are differentially modified by rootstocks under semi arid conditions. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 204, p. 25–32, 2016.
- IHUOMA, S. O.; MADRAMOOTOO, C. A. Recent advance in crop water stress detection. **Computer and Electronics in Agriculture**, China, v. 141, p. 267-275, 2017.
- INCROCCI, L.; THOMPSON, R. B.; FERNANDEZ, M. D. F.; PESCALE, S.; PARDOSSI, A.; STANGHELLINI, C.; ROUPHAEL, Y.; GALLARDO, M. Irrigation management of European greenhouse vegetable crops. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, NL, v. 242, p. 1-15, 2020.
- INIGUEZ, A. B.; ZHU, M. Hop bioactive compounds in prevention of nutrition-related noncommunicable diseases. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, p. 1-14, 2020.
- INUI T., OKUMURA K., MATSUI H., HOSOYA T., KUMAZAWA S. Effect of harvest time in some in vitro functional properties of hop polyphenols. **Food Chemistry**, Easton, PA, v. 225, p. 69-76, 2017.
- ISLAM, A. F. M. T.; ISLAM, A. K. M. S.; ISLAM, G. M. T.; BALA, S. K.; SALEHIN, M.; CHOUDHURY, A. K.; DEY, N. C.; MAHBAAB, M. G. Simulation of water productivity of wheat in northwestern Bangladesh using multi-satellite data. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, NL, v. 281, p. 1-16, 2023.
- JACKSON, D.; SIEGLE, L.; SCOGGNS, H. **Irrigation considerations for commercial hop producers**. Virginia Tech: Virginia Cooperative Extension, 2019.
- JEŽEK, J.; KŘIVÁNEK, J.; POKORNÝ, J. Trials with growing hops in low trellis in the Czech Republic in 2009-2011. **Horticulturae**, Amsterdam v. 10, n. 10, p. 199-203, 2013.
- JIMENES, I.M.; MAYER, N.A.; DIAS, C.T.D.S.; FILHO, J.A.S.; DA SILVA, S.R. Influence of clonal rootstocks on leaf nutrient content, vigor and productivity of young ‘Sunraycer’ nectarine trees. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam v. 235, p. 279–285, 2018.
- JUANEZ, J. C. Hops (*Humulus lupulus* L.) and beer: benefits on the sleep. **Journal of Sleep Disorders and Therapy**, Belgium, v. 1, n. 1, p. 1-2, 2012.

JÚNIOR, M. J. P.; HERNANDES, J. L.; MOURA, M. F. Performance of juice and wine grape cultivars in different training systems. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 40, p. 1–8, 2018.

KARABIN, M.; HUDCOVA, T.; JELINEK, L.; DOSTALEK, P. Biologically active compounds from hops and prospects for their use. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, United States** v. 15, n. 3, p. 542–567, 2016.

KARIUKI, J. W.; JACOBS, J.; NGOGANG, M. P.; HOWLAND, O. Antibiotic use by poultry farmers in Kiambu County, Kenya: exploring practices and drivers of potential overuse. **Antimicrobial Resistance and Infection Control**, United Kingdom, v. 12, n. 3, p. 1-11, 2023.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design parameters**. Transactions of the ASAE, v. 17, n. 4, p. 678-0684, 1974.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora Guanabara Koogan, 2012.

KESKIN, S.; SIRIN, Y.; ÇAKIR, H. E.; KESKIN, M. An investigation of *Humulus lupulus* L.: Phenolic composition, antioxidant capacity and inhibition properties of clinically important enzymes. **South African Journal of Botany**, Pretoria, v. 120, n. 3, p. 170-174, 2019.

KIŠGEČI J. Vodni režim biljaka hmelja u različitim uslovima navodnjavanja i mineralne ishrane. Doktorska disertacija, **Novi Sad**; 1974.

KISHIMOTO, T.; TERAMOTO, S.; FUJITA, A.; YAMADA, O. Evaluation of components contributing to the international bitterness unit of wort and beer. **Journal of The American Society of Brewing Chemists**, United Kingdom, v. 80, n. 1, p. 55-61, 2021.

KLIMCZAK, K.; CIOCH-SKONECZNY, M.; DUDA-CHODAK, A. Effects of dry-hopping on beer chemistry and sensory properties - a review. **Molecules**, Berlin, v. 28, n. 18, p. 1-32, 2023.

KLOTZ, J. L.; MacADAM, J. W.; FLYTHE, M. D. Editorial: Natural products in animal feed and production systems. **Frontiers in Animal Science**, Switzerland, v. 4, p. 1-2, 2023.

KOBUS-CISOWSKA, J.; SZYMANOWSKA-POWAŁOWSKA, D.; SZCZEPANIAK, O.; KMIECIK, D.; PRZEOR, M.; GRAMZA-MICHAŁOWSKA, A.; CIELECKA-PIONTEK, J.; SMUGA-KOGUT, M.; SZULC, P. Composition and vitro effects of cultivars of *Humulus lupulus* L. hops on cholinesterase activity and microbial growth. **Nutrients**, Switzerland, v.11, n. 6, p. 1-14, 2019.

KOLENC, Z.; VODNIK, D.; MANDELIC, S.; JAVORNIK, B.; KASTELEC, D.; ČERENAK, A. Hop (*Humulus lupulus* L.) response mechanisms in drought stress: proteomic analysis with physiology. **Plant Physiology and Biochemistry**, New Delhi, v. 105, p. 67-78, 2016.

KORPELAINEN, H.; PIETILÄINEN, M. Hop (*Humulus lupulus* L.): traditional and present use, and future potential. **Economic Botany**, Bronx, NY, v. 75, n. 3, p. 302–322, 2021.

LAFONTAINE, S.; VARNUM, S.; ROLAND, A.; DELPECH, S.; DAGAN, L.; VOLLMER, D.; KISHIMOTO, T.; SHELLHAMMER, T. Impact of harvest maturity on the aroma characteristics and chemistry of Cascade hops used for dry-hopping. **Food Chemistry**, Easton, PA, n. 278, p. 228-239, 2019.

LAFUENTE, M. T.; BELVER, A.; GUYE, M. G.; SALVEIT, M. E. Effect of the temperature conditioning on chilling injury of cucumber cotyledons. **Plant Physiology**, Stuttgart, v. 95, n. 2, p. 443-449, 1991.

LAHNEL, N. M.; FAGHERAZZI, M. M. **Manual de boas práticas para o cultivo de lúpulo**. Associação Brasileira de Produtores de Lúpulo – APROLÚPULO, 2019.

LIAO, Z.; ZHENG, J.; FAN, J.; PEI, S.; DAI, Y.; ZHANG, F.; LI, Z. Novel models for simulating maize growth based on thermal time and photothermal units: applications under various mulching practices. **Journal of Integrative Agriculture**, United Kingdom, v. 22, n. 5, p. 1381-1395, 2023.

LILLIAN, C.; BECKER, M. S. **Safety assessment of Humulus lupulus (Hops) - Derived ingredients as used in cosmetics**. Cosmetic Ingredient Review, 2016.

LIMA-MELO, Y.; KILIÇ, M.; ARO, E. M.; GOLLAN, P. J. Photosystem I inhibition, protection and signalling: knowns and unknowns. **Frontiers in Plant Science**, Switzerland, v. 12, p. 791124, 2021.

LIN, M.; XIANG, D.; CHEN, X.; HUO, H. Role of characteristic components of *Humulus lupulus* in promoting human health. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, PA, v. 67, n. 30, p. 8291-8302, 2019.

LING, L. Z.; ZHANG, S. D. The complete chloroplast genome of *Humulus yunnanensis* and phylogenetic analysis of the genus *Humulus*. **Mitochondrial DNA Part B**, United Kingdom, v. 4, n. 2, p. 2681-2682, 2019.

LOU, H.; ZHANG, F.; LU, L.; DING, Y.; HAO, X. Xanthohumol from *Humulus lupulus* L. potentiates the killing of *Mycobacterium tuberculosis* and mitigates liver toxicity by the combination of isoniazid in mouse tuberculosis models. **The Royal Society of Chemistry**, United Kingdom, v. 10, p. 13223-13231, 2020.

MACKINNON D., PAVLOVIČ V., ČEH B., NAGLIČ B., PAVLOVIČ M. The impact of weather conditions on alpha-acid content in hop (*Humulus lupulus* L.) cv. Aurora. **Plant, Soil and Environment**, Slezská, v. 66: p. 519–525, 2020.

MAFAKHERI, M.; KORDROSTAMI, M.; RAHIMI, M.; MATTHEWS, P. D. Evaluating genetic diversity and structure of a wild hop (*Humulus lupulus* L.) germplasm using morphological and molecular characteristics. **Euphytica**, Wageningen, v. 216, n. 58, p. 1-19, 2020.

MAIA, C. E.; LEVIEN, S. L. A.; MEDEIROS, J. F.; NETO, J. D. Dimensões de bulbo molhado na irrigação por gotejamento superficial. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 41, n. 1, p. 149-158, 2010.

MANTOVANI, E. C. AVALIA: **Programa de avaliação da irrigação por aspersão e localizada**. Viçosa, MG: UFV, 2001.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação princípios e métodos**. 3. ed. Viçosa, MG, Brazil: Editora UFV, 2013.

MARCEDDU, R.; CARRUBBA, A.; SARNO, M. Resilience of hop (*Humulus lupulus* L.) to salinity, heat and drought stresses: a mini-review. **Frontiers in Plant Science**, Switzerland, v. 13, p. 1-7, 2022.

MARENCO, R. A.; LOPEZ, N. F. **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2013.

MAURER, K. A.; DeFRANCESCO, A. B.; LAMONDIA, J. A. Evaluation of hops cultivation feasibility in Connecticut. **Horticulturae**, Amsterdam, p. 249-254, 2017.

MARCOS, J. A. M.; NADAL, J. L. O.; ANDIÓN, J. P.; ALONSO, J. V.; RAMISQUIDO, J. M. G. P.; PAZ, J. F. **Guia del cultivo del lúpulo**. Galícia, ESP: Centro Investigaciones Agrarias de Mabegondo, 2011.

MARTÍNEZ, E. P.; GOLDING, S. E.; ROSMALEN, J. von.; VINUEZA-BURGOS, C.; VERBON, A.; SCHAİK, G. van. Antibiotic prescription patterns and non-clinical factors influencing antibiotic use by Ecuadorian veterinarians working on cattle and poultry farms: A cross-sectional study. **Preventive Veterinary Medicine**, Amsterdam, v. 213, p. 1-12, 2023.

MARQUES, S. P. D.; TREVISAN, M. T. S.; OWEN, R. W.; SILVA, A. M. A.; NASCIMENTO, F. M. G.; LIMA, F. S. S.; LIMA, T. C.; BRITO, E. S.; MARGALHÃES, H. C. R.; SILVA, F. L. F. Avaliação quantitativa de ácidos amargos, xanthohumol e óleos essenciais presentes em flores de diferentes cultivares de *Humulus lupulus* L. produzidas na região nordeste do Brasil. **Química Nova**, São Paulo, v. XY, n. 00, p. 1-12, 2023.

McCALLUM, J. L.; NABUURS, M. H.; GALLANT, S. T.; KIRBY, C. W.; MILLS, A. A. S. Phytochemical characterization of wild hops (*Humulus lupulus* ssp. *Lupuloides*) germplasm resources from the maritimes region of Canada. **Frontiers in Plant Science**, Switzerland, v. 10, n. 1438, p. 1-15, 2019.

MERRIAN, J.L.; KELLER, J. **Irrigation System Evaluation A Guide for Management**. Logan: Utah State University, 1978. 271 p.

MIDDLETON, J. E. **Irrigation needs of hops**. Washington, D.C: Washington Agricultural Experiment Stations, Institute of Agricultural Sciences, Washington State University, 1963. 7 p. (Circular 417).

MIKHABELA, S. S.; SHIMELIS, H.; GERRANO, A. S.; MASHILO, J. Drought Tolerance Assessment of Okra (*Abelmoschus esculentus* [L.] Moench) Accessions Based on Leaf Gas Exchange and Chlorophyll Fluorescence. **Life**, Chicago, v. 13, n. 3, p. 1-15, 2023.

MITCHELL, R. L. **Crop Growth and Culture**. Ames, The Iowa State University Press, 1979.

MOIR, M. Hops – A millennium review. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, United Kingdom, v. 58, n. 4, p. 131-146, 2000.

NAGLIČ, B.; CVEJIĆ, R.; PINTAR, M. **Pregled objav s področja namakanja hmelja (*Humulus lupulus* L.) na porečju Savinje**. Žalec, Slovenija: Slovenian Institute of Hop Research and Brewing, 2016. 15 p. (Hmeljarski bilten 23).

NAGLIČ, B.; CVEJIĆ, R.; PINTAR, M. **Vodenje namakanja hmelja (*Humulus lupulus* L.): Pregled**. Žalec, Slovenija: Slovenian Institute of Hop Research and Brewing, 2017. 26 p. (Hmeljarski bilten 24).

NAKAWUKA, P.; PETERS, T. R.; KENNY, S.; WALSH, D. 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**, Netherlands, v. 98, p. 82-92, 2017.

NASCIMENTO, D. D.; GONSAGA, R. F.; SOUZA POLLO, A.; SANTOS, L. S. M.; FERREIRA, R. J.; RODRIGUES, M.; BRAZ, L. T.; SOARES, L. M. First report of Root-Knot Nematode, *Meloidogyne javanica*, infecting *Humulus lupulus* in São Paulo, Brazil. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 104, n. 10, p. 1-4, 2020.

NAVA, K. G. **Aspectos agronômicos em resposta à adubação orgânica e caracterização química de cones de lúpulo (*Humulus lupulus* L.) produzido no sul do Brasil**. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2023.

NEVE, R. A. **Hops**. Bury St Edmunds: Springer – Science + Business Media, 1991.

NICKERSON, G. B.; LIKENS, S. T. Hops Storage Index. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, United Kingdom, v. 37, n. 4, p. 184-187, 1979.

OCVIRK, M.; OGRINC-EIZTOK, N.; KOŠIR, J. Determination of the geographical and botanical origin of hops (*Humulus lupulus* L.) using stable isotopes of C, N and S. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, PA, v. 66, n. 8, p. 2021-2026, 2018.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres 1981.

PARKASH, V.; SINGH, S. A review on potential plant-based water stress indicators for vegetable crops. **Sustainability**, London, v. 12, n. 10, p. 1-28, 2020.

PARRI, S.; ROMI, M.; HOSHIKA, Y.; GIOVANNELLI, A.; DIAS, M. C.; PIRITORE, F. C.; CAI, G.; CANTINI, C. Morpho-physiological responses of the Italian olive tree (*Olea europaea* L.) cultivars to drought stress. **Horticulturae**, Amsterdam, v. 9, n. 7, p. 1-19, 2023.

PATZAK, J.; KROFTA, K.; HENYCHOVÁ, A.; NESVADBA, V. Number and size of lupulin glands, glandular trichomes of hop (*Humulus lupulus* L.), play a key role in contents of bitter acids and polyphenols in hop cone. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 50, n. 8, p. 1864-1872, 2015.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; HERNANDES, J. L.; MOURA, M. F. Performance of juice and wine grape cultivars in different training systems. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 40, p. 1–8, 2018.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia agrícola**. Esalq, SP, fevereiro, 2007. Disponível em: http://www.leb.esalq.usp.br/leb/aulas/lce306/MeteorAgricola_Apostila2007.pdf. Acesso em: 25 de nov.2019.

PEREIRA, O. R.; SANTOS, G.; SOUSA, M. J. Hop by-products: pharmacological activities and potential application as cosmetics. **Cosmetics**, London, v. 9, n. 139, p. 1-16, 2022.

PINTO, M. B. C. **Isomerização de ácidos amargos de lúpulo Cascade cultivado no Brasil e seu desempenho durante a fermentação da cerveja**. 2018. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

PIZARRO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia: goteo, microaspersión e exudación**. 3. ed. rev. ampl. Madrid: Mundi-Prensa, 1996.

PONI, S.; GATTI, M.; PALLIOTTI, A.; DAI, Z.; DUCHÊNE, E.; TRUONG, T. T.; FERRARA, G.; TOMBESI, S. (2018). Grapevine quality: A multiple choice issue. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 234, n. 14, p. 445–462, 2018.

POTOPOVÁ, V.; TRNKA, M.; VIZINA, A.; SEMERÁDOVÁ, D.; BALEK, J.; CHAWDHERRY, M. R. A.; MUSIOLKOVÁ, M.; PAVLÍK, P.; Možný, M.; Štěpánek, P.; CLOTHIER, B. Projection of 21st century irrigation water requirements for sensitive agricultural crop commodities across the Czech Republic. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, NL, v. 262, p. 107337, 2022.

QI, M.; ZHAO, Z.; NIXON, P. J. The photosynthetic electron transport chain of oxygenic photosynthesis. **Bioelectricity**, United States v. 5, n. 1, p. 31-38, 2023.

QIU, S.; XIA, K.; YANG, Y.; WU, Q.; ZHAO, Z. Mechanisms underlying the C3-CAM photosynthetic shift in facultative CAM plants. **Horticulturae**, Amsterdam, v. 9, n. 3, p. 1-16, 2023.

QUAGGIO, J. A.; RAIJ, B. van. Manejo da acidez do solo. In: CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; MATOS Jr. D.; BOARETTO, R. M.; RAIJ, van. B. **Boletim 100: Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2022. cap. 2, p. 61-83.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo de Campinas, 2001.

RAMAKRISHNA, A.; RAVISHANKAR, G. A. Influence of abiotic stress signals on secondary metabolites in plants. **Plant Signal Behav.**, United States v. 6, n. 11, p. 1720-31, 2011.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for statistical computing, Viena, Austria, 2022. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 10 set de 2023.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. 2. ed. Barueri: Editora Manole, 2012.

RENATO, N. S.; SILVA, J. B. L.; SEDIYAMA, G. C.; PEREIRA, E. G. Influência dos métodos para cálculo de graus-dia em condições de aumento de temperatura para as culturas do milho e feijão. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, SP, v. 28, n. 4, p. 382-388, 2013.

REVILLA, M. A.; MARTÍNEZ, D. Cryopreservation of *Humulus lupulus* L. (Hop). In: TOWILL, L. E.; BAJAJ, Y. P. S. **Biotechnology in Agriculture and Forestry: cryopreservation of plant germplasm**. 2. ed. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2002. Cap. 8. p. 138-150.

REYNOLDS, A.; HEUVEL, J. Influence of grapevine training systems on vine growth and fruit composition: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 60, n. 3, p. 251-268, 2009.

RIGHI, E.; CENCI, A.; OLIVEIRA, C. A. O.; PUTTI, G. L. Lúpulo cultivado no estado do Rio Grande do Sul: uma análise com produtores da Serra, Campos de cima da Serra e Hortênsias. In: RIGHI, E.; BITENCOURT, B. M. **Lúpulo Gaúcho e Cervejas Artesanais**. Caxias do Sul: UERGS, 2022, cap. 1, p. 9-28a.

RIGHI, E.; BITENCOURT, B. M. **Lúpulo gaúcho e cervejas artesanais**. Caxias do Sul: UERGS, 2022b.

ROCHA, D. F.; OLIVEIRA, G. M.; ALMEIDA, L. R. C.; PEREIRA, A. V. A.; SANTOS, G. V. S.; SILVA, C. P. **Research Society and Development**, Brazil v. 9, n. 10, p. 1-17, 2020.

RODOLFI, M. **Italian wild hop (*Humulus lupulus* L.) from biodiversity evaluation to varietal selection**. 2016. Tesi (Dottorato in Scienze e Tecnologie Alimentari) - Università Degli Studi Di Parma, Parma, 2016.

RODRIGUES, S. B. S. Manejo profissional da irrigação: aspectos gerais e análise das culturas de feijão, milho, soja e algodão. In: PAOLINELLI, A.; NETO, D. D.; MANTOVANI, E. C. **Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil: história, política pública, economia e recurso hídrico**. 1. ed. Piracicaba: ESALQ-USP, 2021. cap. 31, p. 529-545.

RODRIGUEZ-DOMINGUEZ, C. M.; FORNER, A.; MARTORELL, S.; CHOAT, B.; LOPES, R.; PETERS, J. M. R.; PFAUTSCH, S.; MAYR, S.; McADAM, S. A. M.; RICHARDSON, F.; DÍAZ-ESPEJO, A.; HERNADEZ-SANTANA, V.; MENEZES-SILVA, P. E.; TORRES-RUIZ, J. M.; BATZ, T. A.; SACO, L. Leaf water potencial measurements using the pressure chamber: synthetic testing of assumptions towards best practices for precision and accuracy. **Plant, Cell and Environment**, v. 45, n. 7, p. 2037-2061, 2022.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para regiões tropicais**. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 30p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8).

ROSSINI, F.; LORETI, P.; PROVENZANO, M. E.; SANTIS, D. D.; RUGGERI, R. Agronomic performance and beer quality assessment of twenty hop cultivars grown in Central Italy. **Italian Journal of Agronomy**, Italy, v. 11, n. 746, p. 180-187, 2016.

- ROSSINI, F.; VIRGA, G.; LORETI, P.; IACUZZI, N.; RUGGERI, R.; PROVENZANO, M. E. Hops (*Humulus lupulus* L.) as a novel multipurpose crop for the mediterranean region of europa: challenges and opportunities of their cultivation. **Agriculture**, Canada, v. 11, n. 11, p. 1-21, 2021.
- RUTNIK, K.; OCVIRK, M.; KOŠIR, I. J. The stability of hop (*Humulus lupulus* L.) resins during long-period storage. **Plants**, Sydney, v. 12, n. 4, p. 1-16, 2023.
- RYBÁČEK, V. **Hop Production**. Prague: Elsevier Science, 1991.
- SACCON, P. Water for agriculture, irrigation management. **Applied Soil Ecology**, Netherlands, v. 123, p. 793-796, 2018.
- SALFER, I. J.; FESSENDEN, S. W.; STERN, M. D. Evaluation of iso- α -acid and β -acid extracts from hops (*Humulus lupulus* L.) on fermentation by rumen microbes in dual-flow continuous culture fermenters. **Animal Feed Science and Techonogy**, Netherlands, v. 260, p. 1-9, 2020.
- SANTOS, B.; SOUSA, M. J. Review hops - bioactive compounds and their applications. **World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**, Bulgaria, v. 12, n. 1, p. 1854-1886, 2022.,
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; RIGONI, M. R.; VERALDO, F. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 1-5, 2002.
- SEIGNER, E.; LUTZ, A.; OBERHOLLERZER, K.; SEIDENBERGER, R.; SEEFELDER, S. Breeding of hop varieties for the future. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, n. 848, p. 49-58, 2008.
- SELEIMAN, M. F.; AL-SUHAIBANI, N.; ALI, N.; AKMAL, M.; ALOTAIBI, M.; REFAY, Y.; DINDAROGLU, T.; ABDUL-WAJID, H. H.; BATTAGLIA, M. L. Drought stress impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. **Plants**, Basel, v. 10, n. 2, p. 1-25, 2021.
- SHARMA, A.; KUMAR, V.; SHAHZAD, B.; RAMAKRISHNAN, M.; SIDHU, G. P. S.; BALI, A. S.; KAPPOR, N. H. D.; YADAV, P.; KHANNA, K.; BAKSHI, P.; REHMAN, A.; KOHLI, S. K.; KHAN, E. A.; PARIHAR, R. D.; YUAN, H.; THUKRAL, A. K.; BHARDWAJ, R.; ZHENG, B. Photosynthetic response of plants under different abiotic stresses: a review. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 39, p. 509–531, 2020.
- SHEVELA, D.; KERN, J. F.; GOVINDJEE, G.; WHITMARSH, J.; MESSINGER, J. **Photosystem II. Encyclopedia of Life Sciences**, Switzerland, v. 2, n. 7, p. 1-20, 2021.
- SILVA, J.R.; RODRIGUES, W.P.; FERREIRA, L.S.; DE PAULA BERNADO, W.; PAIXÃO, J.S.; PATTERSON, A.E.; PONI, S. Deficit irrigation and transparent plastic covers can save water and improve grapevine cultivation in the tropics. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, NL, v. 202, n. 66–80, 2018.
- SILVA, E. F.; AMAURY, C. F.; MACEDO, J. R.; LUMBRERAS, J. F.; DART, R. O. Zoneamento agroecológico preliminar para a cultura do lúpulo no Estado do Rio de

Janeiro. In: AQUINO, A. M. *et al.* **Referencial Técnico de Atratividade Agropecuária – Lúpulo**. Nova Friburgo, RJ: Embrapa, p. 21-29. 2019a.

SILVA, C. T. D. **Caracterizações químicas dos primeiros cultivares de lúpulo (*Humulus lupulus* L.) produzidos no Brasil** 2019. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e de Saúde, Alegre, 2019b.

SILVA, E. L. P.; SOARES, J. C. F.; MACHADO, M. J.; REIS, I. M. A.; COVA, S. C. Avaliação do perfil de produção de fitoterápicos para o tratamento de ansiedade e depressão pelas indústrias farmacêuticas brasileiras. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 3119-3135, 2020.

SMALL, E. A numerical and nomenclatural analysis of morpho-geographic taxa of *Humulus*. **Systematic Botany**, Kent, v. 3, n. 1, p. 37-76, 1978.

SOLOMON, K. **Manufacturing variation of trickle emitters**. Transactions of the ASAE, p. 1034-1043, 1979.

SOUSA, R. F.; SOUSA, J. A. Metabólitos secundários associados a estresse hídrico e suas funções nos tecidos vegetais. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, João Pessoa, v. 11, n. 1, p. 1-8, 2017.

SOUSA, F. G. G. **Determinação da evapotranspiração da cultura e coeficiente de cultivo do lúpulo em diferentes texturas do solo**. 2021. Tese (Doutorado em Agronomia - Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2021.

SPETEA, C; RINTAMÄKI, E; SCHOEFS, B. Changing the light environment: chloroplast signalling and response mechanisms. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 369, p. 20130220, 2014.

SPÓSITO, M. B; ISMAEL, R. V.; BARBOSA, C. M. A.; TAGLIAFERRO, A. L. **A cultura do lúpulo**. Piracicaba, SP: Esalq - Divisão de Biblioteca, 2019. 81 p. (Série Produtor Rural, 68).

SREČEC, S.; KVATERNJAK, I.; KAUČIĆ, D.; ŠPOLJAR, A.; ERHATIĆ, R. Influence of climatic conditions on accumulation of α -acids in hop clones. **Agriculturae Conspectus Scientificus**, Zagreb, v. 73, n. 3, p. 161-166, 2008.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

SYSTAT SOFTWARE Inc. **SigmaPlot 14**. Systat Software Incorporated, 2019. Disponível em: <<https://systatsoftware.com/products/>>. Acesso em: 10 set. 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2017.

TAKAHASHI, S.; BADGER, M. R. Photoprotection in plants: a new light on photosystem II damage. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 16, n. 1, p. 33-60, 2011.

THAKKER, A. M.; SUN, D. Innovative plant-based mordants and colorants for application on cotton fabric. **Journal of Natural Fibers**, v. 19, n. 16, p. 14346-14364, 2022.

TING, P. L.; RYDER, D. S. The bitter, twisted truth of the hop: 50 years of hop chemistry. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**, United Kingdom, v. 75, n. 3, p. 161-180, 2017.

TRONINA, T.; POPŁOŃSK, J.; BARTMAŃSKA, A. Flavonoids as phytoestrogenic components of hops and beer. **Molecules**, Berlin, v. 25, n. 4201, p. 1-21, 2020.

TURNER, S. F.; BENEDICT, C. A.; DARBY, H.; HOAGLAND, L. A.; SIMONSON, P.; SERRINE, J. R.; MURPHY, K. M. Challenges and opportunities for organic hop production in the United States. **Agronomy Journal**, Madison, v. 103, n. 6, p. 1645-1654, 2011.

URREA-VICTORIA, V.; GERALDES, V.; PINTO, E.; CASTELLANOS, L. Photosynthetic pigments and photoprotective metabolites of Colombian pacific marine macroalgae in response to contrasting ultraviolet-index periods. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Amsterdam, v. 564, p. 151908, 2023.

VERZELE, M.; DE KEUKELEIRE, D. **Chemistry and analysis of hop and beer bitter acids**. New York: Elsevier Science, 1991. 417 p.

WAMPLE, R. L.; FARRAR, S. L. Yield and quality of furrow and trickle irrigated hop (*Humulus lupulus* L.) in Washington State. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, NL, v. 7, n. 4, p. 457-470, 1983.

WANYAMA, J.; BWAMBALE, E. Precision Water Management. In: Zhang, Q. (eds) **Encyclopedia of Smart Agriculture Technologies**. Springer, Cham, 2023, cap. 114, p. 1-8.

WANG, Y.; CHAVES, A. V.; RIGBY, F. L.; ELE, M. L.; MCALLISTER, T. A. Effects of hops on ruminal fermentation, growth, carcass traits and shedding of *Escherichia coli* of feedlot cattle. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 129, p. 135-140, 2010.

WEBER, N.; BIEHLER, K.; SCHWABE, K.; HAARHAUS, B.; QUIRIN, K.; FRANK, U.; SCHEMP, C. M.; WÖLFLE, U. Hop extract acts as an antioxidant with antimicrobial effects against *propionibacterium acnes* and *staphylococcus aureus*. **Molecules**, Berlin, v. 24, n. 2, p. 1-13, 2019.

WHATLEY, J.M.; WHATLEY, F.R. **A luz e a vida das plantas**. São Paulo, EPU-EDUSP, 1982.

WILCOX, J. C.; SWAILES, G. E. Uniformity of water distribution by some under tree orchard sprinklers. **Scientific Agriculture**, Ottawa, v. 27, n. 11, p. 565-583, 1947.

WONG, S. L.; CHEN, C. W.; HUANG, H. W.; WENG, J. H. Using combined measurements of gas exchange and chlorophyll fluorescence to investigate the photosynthetic light responses of plant species adapted to different light regimes. **Photosynthetica**, Prague, v. 50, n. 2, p. 206-214, 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Fact Sheet: antimicrobial resistance**. 2021. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antimicrobial-resistance>>. Acesso em: 09 set. 2023.

XU, N.; LAVAUD, J.; PERKINS, R.; AUSTEN, E.; BONNANFANT, M.; CAMPBELL, D. A. Phytoplankton σ_{PSII} and Excitation Dissipation; Implications for Estimates of Primary Productivity. **Frontiers in Marine Science**, Switzerland, v. 5, n. 281, p. 1-16, 2018.

YADAV, B.; JOGAWAT, A.; RAHMAN, M. S.; NARAYAN, O. P. Secondary metabolites in the drought stress tolerance of crop plants: a review. **Gene Reports**, Netherlands, v. 23, p. 101040, 2021.

YANG, X.; LU, M.; WANG, Y.; WANG, Y.; LIU, Z.; CHEN, S. Response mechanism of plants to drought stress. **Horticulturae**, Amsterdam, v. 7, n. 50, p. 1-36, 2021.

ZANOLI, P.; ZAVATTI, M. Pharmacognostic and pharmacological profile of *Humulus lupulus* L. **Journal of Ethnopharmacology**, Amsterdam, v. 116, n. 3, p. 383-396, 2008.

ZAWADZKI, A.; ALLOO, C.; NASCIMENTO, E. S. P.; ALMEIDA, L. C.; BOGUSZ JÚNIOR, S.; SKIBSTED, L. H.; CARDOSO, D. R. Effect of hop β -acids as dietary supplement for broiler chickens on meat composition and redox stability. **Food Research International**, Barking, v. 105, p. 210-220, 2018

ZEPP, G.; SMITH, S.; HARWOOD, J. **Hops: an economic assessment of the feasibility of providing multiple-peril crop insurance**. Economic Research Service, USDA, 1995.

ZUNZUNEGUI, M.; BARRADAS, M. C. D.; AIN-LHOUT, F.; ALVAREZ-CANSINO, L.; ESQUIVIAS, M. P.; NOVO, F. G. Seasonal physiological plasticity and recovery capacity after summer stress in Mediterranean scrub communities. **Plant Ecology**, Netherlands, v. 212, n. 1, p. 127-142, 2011.