

MARCELO DALPIAZ DAGOSTIM

**CRESCIMENTO DO LÚPULO (*Humulus lupulus* L.) EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO NITROGENADA E DA APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO
FOLIAR**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciência do Solo.

Orientador: Dr. Marcelo Alves Moreira

Co-orientador: Dra. Mari Lucia Campos

Co-orientador: Dr. Júlio Cesar Santos Pires

LAGES, SC

2019

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Dagostim, Marcelo Dalpiaz

Crescimento do lúpulo (*Humulus lupulus* L.) Em função da adubação nitrogenada e da aplicação de ácido giberélico foliar / Marcelo Dalpiaz Dagostim. -- 2019.
67 p.

Orientador: Marcelo Alves Moreira
Coorientadora: Mari Lucia Campos
Coorientador: Júlio Cesar Santos Pires
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação, Lages, 2019.

1. Fertilidade. 2. Giberelina. 3. Cerveja. I. Moreira, Marcelo Alves. II. Lucia Campos, Mari. Cesar Santos Pires, Júlio. III. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação. IV. Título.

MARCELO DALPIAZ DAGOSTIM

**CRESCIMENTO DO LÚPULO (*Humulus lupulus* L.) EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO NITROGENADA E DA APLICAÇÃO DE ÁCIDO GIBERÉLICO
FOLIAR**

Dissertação apresentada ao como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

Banca Examinadora:

Orientador: _____
Professor Dr. Marcelo Alves Moreira
Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membro: _____
Professor Dra. Ariane Andreola
Centro de Ciências Agroveterinárias - CAV
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Membro: _____
Professor Dr. Nestor Valtir Panzenhagen
Instituto Federal Catarinense (IFC/Santa Rosa do Sul/SC)

Lages (SC), 28 / 02 /2019

Dedico a minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Elita Dalpiaz Dagostim e Lédio Dagostim pelo esforço em todos os sentidos, pelo apoio e o incentivo nestes 2 anos de curso.

Agradeço a Deus pela vida e por proporcionar cada momento em minha vida.

Ao professor orientador Marcelo Alves Moreira, que aceitou me orientar mesmo não me conhecendo, pela sua paciência, pelas conversas e a ajudas durante a realização e na construção deste trabalho.

Ao Centro de Ciências Agroveterinárias CAV-UDESC, por proporcionar a realização do mestrado.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudos durante o curso.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo que me deram o aprendizado necessário para realização de meu trabalho, e o conhecimento que tenho certeza que foi de grande valia em minha vida.

Agradeço os meus colegas, que me acompanharam durante toda realização do curso e dividiram essa experiência.

Ao meu colega de laboratório Marcus Vinícius de Oliveira Ribeiro por ter começado a pesquisa com lúpulo na universidade.

Aos amigos de longa data Diogo Policarpo Semprebon, Daniela Tomazelli e Diou Roger Ramos Spido por dividir mais essa jornada pelo incentivo e apoio e pelas boas risadas e bate-papos nestes anos.

Aos meus amigos de agronomia do IFC Campus Santa Rosa do Sul, Leandro, Mauricio, Vitor e Guilherme que trabalharam de voluntários na realização deste trabalho.

Aos professores do IFC Bruno Pansera Espíndula, e Marcos André Nohatto por proporcionar o espaço e equipamentos para pré-preparo das amostras.

A professora Mari Lucia Campos, pela contribuição na escrita deste trabalho.

Ao Diego Roters e Cleiton Lazzari, pela ajuda no preparo e leitura das amostras.

Aos amigos Marcos, Janaiana, Juliano, Winona, Jadiel, Andrei, Juan, Sabrina, Ben-Hur, pelas conversas e tempo de convivência.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão desta etapa essencial na obtenção do título de mestre, e em minha vida.

RESUMO

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é uma planta perene pertencente à família Cannabaceae. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o desenvolvimento do lúpulo em função de doses de adubação nitrogenada e da aplicação de ácido giberélico. O experimento foi realizado no município de Praia Grande – SC, entre junho de 2018 a novembro de 2018. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizados em arranjo de parcela subdividida, com cinco repetições e cada parcela formada por três doses de nitrogênio (40; 80; 160 kg. ha⁻¹) e uma testemunha. A fonte de nitrogênio utilizada foi a ureia e uma sub parcela com aplicação de ácido giberélico (175 mg.L⁻¹), cada unidade experimental foi constituída com uma planta da cultivar Cascade, obtidas por propagação vegetativa e, na sequência, transplantadas em vasos 25 L contendo 20 L de solo, aplicou-se as doses de nitrogênio em duas etapas, sendo a primeira no transplante (metade da dose) e a segunda aos 75 dias após o transplante (metade da dose). O ácido giberélico foi aplicado aos 105 dias. Foram realizadas análises da altura de planta, dos teores de clorofila foliar, de teor nutricional foliar dos elementos nitrogênio, fosforo, potássio, cálcio e magnésio, fitomassa da parte aérea. Os dados foram submetidos análise de variância e teste de regressão. A adição de nitrogênio proporcionou um aumento nos teores de clorofila e nitrogênio foliar além do aumento de massa seca da parte aérea das plantas, porém diminuiu os teores iniciais de cálcio foliar. O ácido giberélico proporcionou um aumento na massa seca de planta, além de promover um aumento do potássio foliar na análise final, além de diminuir os teores de clorofila foliar.

Palavras-chaves: *Fertilidade; giberelina; cerveja.*

ABSTRACT

Hops (*Humulus lupulus* L.) is a perennial plant that belongs to the family Cannabaceae, having its greater application in the manufacture of medicines, cosmetic products and mainly as input in the brewing industry. The objective of this research was to evaluate the development of hops as a function of doses of nitrogen fertilization and the application of gibberellic acid. The experiment was carried out in the country of Praia Grande - SC, between June 2018 and November 2018. The design was completely randomized in split plot arrangement, being randomized into a subdivided plot with five replicates and each plot formed by three nitrogen doses (40.0, 80.0, 160.0 kg.ha⁻¹) plus one control. The nitrogen source used was urea and a sub-plot with application of gibberellic acid (175 mg.L⁻¹), each experimental unit was constituted with a plant of the cultivar Cascade, obtained by vegetative propagation and, subsequently, transplanted in pots 25 L containing 20 L of soil, half of the nitrogen dose being applied at the transplant, and the other half at 75 days after transplantation, gibberellic acid was applied at 105 days. Plant height, growth rate, foliar chlorophyll content, leaf nutrient content and aerial part phytomass were analyzed. Data were submitted to analysis of variance and regression test. In relation to nitrogen, it provided an increase in leaf chlorophyll content and leaf nitrogen in addition to the increase of dry mass of the plants, but decreased the initial contents of leaf calcium. The gibberellic acid provided an increase in the dry mass of the plant, besides promoting an increase of the foliar potassium in the final analysis, besides decreasing the chlorophyll levels of foliar.

Key-words: fertility, gibberellin, beer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Escavação de raiz de lúpulo, dimensão da vala 3,2 x 3,8 m.....	22
Figura 2- Formas das folhas de lúpulo na planta: (a) folha inteira, (b) folha trilobada, (c) folha pentalobada, (d) folha heptalobada.....	23
Figura 3- Flores de lúpulo (a) femininas e (b) masculinas.....	24
Figura 4 – Dados climáticos do município de Praia Grande - SC durante o período de 01/07/2018 a 30/11/2018	33
Figura 5 - Crescimento do lúpulo em função da adubação nitrogenada até 75 dias após o transplante. Praia Grande – SC, 2018.....	35
Figura 6 - Crescimento do lúpulo em função da adubação nitrogenada até 105 dias após o transplante. Praia Grande – SC, 2018.....	36
Figura 7 - Crescimento do lúpulo em função da aplicação de ácido giberélico aos 120 dias (a) controle; (b) dose de 40 kg de N.ha ⁻¹ ; (c) dose de 80 kg de N.ha ⁻¹ ; (d) dose de 160 kg de N.ha ⁻¹ . Praia Grande – SC, 2018.....	37
Tabela 3 - Massa seca de plantas de lúpulo submetidas a ácido giberélico. Praia Grande – SC, 2018.	39
Figura 8 – Planta de lúpulo com 115 dias, (a) sem aplicação de ácido giberélico e (b) com aplicação de ácido giberélico. Praia Grande – SC, 2018.	40
Figura 9 – Massa seca (g) de plantas de lúpulo em função das doses de nitrogênio aos 105 dias após o transplante. Praia Grande – SC, 2018.	40
Tabela 4 – Teor de clorofila das plantas de lúpulo em função da aplicação de ácido giberélico aos 120 e 150 dias após o transplante. Praia Grande – SC, 2018.	41
Figura 10 – Índices de clorofila foliar de plantas de lúpulo em função de doses de nitrogênio aos 75, 120 e 150 dias após o transplante. Praia Grande – SC, 2018.	42
Figura 11 – Plantas de lúpulo a partir da aplicação de doses de nitrogênio (0;40;80;160 kg. ha ⁻¹) aos 85 dias após o transplante. Praia Grande – SC, 2018.	43
Figura 12 – Teores de Calcio foliar de plantas de lúpulo em função da adubação nitrogenada aos 85 dias após o transplante. Praia Grande – SC, 2018.....	45
Figura 13 – Plantas de lúpulo submetidas a doses de nitrogênio aos 120 dias após o transplante (a) controle; (b) dose de 40 kg de N.ha ⁻¹ ; (c) dose de 80 kg de N.ha ⁻¹ ; (d) dose de 160 kg de N.ha ⁻¹ . Praia Grande – SC, 2018.....	46
Figura 14 – Teores de Nitrogênio foliar de plantas de lúpulo em função da adubação nitrogenada e a aplicação de ácido giberélico aos 120 dias após transplante. Praia Grande – SC, 2018.	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características químicas e físicas do Cambissolo háplico, utilizado no experimento.....	31
Tabela 2 - Altura média das plantas (cm) em função das doses de adubação nitrogenada e dos dias após o transplante.....	34
Tabela 3 - Massa seca de plantas de lúpulo submetidas a ácido giberélico	39
Tabela 4 – Teor de clorofila das plantas de lúpulo em função da aplicação de ácido giberélico.....	41
Tabela 5 – Teores de macronutrientes foliar das plantas de lúpulo em função das doses de nitrogênio após 85 dias do transplante.	44
Tabela 6 – Teores de nitrogênio foliar das plantas de lúpulo tratadas com ácido giberélico em função das doses de nitrogênio após 120 dias do transplante.	47
Tabela 7 – Teores de fósforo foliar das plantas de lúpulo tratadas com ácido giberélico em função das doses de nitrogênio após 120 dias do transplante.....	48
Tabela 8 – Teores de potássio foliar das plantas de lúpulo tratadas com ácido giberélico em função das doses de nitrogênio após 120 dias do transplante.	49
Tabela 9 - Teores de cálcio foliar das plantas de lúpulo tratadas com ácido giberélico em função das doses de nitrogênio após 120 dias do transplante.....	49
Tabela 10 - Teores de magnésio foliar das plantas de lúpulo tratadas com ácido giberélico em função das doses de nitrogênio após 120 dias do transplante.	50
Tabela 11 – Teores de Nitrogênio foliar em diferentes partes das plantas de lúpulo tratadas com o ácido giberélico em função das doses de Nitrogênio após 150 do transplante.....	51
Tabela 12 – Teores de Fosforo foliar em diferentes partes das plantas de lúpulo tratadas com o ácido giberélico em função das doses de Nitrogênio após 150 do transplante.....	52
Tabela 13 – Teores de Potássio foliar em diferentes partes das plantas de lúpulo tratadas com o ácido giberélico em função das doses de Nitrogênio após 150 do transplante.....	53
Tabela 14 – Teores de Cálcio foliar em diferentes partes das plantas de lúpulo tratadas com o ácido giberélico em função das doses de Nitrogênio após 150 do transplante.	54
Tabela 15 – Teores de Magnésio foliar em diferentes partes das plantas de lúpulo tratadas com o ácido giberélico em função das doses de Nitrogênio após 150 do transplante.....	55

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 LÚPULO	21
2.1.1 Origem e caracterização da espécie	21
2.1.2 Propagação	25
2.1.3 Exigência edafoclimáticas	26
2.2 NITROGÊNIO.....	27
2.3 ÁCIDO GIBERÉLICO.....	28
3 HIPÓTESE	30
4 OBJETIVOS.....	30
4.1 OBJETIVO GERAL.....	30
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	30
5 MATERIAL E MÉTODOS	31
6 REULTADOS E DISCUSSÕES	34
6.1 ALTURA DE PLANTAS	34
6.2 MASSA SECA	38
6.3 CLOROFILA	41
6.4 ANÁLISE FOLIAR DAS PLANTAS DE LÚPULO	43
6.4.1 Plantas com 85 dias após o transplante	43
6.4.2 Plantas com 120 dias após o transplante	45
6.4.3 Plantas com 150 dias após o transplante	50
7 CONCLUSÃO	58
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
REFERÊNCIAS.....	59

1 INTRODUÇÃO

O lúpulo (*H. lupulus* L.) é uma planta perene pertencente à família Cannabaceae (SOUSA, 2005). A planta é bem conhecida em todo o mundo, principalmente como matéria prima para a indústria cervejeira. As inflorescências femininas, também conhecidas como cones, têm grande interesse comercial devido às glândulas de lupulina, principal substância responsável pelas características organolépticas do lúpulo, que apresenta em sua composição polifenóis e alfa-ácidos que são amplamente utilizados para conservar, dar aroma e sabor característicos para a cerveja. (ZANOLI; ZAVATTI, 2008).

O Brasil se destaca como um grande consumidor de cerveja, porém a produção dos insumos necessários para fabricação da bebida ainda é baixa, fazendo com que o País seja grande importador dessas matérias primas. Observando essa demanda, juntamente com o grande crescimento de micro cervejarias e cervejeiros caseiros, estudos para avaliar a adaptação e produção deste insumo são de suma importância visando atender o mercado nacional.

A cultura do lúpulo em solo brasileiro ainda é incipiente, pois a maior parte da produção mundial ocorre em latitudes acima 32° (NEVE,1991), desta forma se disseminou a ideia de que a produção da planta deve ser realizada em condições de clima temperado. Porém as plantações em escala mundial vêm avançando para países com climas mais quentes, com desenvolvimento de cultivares adaptadas, bem como do manejo da planta.

Segundo Thomas; Schwabe (1969), existe uma forte relação entre a data de floração e a latitude, sugerindo que o período de horas de luz diária é provavelmente um dos fatores mais decisivos para determinar a data de floração de qualquer variedade, juntamente com a temperatura e o momento em que o amadurecimento da flor é alcançado. Desta forma, pode-se supor que o posicionamento geográfico do Brasil acarretará tempos de produção distintos dos países produtores mais tradicionais, sendo necessários estudos para determinar e janela de tempo ideia para a cultura nessas condições.

A nutrição da planta é um fator determinante para seu adequado crescimento e desenvolvimento, o nitrogênio é um elemento essencial para o crescimento inicial das plantas com função estruturante e de formação de aminoácidos, acelerando o crescimento que induz a planta a atingir sua altura máxima, favorecendo o seu florescimento (FAQUIN, 2005).

Unicamente, o fator crescimento não garante floração adequada, pois a planta necessita de luz para poder largar as ramas laterais que produzem os cones. No entanto, existem alternativas para tentar suprir a necessidade de luz nas plantas e entre elas pode se citar a utilização do fitohormônio ácido giberélico, que é naturalmente produzido pelas mesmas, mas que também pode ser aplicado artificialmente visando suprir parte da sua demanda para a floração (THOMAS; SCHWABE, 1969; HEDDEN; PHILLIPS, 2000) .

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o desenvolvimento de plantas de lúpulo em função de doses de adução nitrogenada e de ácido giberélico, visando obter as melhores condições de produção em condições subtropicais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 LÚPULO

2.1.1 Origem e caracterização da espécie

O lúpulo (*H. lupulus* L.) é um ingrediente primário no aroma da cerveja, sendo o mesmo pertencente à família Cannabaceae e integrante da ordem de Rosales (BREMER, 2003). Durante anos, acreditava-se que o gênero *Humulus* era representado apenas por duas espécies: o "lúpulo comum" (*Humulus lupulus* L.) e o "lúpulo japonês", (*H. japonicus* Zieb. et Zucc) (ALMAGUER et al. 2014), mas em 1978 Small identificou *H. yunnanensis* como uma espécie independente (SMALL 1978). Por outro lado, as espécies *H. japonicus* e *H. yunnanensis* não são utilizadas para fins de fabricação cervejeira, por não possuírem de glândulas de lupulina (ALMAGUER et al. 2014).

O gênero *Humulus*, provavelmente teve origem na Mongólia, a cerca de seis milhões de anos. Uma variedade deste grupo asiático migrou para a Europa a mais de um milhão de anos, na América do Norte o lúpulo apareceu cerca de quinhentos mil anos mais tarde (ROCHA ,2005). Atualmente existem cinco variedades botânicas de *lupulus*: *H. lupulus cordifolius* (encontrado na Ásia Oriental, Japão), *H. lupulus lupuloides* (Oriental e centro-norte da América do Norte), *H. lupulus lupulus* (Europa, Ásia, África, mais tarde introduzido na América do Norte), *H. lupulus neomexicanus* (oeste da América do Norte), e *H. lupulus pubescens* (principalmente do Meio-Oeste dos Estados Unidos) (GRIN,2018).

As plantas desse gênero são trepadeiras e herbáceas, cujos caules enrolam-se em qualquer estrutura que lhes sirva de suporte. Todas as espécies são dióicas, isto é, têm flores femininas e masculinas em plantas diferentes. As plantas com flores femininas e as plantas com flores masculinas distinguem-se facilmente durante a floração, não existe mais nenhuma outra diferença morfológica que as identifique. As flores são polinizadas pelo vento e a inflorescência feminina torna-se num estróbilo geralmente denominado de cone (DENOMA, 2000).

A produção de lúpulo vem dos cones. O cone, tipicamente, tem um tamanho de 20 a 30 milímetros. Nos campos de produção de lúpulo são cultivadas apenas

plantas femininas. Já as plantas masculinas são controladas, pois permite a polinização, considerada indesejável pois diminuem a qualidade da colheita, devido à possibilidade dos cones possuírem sementes desenvolvidas (RODE et al., 2002).

A planta é formada por uma parte subterrânea perene, constituída pelo rizoma e raízes; e por outra parte anual, constituída por caules principais e laterais onde se formam as flores, os frutos e as sementes (JIMENO; MORADILLO, 1997). É uma planta resistente às condições adversas do meio e no estado dormente pode suportar algumas geadas. No entanto geadas tardias podem matar ou danificar as brotações jovens (BURGESS, 1964). A vida útil, da parte subterrânea em condições ecológicas favoráveis, pode durar cerca de 20 anos (DUKE, 1983).

O sistema radicular de uma planta bem desenvolvida, em condições de solo apropriado, pode abranger mais de quatro metros cúbicos (GRAF et al., 2014), como pode ser observado na Figura 1, na escavação de uma planta de 5 anos. A proporção relativa entre as raízes horizontais e verticais depende do tipo de solo onde a planta está instalada. Em solo mal drenado as raízes crescem torcidas e encurvadas. São confinadas principalmente às camadas superiores do solo e raramente descem a mais do que 60 cm.

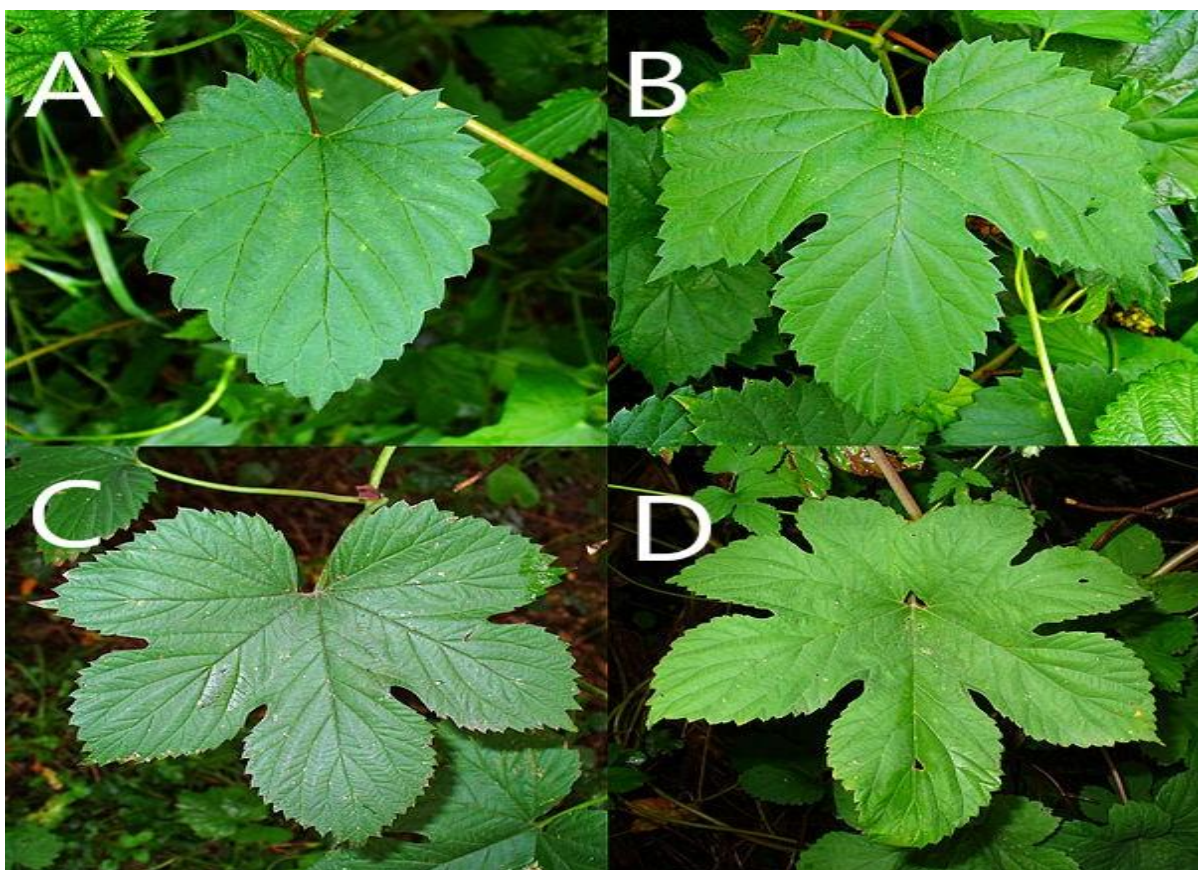
Figura 1- Escavação de raiz de lúpulo, dimensão da vala 3,2 x 3,8 m, em solo arenoso, Baviera, Alemanha, 2014.



O caule é hexagonal e está dividido em nós. A coloração varia do verde ao avermelhado, dependendo da cultivar e das condições de crescimento, podendo ter tonalidades mais arroxeadas em condições de frio. Durante o período de crescimento mais intenso o lúpulo pode ter um ganho de 25 centímetros por dia. O caule inicialmente é herbáceo e, mais tarde, vai ficando mais lignificado na sua parte inferior. A planta pode atingir até cerca de nove metros de altura. (RODE et al., 2002).

As folhas surgem dos nós localizados no caule ou nas hastes laterais, geralmente com distribuição oposto cruzada. As folhas numa mesma planta apresentam formas diferentes (heterofilia), em que as jovens são normalmente inteiras e as mais velhas são geralmente trilobadas ou petalobadas, podendo ser até heptalobadas (Figura 2), as nervuras das folhas são claramente visíveis e a superfície da mesma é pilosa (WAGNER, 1968).

Figura 2- Formas das folhas de lúpulo na planta: (a) folha inteira, (b) folha trilobada, (c) folha pentalobada, (d) folha heptalobada.



Fonte: H. Zell, 2011

As flores masculinas são pequenas e agrupadas em panículas e o diâmetro de cada flor é de cerca de seis milímetros. Apresentam coloração verde-amarelada ou esbranquiçada e quando estão totalmente desenvolvidas, as anteras se abrem produzindo pólen que é distribuído pelo vento (ROCHA,2005).

As Inflorescências femininas são constituídas por um eixo central curto no qual suporta várias brácteas. Quando estas inflorescências entram em maturação, o eixo central engrossa, as brácteas e bractéolas se ampliam e produzem o estróbilo (também chamado “cone”), sendo esta a forma da planta que é comercializada. O período do começo da floração até à formação do cone é de 15 a 20 dias (NEVE,1991).

Figura 3- Flores de lúpulo (a) femininas e (b) masculinas



Fonte: Rocha, 2005

O valor comercial das flores de lúpulo se dá, principalmente, pelas glândulas de lupulina presentes nos cones (MARCOS et al., 2011). Estas glândulas se encontram aglomeradas na superfície exterior da parte mais inferior das bractéolas e sobre quase toda a superfície do perianto (BURGESS, 1964).

As glândulas de lupulina armazenam grandes quantidades de resinas, óleos essenciais e taninos. Para Farag, Wessjohann (2012), a quantidade desses componentes depende das condições de cultivo, sendo essas substâncias responsáveis por conferir ao lúpulo diversas propriedades, como anti-inflamatórias, antibacterianas e antioxidantes. A resina é constituída por α -ácidos e β -ácidos, substâncias responsáveis pelo amargor da cerveja (CANBAŞ; ERTEN; ÖZŞAHİN, 2001). Em melhoramentos destinados a outros fins, como função antibacteriana, há uma tendência na seleção de plantas que apresentem diminuição dos valores de ácidos alfas e maior presença de beta-ácidos. Os óleos essenciais são responsáveis pelo componente aromático das várias cultivares, com grande contribuição na composição do aroma das cervejas (RODRIGUES; MORAIS; CASTRO, 2015).

Os frutos são aquênios circulares e encontram-se encerrados nas brácteas das flores femininas (BURGESS, 1964). Pode ter coloração amarelos ou castanhos e podem ser opacos ou brilhantes.

Para Linke (1958), a semente assemelha-se muito à semente do cânhamo (*Cannabis sativa* L.), mas é um pouco menor, segundo este autor o peso de 1000 sementes é, aproximadamente, de três a quatro gramas (LINKE, 1958). As sementes não têm albúmen e o embrião é espiralado (ROCHA, 2005).

2.1.2 Propagação

O lúpulo pode ser propagado vegetativamente ou por sementes, mas devido ao fato de ser uma planta dioica possui alta heterogeneidade, sendo usualmente propagada vegetativamente para plantios comerciais, e por semente voltada para os programas de melhoramento (DENOMA, 2000).

As sementes de lúpulo apresentam dormência, ocasionada pela baixa permeabilidade do tegumento e pela presença de resinas que evitam que o embrião absorva água e oxigênio, motivo pelo qual a propagação seminal tem tempo curto para ser realizada em plantio comercial (LIBERATORE et al., 2018).

A propagação vegetativa pode ocorrer por intermédio de rizomas ou da parte aérea. As estacas são obtidas na poda de início da primavera e normalmente são utilizadas estacas de 10 a 15 cm, posicionadas na horizontal, cobertas por uma

camada de solo de cinco cm. A propagação da parte aérea pode ser dar realizada por alporquia, mergulhia ou estaquia, a partir da escolha de ramos jovens vigorosos. Na estaquia devem ser utilizadas estacas com dois nós e com folhas, mantendo o substrato úmido, em temperaturas em torno de 25°C (ROCHA,2005, GOMES et al.,2018).

2.1.3 Exigência edafoclimáticas

O lúpulo está adaptado a diversas condições climáticas entre as latitudes 30° a 52°, com disponibilidade de luz diária de cerca de 14 horas e de 120 dias sem geadas durante a estação de crescimento. A temperatura não precisa ser muito elevada, apresentando faixa adequada de de 16° a 18 °C, que estimulam seu desenvolvimento, porém em temperaturas abaixo dos 10 °C a planta tem seu crescimento cessado. Cada fase necessita de determinada temperatura, a soma das temperaturas deve estar entre 2700 a 3000 °C dependendo da cultivar (MAROVT,2007).

Segundo Skomra (2015) a distribuição adequada de água é um fator determinante para o sucesso da cultura. A demanda hídrica, durante seu ciclo, fica entre 500 e 600 mm de água, sendo que déficits menores de 300 mm são muito prejudiciais a produção da cultura.

A intensidade e tempo de exposição a luz são fatores importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Como o lúpulo é uma planta sensível à falta de luz, sendo que a duração do dia afeta as plantas de várias maneiras, mas a mais importante é a sua resposta ao início da floração. Assim, a baixa luminosidade no início deste período, pode resultar em uma menor quantidade de flores.(NEVE,1991; POKORNÝ et al.,2011) A floração também é dependente de outros fatores como a temperatura do ar, pois o clima excepcionalmente quente pode acarretar o crescimento excessivo de ramos que por sua vez enfraquece o desenvolvimento das primeiras flores, diminuindo sua produção (THOMPSON; NEVE, 1972; ČERENAK et al., 2002).

O lúpulo se desenvolve numa grande gama de solos, preferencialmente com boa fertilidade e com boa capacidade de retenção de água, desde que não fiquem

encharcados. As plantas possuem preferências por solos com textura leve e profundos para o desenvolvimento do sistema radicular, características solos de textura franca arenosa a franca (BURGESS, 1964). As condições químicas do solo têm que suprir seu desenvolvimento, por isso recomenda-se utilizar solos com pH entre 5,5 a 7,5, sendo ideal entre 6 a 7, além de um manejo adequado dos nutrientes (SOUZA 2005).

2.2 NITROGÊNIO

O nitrogênio é o nutriente mais exigido pela maioria das culturas, superando em quantidade o potássio e o fósforo (RAIJ et al., 1991). Este atua como constituinte de moléculas de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos e citocromos, é componente estrutural da molécula de clorofila (ČEH, 2014). Cerca de 25% de todos os gastos energéticos das plantas estão relacionados com as várias reações envolvidas na redução do nitrato para amônio e a incorporação do N na forma orgânica (RAIJ, 2011).

O nitrogênio (N) é, quantitativamente entre todos os nutrientes minerais, o mais importante para o crescimento das plantas (CANTARELLA, 2007). Ele é absorvido pelas raízes das plantas, em maior quantidade, nas formas de íons amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) e em menores quantidades na forma de gás nitrogênio (N_2), ureia ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) e aminoácidos solúveis em água (MALAVOLTA, 2006).

O nitrogênio é absorvido em grande quantidade pelas plantas, principalmente durante a fase de crescimento no alongamento dos caules, na produção de brotações laterais, no período anterior a floração e formação dos cones (BERBEĆ, 2015)

Bavec et al. (2003) descreveram que, para a cultura do lúpulo, a quantidade de nitrogênio a ser aplicada não deve ser maior que 200 Kg ha^{-1} , pois quantidades maiores podem aumentar o período de juvenilidade e tornar a planta mais suscetível a doenças. Este nutriente tem papel fundamental no crescimento influenciando a qualidade do lúpulo. O trabalho realizado por Čeh (2014), houve o aumento nos teores de alfa-ácidos do lúpulo, bem como da matéria seca área em resposta a adubações nitrogenadas.

No sul do Brasil, Machado et al. (2018) verificaram resposta positiva no desenvolvimento do lúpulo, da cultivar Columbus, em função da utilização de nitrogênio no cultivo, com aumento na altura, e massa seca e produção de cone.

2.3 ÁCIDO GIBERÉLICO

Cientistas japoneses na década de 1930 obtiveram cristais impuros de dois compostos ativos do fungo *Giberella fujikuroi*, nomeados de giberelina A e B. Já na década de 1950, pesquisadores norte-americanos e ingleses elucidaram a estrutura do material purificado do fungo, o qual foi nomeado de ácido giberélico (GA₃) (TAIZ; ZEIGER, 2004). A partir de então as giberelinas tiveram seus estudos intensificados. A atividade desse hormônio está relacionada à promoção do crescimento caulinar, iniciação floral e determinação do sexo, além da transição da fase juvenil para a adulta dentre outros efeitos fisiológicos (ECHER et al., 2006).

O ácido giberélico pode substituir dias longos ou frio, que são fatores requeridos por muitas plantas, para a promoção do florescimento. Assim, as giberilinas podem substituir os estímulos ambientais para o florescimento em algumas espécies (TAIZ; ZEIGER, 2004). O lúpulo responde a dias longos para realizar sua floração (THOMAS; SCHWABE, 1969). Assim o ácido giberélico pode suprir parte dessa necessidade de horas de luz para a produção dos cones.

Em plantas dioicas o ácido giberélico promove a formação de flores, como no caso do mamão em que aplicação aumentou o número de flores femininas. Já na cultura do cânhamo planta da mesma família do lúpulo o fitohormônio promove uma formação de flores mais estaminadas (HAN et al., 2014; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Roberts; Stevens (1962) verificaram aumento do total de alfa-ácidos nos primeiros cones colhidos de plantas de lúpulo que receberam ácido giberélico comparadas com as plantas controles, porém o efeito do tratamento em colheitas posteriores não foi notado. Zattler; Chrometzka (1968) observaram que o ácido giberélico proporcionou maior número de cones por planta de lúpulo do tipo Halertau e Saaz em trabalho realizado na Alemanha, houve diminuição do peso por cone.

2.4 Panorama Brasileiro

Os trabalhos de adubação de lúpulo em solos brasileiros são muito recentes, sendo um dos primeiros realizado por Oliveira (2016), que avaliou o pH do solo e doses fosforo ideais para a cultura em solo da serra catarinense, no qual verificou o desenvolvimento inicial da cultura.

A cultura do lúpulo em território brasileiro é muito recente, devido a uma forte cultura que a planta não se desenvolvia em regiões tropicais, mas esse cenário está sendo modificado com a recente criação do APROLÚPULO (Associação Brasileira de Produtores de Lúpulo) no ano de 2018. Com intuito da divulgação e quebra de paradigma sobre a produção nacional de lúpulo.

O presente trabalho tendo em vista o potencial e a demanda da cultura do lúpulo no Brasil, tem como objetivo avaliar o crescimento em função do fornecimento de nitrogênio e ácido giberélico em condições de campo.

3 HIPÓTESE

A aplicação de adubação nitrogenada e de ácido giberélico afetam o desenvolvimento do lúpulo, tendo efeito positivo no seu crescimento.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o desenvolvimento de plantas de lúpulo em função de doses de adubação nitrogenada e de ácido giberélico, visando obter as melhores condições de produção em condições subtropicais.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar o efeito de diferentes doses de fornecimento de nitrogênio sobre o crescimento do lúpulo;

Determinar o efeito da aplicação de ácido giberélico sobre o desenvolvimento do lúpulo;

Determinar os teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, durante o crescimento da planta;

Determinar a distribuição dos teores foliares na cultura do lúpulo;

5 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em vasos em condição de campo na cidade de Praia Grande - SC. A cidade localiza-se nas coordenadas 29° 11' 19" S e 49° 56' 25" O, a 36 m de altitude e o seu clima foi classificado como subtropical úmido (Cfa) (DB-CITY, 2018). O solo, no qual o experimento foi implantado, foi classificado como Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (Tassinari et al.,1997). A tabela 1 mostra os dados obtidos das análises químicas do solo utilizado.

Tabela 1 – Características químicas e físicas do Cambissolo háplico, utilizado para avaliação do desenvolvimento de lúpulo, em Praia Grande – SC, 2018.

pH-H ₂ O	pH-CaCl ₂	Ca	Mg	Al	K	H+Al
.....cmol _c .dm ⁻³						
6,1	5,5	5,6	3,1	0,0	0,16	0,0
M.O	P	Areia	Silte	Argila		
(%)	(mg.dm ⁻³)	(%)	(%)	(%)		
3,61	13,2	58,3	12,2	29,5		

Fonte: Produção do próprio autor.

O experimento foi instalado no dia 01/07/2018, tendo sido finalizado no dia 28/11/2018, totalizando 150 dias de desenvolvimento do lúpulo.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em parcela subdividida com cinco repetições, sendo cada parcela formada por três doses de nitrogênio (40; 80; 160 kg.ha⁻¹) mais uma testemunha e uma sub parcela com aplicação de ácido giberélico (175 mg.L⁻¹). Cada unidade experimental foi constituída com uma planta, da cultivar Cascade, obtidas por propagação vegetativa e, na sequência, transplantadas em vasos 25 L contendo 20 L do solo descrito acima, totalizando 40 plantas, disposta no espaçamento de 1 m entre planta e 3,5 m entre linhas. Durante o experimento não foi realizada irrigação suplementar, a chuva local foi a única fonte de irrigação que a plantas receberam (Figura 4).

A adubação de fósforo (na forma de superfosfato triplo com 42% de P₂O₅) e potássio (na forma de cloreto de potássio com 60% de K₂O) foi realizada no momento do transplante incorporando ao solo, de acordo com Berbec (2015), mais 50 % da

dose de nitrogênio, na forma de uréia, de cada tratamento. O transplante ocorreu no mês de julho de 2018, os 50% restante do nitrogênio foram aplicados 75 dias após o transplante, também foi incorporado ao solo.

O ácido giberélico foi aplicado em cada planta, aos 105 dias após o transplante, com pulverizador manual, na concentração de 175 mg.L⁻¹. O ácido giberélico foi proveniente do produto comercial Pro-Gibb® 400, contendo 40% ingrediente ativo.

Foram realizadas análises da altura de plantas, da taxa de crescimento, dos teores de clorofila foliar, de teor nutricional foliar (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio) e de fitomassa da parte aérea.

As alturas das plantas foram mensuradas a campo em intervalos de 15 dias, sendo a medida determinada em cm, a partir da base até o ponto mais alto através de fita métrica.

Os teores de clorofila foram determinados mensalmente com auxílio do medidor eletrônico da marca Falker®, modelo CFL1030, as análises foram feitas analisando 15 folhas por planta. O ICF – Índice de Clorofila Falker é calculado com base na absorção de luz em comprimentos de onda característicos da clorofila, em três diferentes comprimentos de onda (dois na faixa do vermelho, próximos aos picos de absorção da clorofila e um no infravermelho próximo).

As análises foliares foram realizadas aos 85, 120 e 150 dias após o transplante. As análises do experimento realizadas 150 dias após o transplante, a planta foi dividida em folhas do terço superior, terço médio, terço inferior da planta, foi determinado Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio Os valores de referência dos teores de nutrientes foliares, foram avaliados segundo manual de Vavera; Křivánek; Pechová (2017).

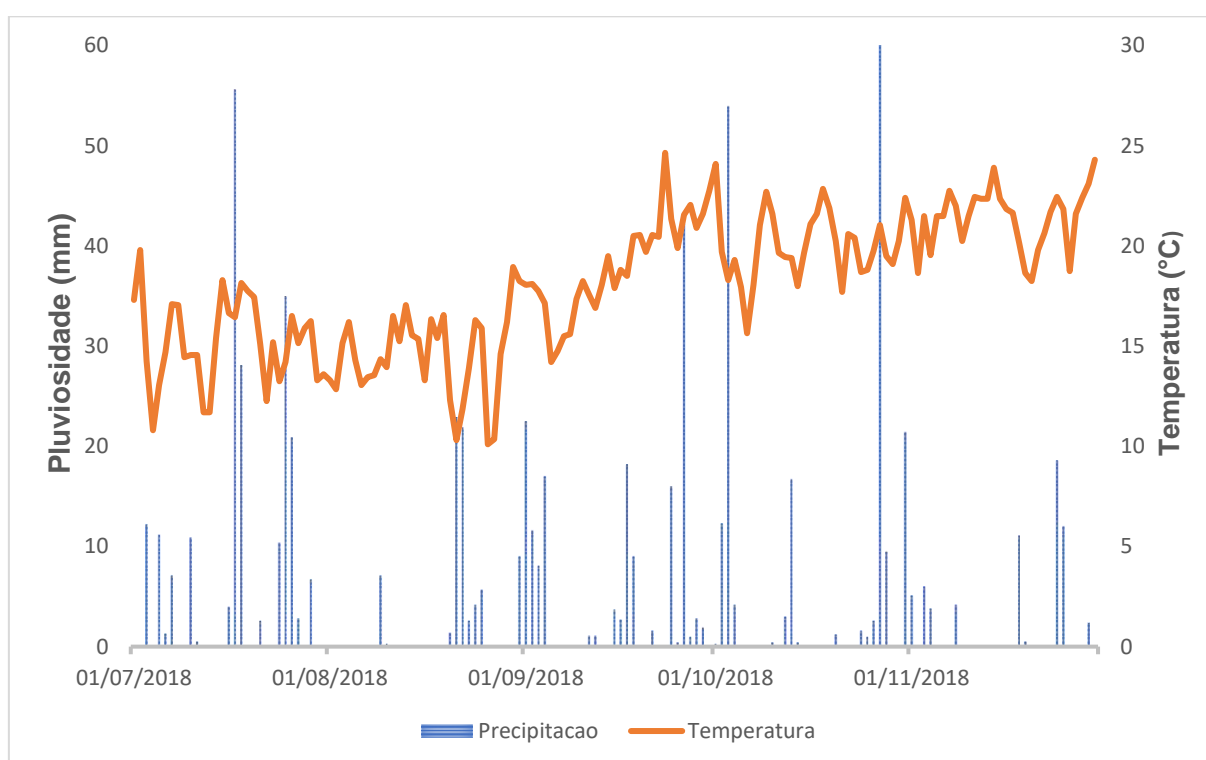
O Cálcio e Magnésio foram determinados no espectrofotômetro de absorção atômica; Potássio determinado por fotômetro de chama; Nitrogênio determinado por destilação seguido por titulação com ácido, essas análises foram realizadas conforme Tedesco et al. (1995). Já o fósforo foi determinado pelo método colorimétrico proposto por Murphy e Riley (1962).

A fitomassa vegetal, da parte aérea, foi determinada no fim do ciclo. Os caules e as folhas foram destacados, cortados e acondicionados em sacos de papel. Este

material foi seco em estufas de circulação de ar forçado à 65 °C (± 1 °C) por um período de 72 horas, até que sua massa ficasse constante.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelos testes de Tukey a 5% e regressão polinomial e correlação com auxílio do programa estatístico R (R code team,2017), sendo realizadas as análises de normalidade de dados (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variância (Bartlett).

Figura 4 – Dados climáticos do município de Praia Grande - SC durante o período de 01/07/2018 a 30/11/2018



6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 ALTURA DE PLANTAS

Os dados de altura de plantas em função das doses de nitrogênio e dos dias após o transplante estão presentes na Tabela 2, demonstram que não ocorreram diferenças significativas durante o desenvolvimento da cultura em função das doses de adubação nitrogenada utilizadas no experimento.

Tabela 2 - Altura média (cm) das plantas de lúpulo em função das doses de nitrogênio e dos dias após o transplante. Praia Grande – SC,

Doses de Nitrogênio (kg. ha ⁻¹)	Dias após o transplante						
	15	30	45	60	75*	84	90
0	10,08 ^{ns}	11,55 ^{ns}	13,55 ^{ns}	14,94 ^{ns}	16,11 ^{ns}	25,23 ^{ns}	43,39 ^{ns}
40	14,96	22,26	24,80	28,10	32,75	39,48	53,61
80	11,79	16,70	20,94	23,10	24,88	26,26	35,44
160	14,54	25,11	26,95	28,92	32,26	35,61	36,69
CV (%)	23,10	21,79	22,43	38,65	51,44	45,06	36,43

Doses de Nitrogênio (kg. ha ⁻¹)	Dias após o transplante						
	97	105**	120	128	135	142	150
0	52,90 ^{ns}	77,16 ^{ns}	131,53 ^{ns}	191,16 ^{ns}	241,61 ^{ns}	301,95 ^{ns}	342,10 ^{ns}
40	74,13	113,45	176,53	233,25	300,05	336,69	359,16
80	57,18	77,98	133,76	190,04	243,03	291,21	343,03
160	53,18	82,31	143,99	230,09	294,65	344,19	371,60
CV (%)	36,82	36,25	21,95	35,48	26,69	21,89	18,22

^{ns} Não significativo a 5 % de probabilidade. (p>=0,05)

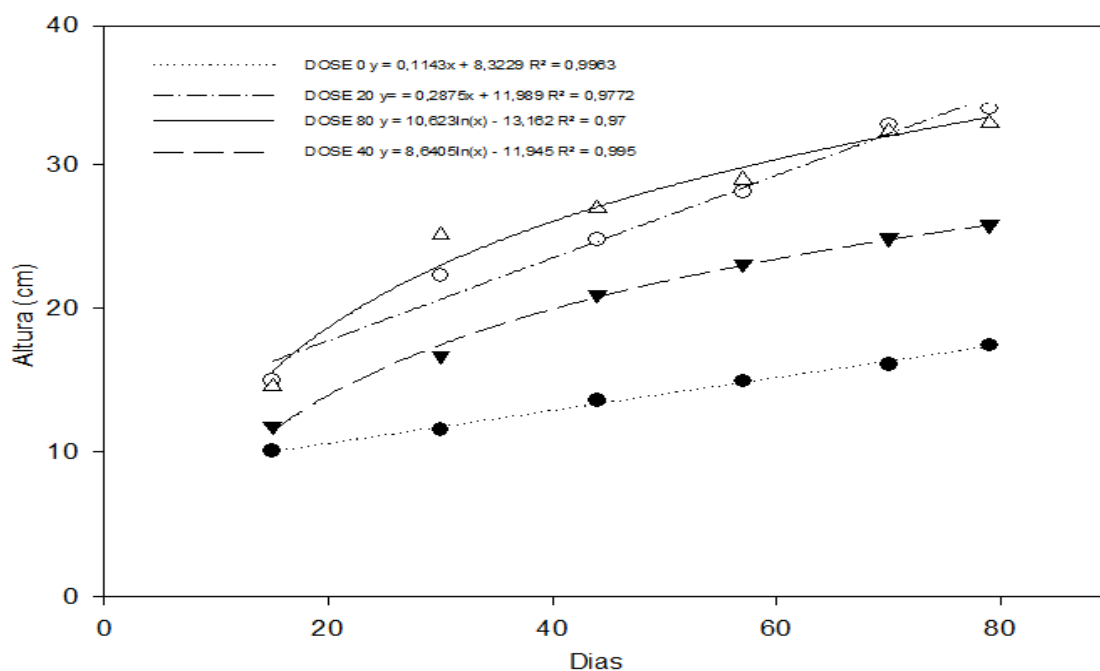
* Data da aplicação da segunda dose de Nitrogênio

** Data da aplicação do Ácido Giberélico

O crescimento inicial do lúpulo, antes da segunda aplicação da adubação nitrogenada, é apresentado na Figura 5, no qual pode se observar uma resposta linear no controle e logarítmica nos tratamentos com adubação nitrogenada (nas menores dose, com a dose de 20 kg. ha⁻¹ possuindo um coeficiente angular 2,5 maior que o tratamento controle. Enquanto nas doses maiores, de 40 kg. ha⁻¹ e 80 kg. ha⁻¹ houve

crescimento inicial em reposta logarítmica, todas as equações apresentaram bom R^2 superior a 0,97.

Figura 5 - Crescimento do lúpulo em função da adubação nitrogenada até 75 dias após o transplante. Praia Grande – SC, 2018.



Fonte: Produção do próprio autor.

Os resultados mostram que ocorreu um crescimento inicial mais acelerado nos primeiros dias e uma estabilização no crescimento ao decorrer dos mesmos. A provável causa do efeito inicial acelerado e estabilização posterior, se deve a mobilidade do elemento no solo (DONAGEMMA et al.,2008; COELHO et al. 2014). Provavelmente esta mobilidade deve ter provocado uma descida do elemento no vaso, o que diminuiu progressivamente a disponibilidade e absorção do nitrogênio pelas plantas, provocando a estabilização do crescimento.

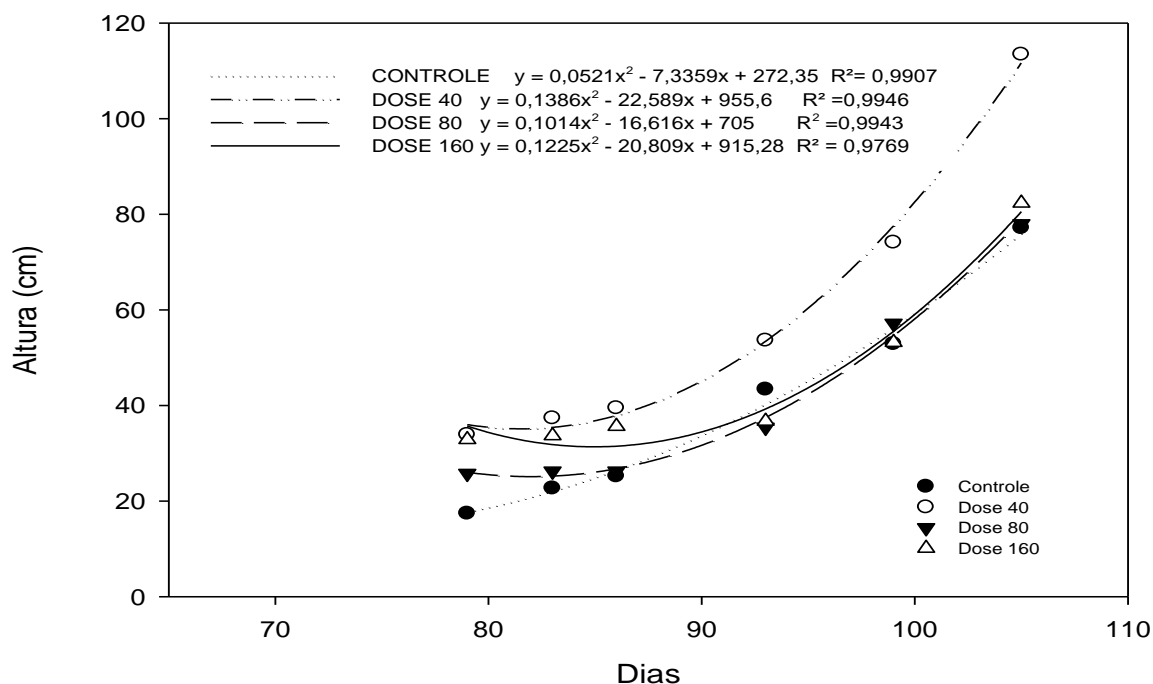
As taxas de crescimento ficaram abaixo de $0,3 \text{ cm.dia}^{-1}$ nos primeiros 75 dias, considerados baixos quando comparados com o restante do desenvolvimento da cultura. Isto deve-se provavelmente pela influência do clima, pois na fase inicial onde a média de temperatura foi menor e os dias foram mais curtos, que são condições menos favoráveis para a cultura do lúpulo (MAROVT, 2007). Resultados similares de crescimento, entre a menor e a maior dose, podem indicar a necessidade de uma dose inicial menor para cultura.

A taxa de crescimento da cultura entre 75 dias (data da segunda aplicação de nitrogênio) e 105 dias (aplicação do ácido giberélico), foi maior do que a obtida até 75 dias, ficando entre 1,90 a 3,06 cm.dia⁻¹. Todas as doses apresentaram crescimento polinomial quadrático, nas quais foram obtidos R² superior a 0,97 (Figura 6).

O crescimento quadrático revela uma aceleração após 75 dias, o que pode ser justificado pela elevação gradual da temperatura média diária no período primaveril, favorecendo o crescimento do lúpulo (NEVE, 1991). Este desenvolvimento não pode ser creditado ao efeito da adubação nitrogenada, pois o controle demonstrou comportamento similar às plantas adubadas.

As alturas das plantas controle e com as das dose de 80 e 160 kg de N.ha⁻¹ foram muito parecidas (Figura 5), porém a dose 40 kg de N.ha⁻¹ apresentou valores médios 50 cm maiores que as demais, provavelmente devido a uma melhor nutrição, em relação ao controle, e um menor desenvolvimento das brotações laterais e de ramos ladrões, em relação as plantas que receberam doses maiores, que possivelmente desencadearam o desenvolvimento apical da mesma (SKOMRA; KAWKA-LIPIŃSKA, 2018).

Figura 6 - Crescimento do lúpulo em função da adubação nitrogenada até 105 dias após o transplante. Praia Grande – SC, 2018.



Fonte: Produção do próprio autor.

Comportamento similar, com adubação nitrogenada em excesso, são observados em outras culturas como pessegueiro e acerola, com surgimentos de ramos ladrões (MATTOS et al., 1991; BRASIL et al., 1999; DOLINSKI, 2007) que são ramos mais vigorosos, de rápido crescimento e que não são produtivos e devem ser podados para estes fins (ČERENAK et al., 2002; SKOMRA ,2015; VAVERA, KŘIVÁNEK, PECHOVÁ ,2017). Os ramos ladrões das plantas de lúpulo não foram eliminados durante o experimento, pois o objetivo deste estudo era avaliar o desenvolvimento da planta.

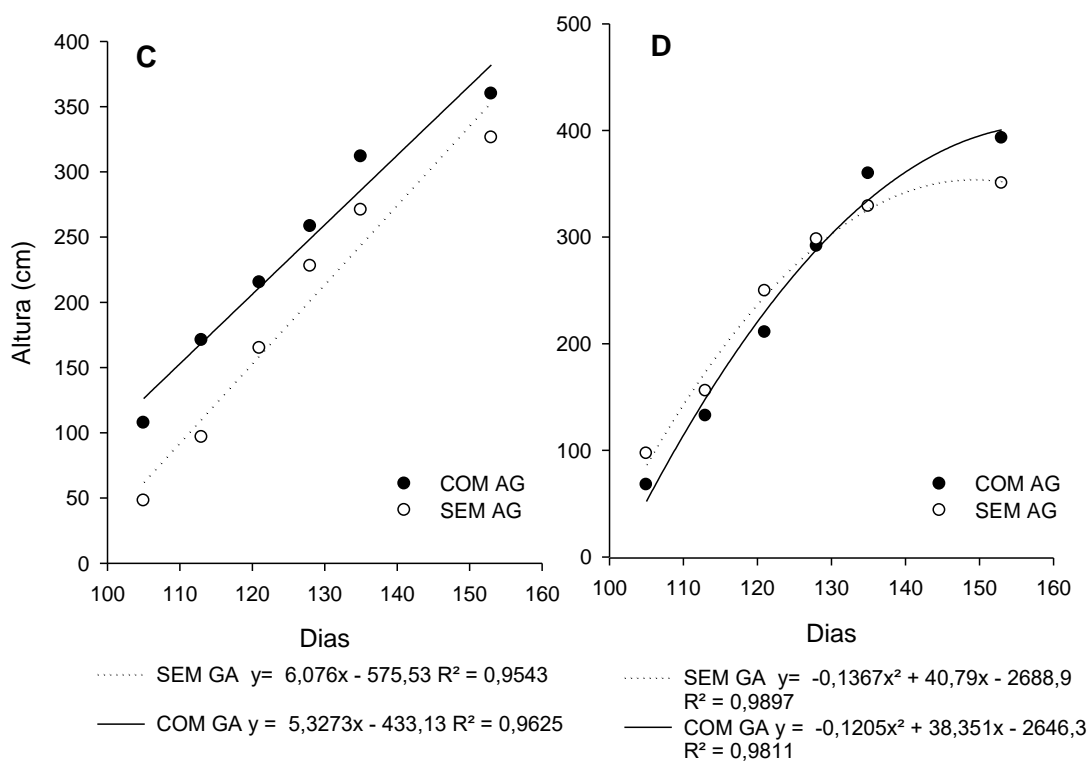
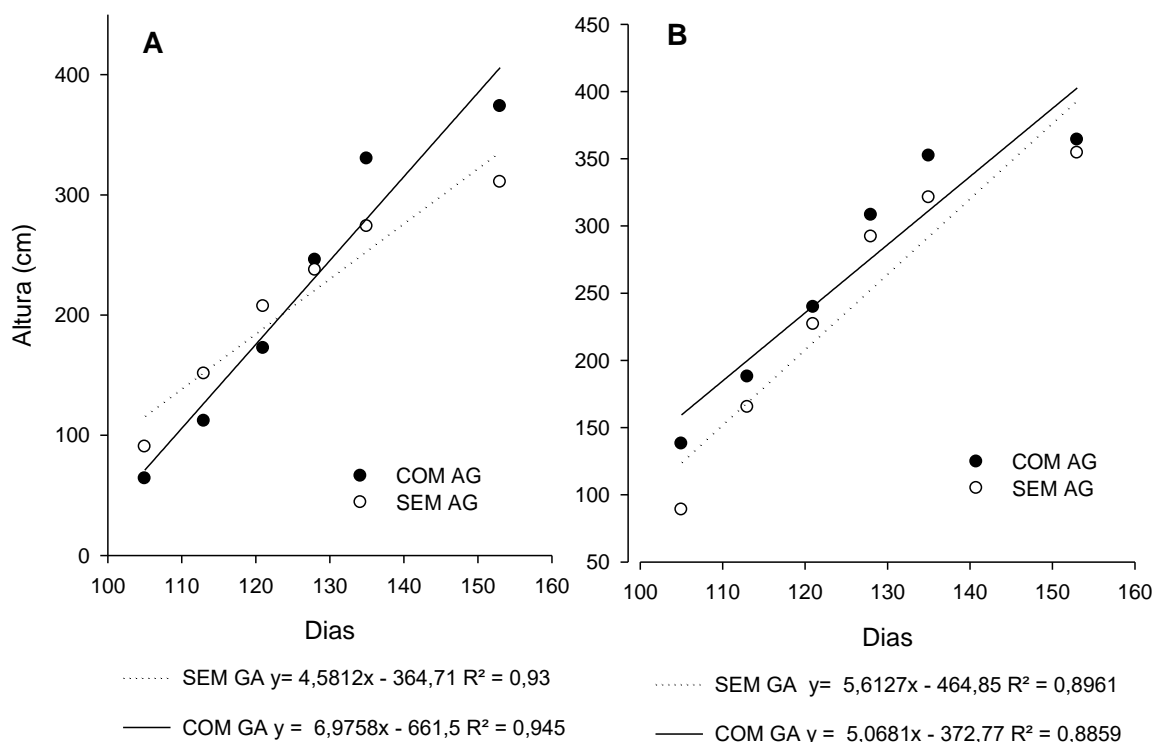
Na fase final de crescimento, já com a aplicação de ácido giberélico (Figura 7 a, b, c e d), pode se observar que, nas doses de 40 e 80 kg de N.ha⁻¹ o crescimento foi similar entre as plantas tratadas com ácido e as plantas não tratadas ficando entre 4,92 a 5,72 cm.dia⁻¹, sendo o crescimento representado com 2 retas quase paralelas.

A utilização do fitohormônio proporcionou um crescimento linear mais acelerado nas plantas que não receberam adubação nitrogenada, possivelmente devido ao alongamento vegetal proporcionado pelo ácido giberélico, que também deve ter promovido a intensificação divisão celular (TAIZ & ZEIGER, 2004; RODRIGUES et al.,2011).

O tratamento com 160 Kg de N.ha⁻¹ de adubação promoveu crescimento em função quadrática, diferentes dos demais, que apresentaram crescimento linear. Isto pode ser um indicativo de que o crescimento nas maiores doses já estava num crescimento desacelerado, próximo do seu potencial máximo crescimento.

Observou-se que as plantas tiveram três fases de crescimento, um primeiro mais lento com taxas menores de 0,3 cm.dia⁻¹, seguido de um crescimento exponencial mais rápido acima de 1,90 cm.dia⁻¹ e após uma linearização nas taxas de crescimento ficando estáveis próximas do 5 cm.dia⁻¹.

Figura 7 - Crescimento do lúpulo em função da aplicação de ácido giberélico aos 120 dias (a) controle; (b) dose de 40 kg de N.ha⁻¹; (c) dose de 80 kg de N.ha⁻¹; (d) dose de 160 kg de N.ha⁻¹. Praia Grande – SC, 2018.



Fonte: Produção do próprio autor.

6.2 MASSA SECA

O parâmetro massa seca apresentou diferenças significativas tanto em função da adubação nitrogenada quanto em relação a aplicação de ácido giberélico, porém não ocorreu interação entre os fatores avaliados. Os valores da massa seca em função do fitohormônio podem ser vistos na Tabela 3.

Tabela 3 - Massa seca de plantas de lúpulo submetidas a ácido giberélico. Praia Grande – SC, 2018.

Ácido Giberélico	Massa seca de planta(g) *
Com	89,9 A
Sem	74,8 B
CV%	14,27

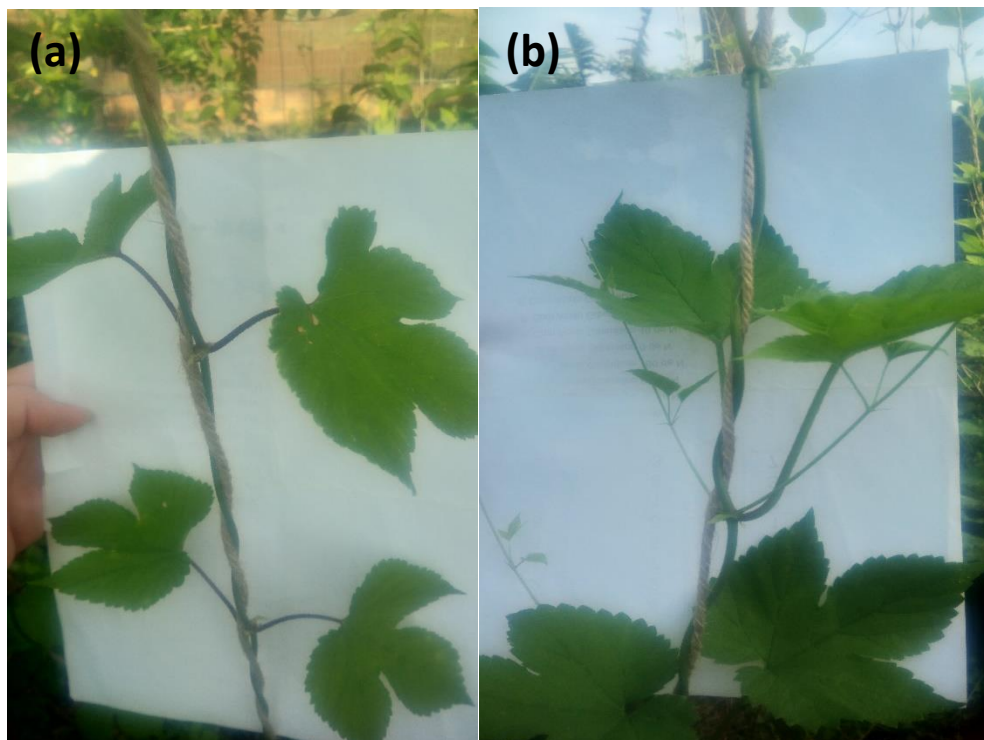
*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As plantas que receberam a aplicação do ácido giberélico, apresentaram maior massa seca (89,9 g. planta⁻¹), enquanto que as que não receberam o tratamento obtiveram um resultado médio de 74,8 g. planta⁻¹, totalizando um aumento significativo nas plantas que receberam a aplicação exógena deste hormônio.

Estudos realizados em outras culturas, principalmente em frutíferas, demonstraram esse aumento de matéria seca com a utilização de doses de ácido giberélico (PEREIRA et al.,2001; ZANG et al.,2016; ARAÚJO et al. 2018; FALCIONI et al., 2017). Porém em trabalho realizado por Zattler e Chrometzka (1968) foi observado que mais de uma aplicação, em algumas cultivares de lúpulo, diminuíram a massa das plantas. O motivo dessa diminuição está relacionado ao crescimento e alongamento das pontas, que ficaram menos tenras e que secaram mais facilmente, além de se tornarem possíveis “portas” de entrada para doenças (COELHO; OLIVEIRA; CALDAS, 1983).

Uma possível causa do aumento da massa pode ser devido ao crescimento de brotações que o ácido giberélico promoveu (Figuras 8a e 8b). Esse desenvolvimento das brotações laterais e o maior crescimento dos ramos provenientes das mesmas acarretaram um maior número de folhas e conseqüentemente mais fotoassimilados que aumentaram a massa da planta quando comparadas com as que não tiveram aplicação do ácido.

Figura 8 – Planta de lúpulo com 115 dias, (a) sem aplicação de ácido giberélico e (b) com aplicação de ácido giberélico. Praia Grande – SC, 2018.



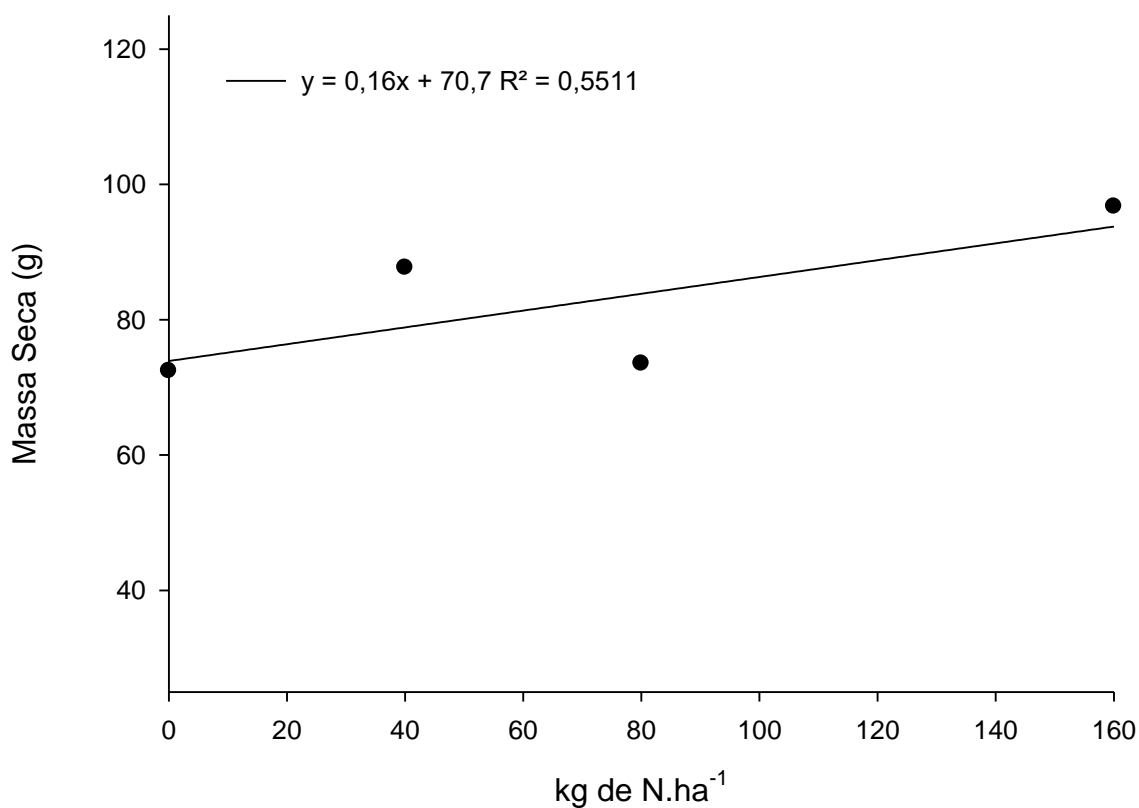
Fonte: Produção do próprio autor, 2018.

Para a adubação nitrogenada houve uma resposta linear, com um crescimento positivo em relação ao nitrogênio aplicado (Figura 9).

O efeito do aumento da produção de massa seca no lúpulo, em função da adubação nitrogenada, também foi verificado no trabalho realizado por Machado et al. (2018), que constatou esse acréscimo mesmo em pequena dose de nitrogênio. O acúmulo de nitrogênio se deve principalmente pela sua função na formação de aminoácidos, além de outros compostos nitrogenados como nucleotídeos, clorofila, ácidos nucleicos e outras moléculas orgânicas, promovendo esse ganho de massa.

Esse aumento da massa seca, sem aumento da altura, indica que o excesso inicial de nitrogênio provocou uma maior brotação lateral, levando a um aspecto de touceira da planta que refletiu em maior quantidade de ramos brotados e menor crescimento dos mesmos.

Figura 9 – Massa seca (g) de plantas de lúpulo em função das doses de nitrogênio aos 105 dias após o transplante. Praia Grande – SC, 2018.



Fonte: Produção do próprio autor.

6.3 CLOROFILA

Na sequência do trabalho foi realizado um estudo sobre o efeito do ácido giberélico em função dos Índices de Clorofila Foliar (ICF), os resultados deste estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Teor de clorofila das plantas de lúpulo em função da aplicação de ácido giberélico aos 120 e 150 dias após o transplante. Praia Grande – SC, 2018.

Ácido Giberélico	Índice de Clorofila Falker	
	120 Dias	150 Dias
Com	29,86 B	24,89 B
Sem	32,15 A	31,03 A
CV%	17,36	23,48

*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

A aplicação de ácido giberélico, diminuiu os índices de clorofila foliar quando comparada com o controle (Tabela 4). Não ocorreu interação entre os fatores nesse parâmetro.

Os efeitos do ácido giberélico sobre a clorofila e no desenvolvimento das plantas podem ser os mais diversos, de acordo com a literatura existente. A aplicação exógena de ácido giberélico, com intuito de retardar a senescência da planta e por consequência reduzir a degradação da clorofila, aparece em vários trabalhos principalmente na área de pós-colheita de flores e frutos, (MARTÍNEZ; CHAVES; AÑÓN, 1996; ZANG et al., 2016; TOSCANO et al., 2018, BAKEER, 2019). A função da gibelina é muito ampla atuando desde ao prolongamento da fase juvenil até a transição para a fase adulta, sendo que cada planta pode responder de forma diferenciada, incluindo a ativação de certas rotas metabólicas pelo fitohormônio (TAKEHARA; TANAKA, 2018).

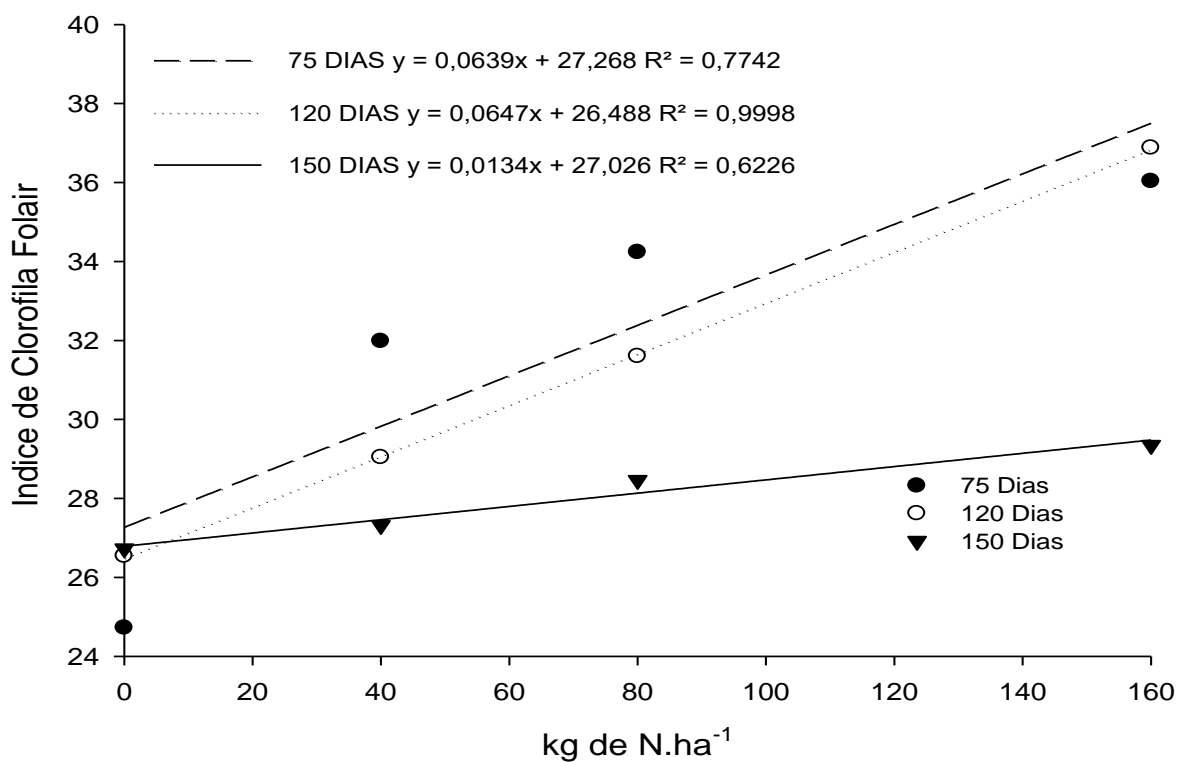
Uma possível causa da redução da clorofila no lúpulo (Tabela 4), foi a promoção do alongamento foliar que, segundo Falcioni et al. (2017) torna a folha mais fina, modificando a percepção e absorvência da luz verde pelas plantas e modifica os teores de clorofila no tecido.

Os índices de clorofila foliar apresentaram valores de leitura com resposta positiva ao aumento das doses de nitrogênio, verificou-se regressões lineares crescentes (Figura 10). Furlani Junior e Arf (2008) validaram as leituras IFC do equipamento da Falker® com os valores de clorofila presentes na folha.

Essa relação de crescimento já era esperada, pois o nitrogênio é um constituinte fundamental da biossíntese da molécula de clorofila. Uma suplementação adequada de N estimula a fotossíntese, associada à formação dos complexos fotossintéticos nas membranas tilacóides (EVANS; POORTER, 2001).

A maior disponibilidade do elemento, devido ao seu fornecimento via adubação, proporcionou maior assimilação do mesmo, que desta maneira pode ser destinado à formação da clorofila e comportamento amplamente estudado em várias culturas (SOUZA et al., 2011).

Figura 10 – Índices de clorofila foliar de plantas de lúpulo em função de doses de nitrogênio aos 75, 120 e 150 dias após o transplante. Praia Grande – SC, 2018.

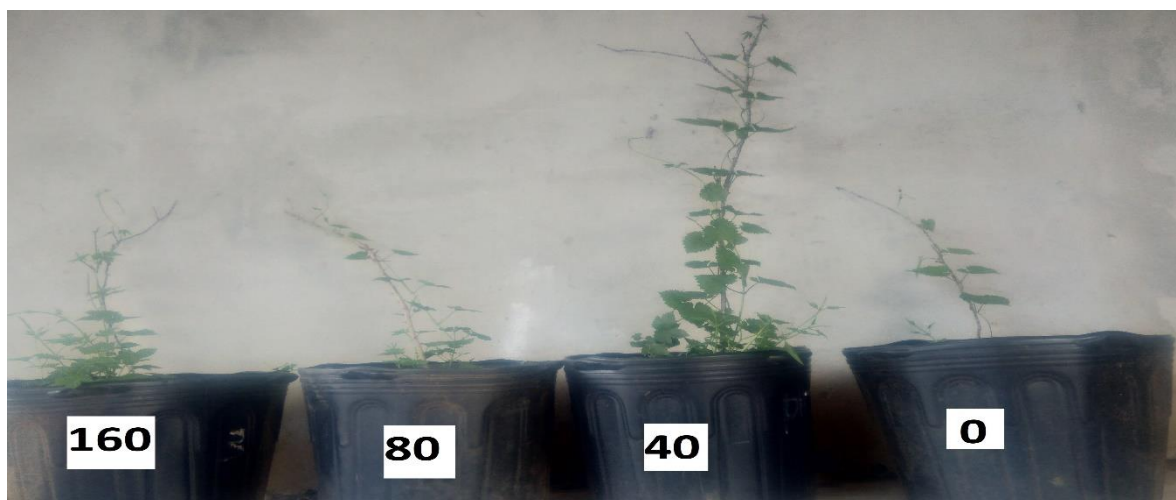


Fonte: Produção do próprio autor.

6.4 ANÁLISE FOLIAR DAS PLANTAS DE LÚPULO

6.4.1 Plantas com 85 dias após o transplante

Figura 11 – Plantas de lúpulo a partir da aplicação de doses de nitrogênio (0;40;80;160 kg. ha⁻¹) aos 85 dias após o transplante. Praia Grande – SC, 2018.



Fonte: Produção do próprio autor.

Os teores de macronutrientes foliar em função das doses de nitrogênio após 85 dias do transplante podem ser vistos na Tabela 5.

Tabela 5 – Teores de macronutrientes foliar das plantas de lúpulo em função das doses de nitrogênio após 85 dias do transplante.

Doses de Nitrogênio (kg. ha ⁻¹)	Teor foliar (%)				
	N ^{ns}	P ^{ns}	K ^{ns}	Ca*	Mg ^{ns}
0	3,62	0,47	2,72	1,34	0,68
40	4,15	0,47	2,72	1,20	0,60
80	4,12	0,50	2,77	1,14	0,67
160	4,15	0,51	3,07	1,15	0,66
CV%	9,99	16,55	15,85	6,42	9,98

^{ns} Não significativo a 5 % de probabilidade. ($p >= 0,05$)

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

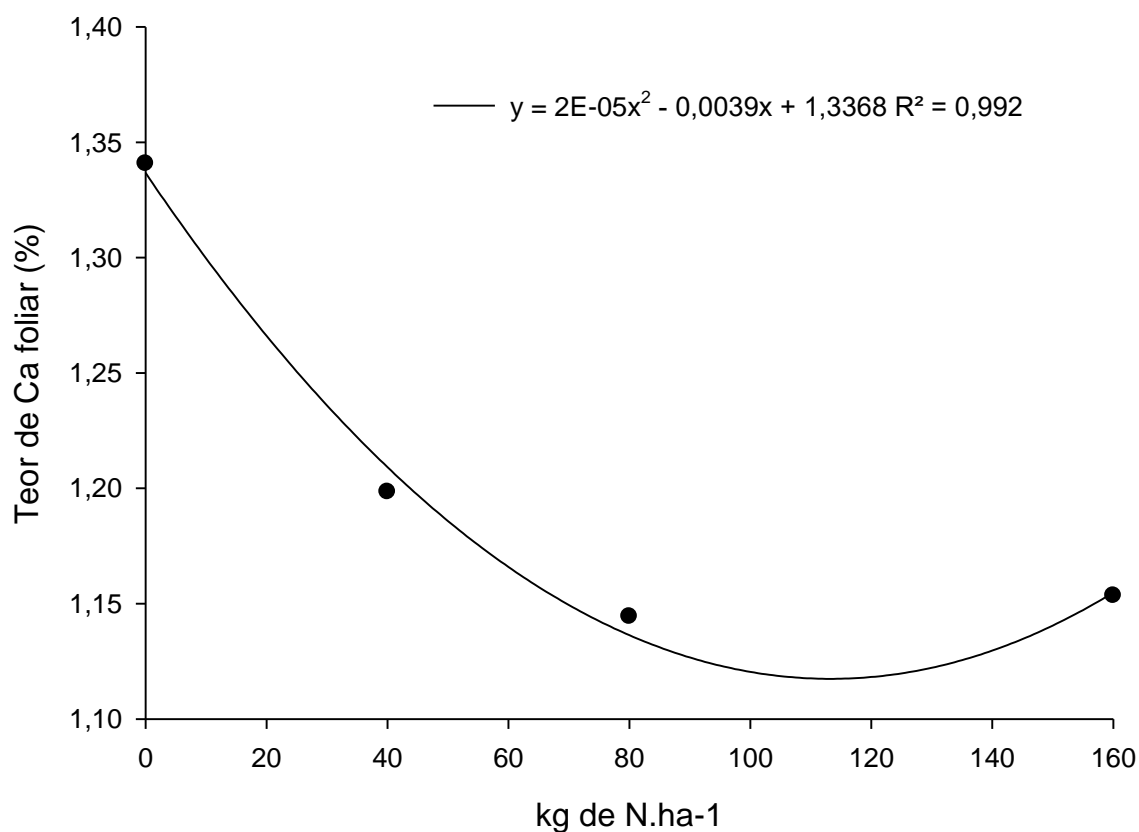
A análise estatística não demonstrou diferença nos teores foliar dos macronutrientes avaliados, em função das doses de nitrogênio aplicadas, exceto em relação ao cálcio que apresentou diminuição nestes teores em função do aumento das doses de nitrogênio.

O teor médio de nitrogênio nas plantas controle ficou em torno de 0,50 % em relação às plantas adubadas, possivelmente pela planta ter alcançado a capacidade máxima de absorção deste nutriente para a fase de desenvolvimento que se encontrava e solo inicial conseguir suprir como fonte de nitrogênio.

Os teores máximos de fósforo variaram muito pouco entre os tratamentos, cerca de 0,04 %, sendo que estes valores, segundo manual da cultura de Vavera e col. (2017), já estavam em excesso para a planta de lúpulo.

Os níveis de potássio foliar ficaram dentro dos valores de normalidade para cultura, enquanto que os valores de magnésio ficaram acima dos níveis esperados para a cultura, os teores de cálcio ficaram dentro do normal (VAVERA, KŘIVÁNEK, PECHOVÁ, 2017), porém ocorreu um decréscimo no cálcio em função do nitrogênio aplicado (Figura 12).

Figura 12 – Teores de Calcio foliar de plantas de lúpulo em função da adubação nitrogenada aos 85 dias após o transplante. Praia Grande – SC, 2018.



Fonte: Produção do próprio autor.

O teor de cálcio sofreu um decréscimo com o aumento da quantidade de nitrogênio. Com ponto mínimo na dose de 97,5 Kg de N. ha⁻¹ de acordo com a equação da figura 12, o decréscimo foi de aproximadamente de 15%. Estes resultados podem estar associados à diluição dos teores foliares pelo desenvolvimento da planta, como observado por Spiers (1993) analisando a cultura da framboesa, ou devido a competição do NH₄⁺, proveniente da hidrólise da ureia por íons de Ca²⁺, que provocou uma menor absorção deste nutriente e por consequência a diminuição dos seus teores foliares (CARVALHO et al. 2002; COSTA; VITTI; CANTARELLA, 2003).

6.4.2 Plantas com 120 dias após o transplante

Figura 13 – Plantas de lúpulo submetidas a doses de nitrogênio aos 120 dias após o transplante (a) controle; (b) dose de 40 kg de N.ha⁻¹; (c) dose de 80 kg de N.ha⁻¹; (d) dose de 160 kg de N.ha⁻¹. Praia Grande – SC, 2018.



Fonte: Produção do próprio autor.

Os teores de macronutrientes foliar em função das doses de nitrogênio após 120 dias do transplante podem ser vistos nas Tabelas 6, 7, 8, 9 e 10, respectivamente para Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio.

A análise estatística não apresentou diferença nos teores foliares dos macronutrientes K, Ca e Mg, tanto para o efeito das doses de nitrogênio, quanto para a aplicação do ácido giberélico, contudo ocorreu interação entre as doses de nitrogênio e o ácido giberélico.

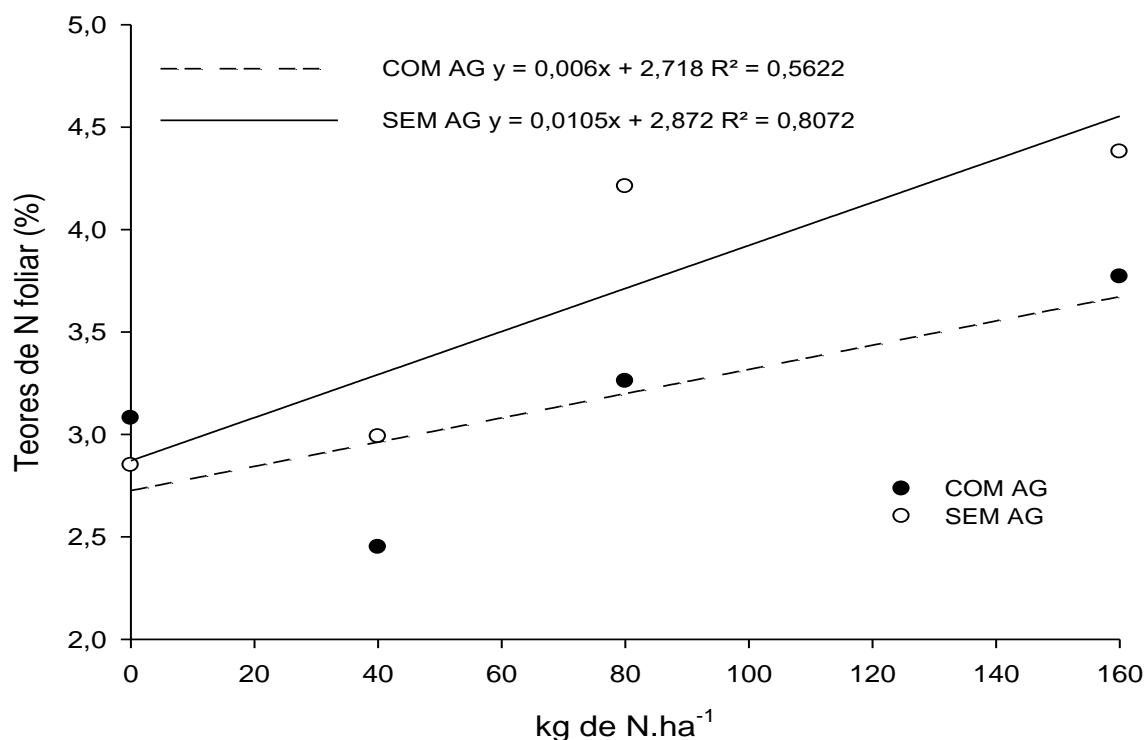
Tabela 6 – Teores de nitrogênio foliar das plantas de lúpulo tratadas com ácido giberélico em função das doses de nitrogênio 120 dias após transplante. Praia Grande SC, 2018.

Doses de Nitrogênio (kg. ha ⁻¹)	Teor de N (%)	
	Com AG	Sem AG
0	3,07 a	2,85 a
40	2,45 b	2,99 a
80	3,26 b	4,21 a
160	3,78 b	4,38 a
CV1%	13,08	CV2% 9,91

*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os resultados mostram que na avaliação aos 120 dias após o transplante, que o ácido giberélico afetou negativamente os teores foliares de nitrogênio para as plantas que receberam adubação nitrogenada (Tabela 5), sendo que este comportamento não foi verificado nas plantas controle. Esta diminuição do teor de nitrogênio pode ser atribuída a um alongamento foliar e a um maior desenvolvimento das gemas, promovidos pelo ácido giberélico (Figura 8), que ocasionou uma diluição deste nutriente devido a sua migração para essas áreas de expansão, pois o nitrogênio tem função essencial como componente estrutural nas plantas (FAQUIN, 2005).

Figura 14 – Teores de Nitrogênio foliar de plantas de lúpulo em função da adubação nitrogenada e a aplicação de ácido giberélico aos 120 dias após transplante. Praia Grande – SC, 2018.



Fonte: Produção do próprio autor.

O aumento das doses de nitrogênio proporcionou o aumento do teor foliar deste nutriente, tanto nas plantas que receberam ácido giberélico como nas que não receberam (Figura 14), o crescimento foi linear em função da adubação nitrogenada. Porém, as plantas que receberam o ácido giberélico apresentaram menor coeficiente angular, o que indica que o ácido giberélico diminuiu o acúmulo de nitrogênio nas plantas.

Tabela 7 – Teores de fósforo foliar das plantas de lúpulo tratadas com ácido giberélico em função das doses de Nitrogênio 120 dias após transplante. Praia Grande SC, 2018

Doses de Nitrogênio (kg. ha ⁻¹)	Teor de P (%)	
	Com AG	Sem AG
0	0,55 a	0,51 a
40	0,44 a	0,47 a
80	0,42 b	0,70 a
160	0,39 a	0,46 a
CV1%	15,98	CV2% 21,59

*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As folhas de lúpulo apresentaram diferença no conteúdo de fósforo apenas na dose de 80 Kg de N. ha⁻¹ em função da aplicação do ácido giberélico, comportamento este que destoa do resto das avaliações do experimento, possivelmente devido a menor estatura das plantas, desse tratamento, que provocou uma menor diluição do fósforo.

Tabela 8 – Teores de potássio foliar das plantas de lúpulo tratadas com ácido giberélico em função das doses de nitrogênio 120 dias após transplante. Praia Grande SC, 2018.

Doses de Nitrogênio (kg. ha ⁻¹)	Teor de K (%)		
	Com AG	Sem AG	
0	2,86	2,18	
40	2,13	1,70	
80	1,88	2,57	
160	2,95	2,11	
CV1%	32,23	CV2%	31,19

*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os teores de potássio variaram entre 1,70% a 2,95%, valores esses, de forma geral, superiores aos verificados por Oliveira (2016) para a mesma cultura. Com exceção da dose 80 kg. ha⁻¹, todas as outras dosagens proporcionaram valores brutos maiores de potássio nas plantas que receberam aplicação exógena do ácido giberélico. Porém os coeficientes de variação do potássio foram muito elevados o que pode ter prejudicado a observação de diferenças significativas (Tabela 7).

Tabela 9 - Teores de cálcio foliar das plantas de lúpulo tratadas com ácido giberélico em função das doses de nitrogênio 120 dias após transplante. Praia Grande SC, 2018.

Doses de Nitrogênio (kg. ha ⁻¹)	Teor de Ca (%)		
	Com AG	Sem AG	
0	2,06	2,16	
40	1,71	1,86	
80	2,66	2,02	
160	2,02	2,11	
CV1%	19,12	CV2%	13,96

*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Na segunda avaliação foliar não foi observado efeito da adubação nitrogenada nos tores de cálcio (Tabela 9). Esse comportamento pode ter ocorrido devido a primeira avaliação ter sido feita próxima da aplicação de ureia, e a mesma ainda estar em processo de hidrólise, competindo pela absorção com o cálcio. A avaliação mais distanciada da adubação nitrogenada e com o término da hidrólise, demonstrou valores de cálcio estáveis nas folhas (MALAVOLTA, 1980; LONGO; MELO, 2005).

Tabela 10 - Teores de magnésio foliar das plantas de lúpulo tratadas com ácido giberélico em função das doses de nitrogênio após 120 dias do transplante.

Doses de Nitrogênio (kg. ha ⁻¹)	Teor de Mg (%)	
	Com AG	Sem AG
0	0,49	0,55
40	0,42	0,46
80	0,58	0,51
160	0,50	0,55
CV1%	15,90	CV2% 8,98

*Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os teores de magnésio também não apresentaram diferenças nos tratamentos avaliados. Os valores obtidos foram similares aos encontrados por Oliveira (2016), no seu estudo de adubação fosfatada para essa mesma cultura.

6.4.3 Plantas com 150 dias após o transplante

Os teores foliares de Nitrogênio, Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio das plantas de lúpulo aos 150 dias após o transplante, tratadas com ácido giberélico em função das doses de podem ser vistos nas Tabelas 10, 11, 12, 13 e 14. A Figura 14 representa os teores destes nutrientes na sua concentração nas folhas em função da distribuição na parte aérea da planta. Os elementos P e Mg não apresentaram nenhuma diferença estatística em função dos fatores avaliados.

Tabela 11 – Teores de Nitrogênio foliar em diferentes partes das plantas de lúpulo tratadas com o ácido giberélico em função das doses de Nitrogênio aos 150 dias após transplante. Praia Grande – SC, 2018.

Doses de Nitrogênio (kg. ha ⁻¹) ^L	Ácido Giberélico	Teores de Nitrogênio (%)		
		Parte da planta*		
		Inferior	Meio	Superior
0	COM AG	1,41	2,64	1,59
	SEM AG	1,46	1,71	1,93
40	COM AG	1,60	1,59	1,95
	SEM AG	1,79	1,80	1,74
80	COM AG	1,57	1,85	1,77
	SEM AG	1,67	1,81	2,35
160	COM AG	1,91	2,32	2,81
	SEM AG	2,46	1,91	2,39
CV1%	28,05	CV2%	26,01	

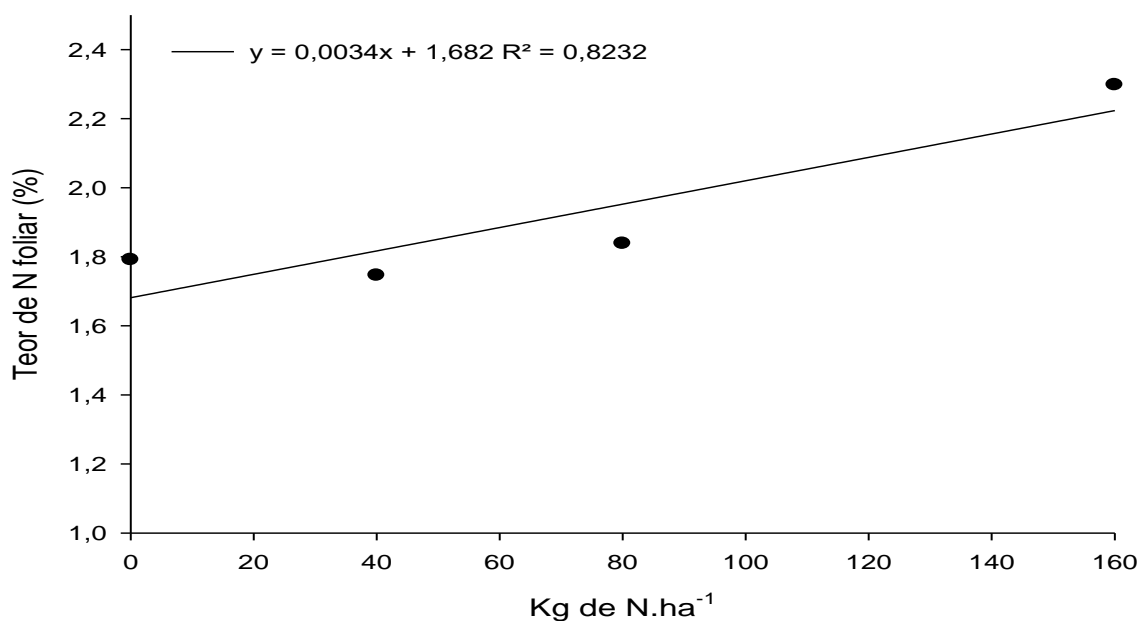
*Médias diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

^L Significativo para regressão linear entre as doses, pelo teste F.

Os teores foliares de nitrogênio apresentaram diferenças em função da adubação nitrogenada, bem como nas suas distribuições nas partes das plantas. Nessa última avaliação não foi observada a influência do ácido giberélico nos teores desse nutriente, os valores encontrados demonstraram uma queda grande no conteúdo de nitrogênio foliar.

As concentrações de N por parte da planta serão discutidas junto com a distribuição dos outros elementos analisados neste experimento, os valores encontrados de N indicam a necessidade de maior atenção ao manejo deste nutriente que é muito importante para planta uma, mas que em excesso pode prejudicar a qualidade dos cones colhidos, devido à uma provável diminuição dos alfa ácidos e dos composto aromático (BURGESS; GOODWIN; 1936; NEVE,1991; MARAVOT,2007).

Figura 15 – Teores de Nitrogênio foliar de plantas de lúpulo em função da adubação nitrogenada aos 150 dias após transplante. Praia Grande – SC, 2018.



Fonte: Produção do próprio autor.

Houve resposta linear positiva nos teores de N na folha em função da adubação nitrogenada, resposta que se justifica pelo maior fornecimento do elemento à planta devido, com maior quantidade de nitrogênio disponível maior sua assimilação e acumulação no vegetal.

Tabela 12 – Teores de Fósforo foliar em diferentes partes das plantas de lúpulo tratadas com o ácido giberélico em função das doses de Nitrogênio aos 150 dias após transplante. Praia Grande – SC, 2018.

Doses de Nitrogênio (kg. ha ⁻¹)	Ácido Giberélico	Teores de Fósforo (%)		
		Partes da planta		
		Inferior	Meio	Superior
0	COM AG	0,27	0,25	0,27
	SEM AG	0,34	0,31	0,30
40	COM AG	0,25	0,27	0,25
	SEM AG	0,29	0,31	0,29
80	COM AG	0,24	0,33	0,34
	SEM AG	0,35	0,26	0,30
160	COM AG	0,31	0,27	0,27
	SEM AG	0,25	0,25	0,25
CV1%	23,66	CV2%	19,24	

*Médias diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os teores de fósforo não apresentaram variação nem em resposta a adubação nitrogenada, nem ao ácido giberélico, como também não ocorreu diferença na distribuição nas partes da planta, com seu valores variando 0,1% entre os tratamentos, valores esse que estão dentro de valores encontrados para a cultura, já que o solo do experimento estava em condições não prejudiciais para a disponibilização de P a cultura com pH entorno de 6,0 (OLIVEIRA, 2016).

Tabela 13 – Teores de Potássio foliar em diferentes partes das plantas de lúpulo tratadas com o ácido giberélico em função das doses de Nitrogênio aos 150 dias após transplante. Praia Grande – SC, 2018.

Doses de Nitrogênio (kg. ha ⁻¹)	Ácido Giberélico*	Teores de Potássio (%)		
		Parte da planta		
		Inferior	Meio	Superior
0	COM AG	2,32	2,31	2,25
	SEM AG	1,42	1,93	1,10
40	COM AG	2,08	2,09	2,16
	SEM AG	1,57	1,64	1,56
80	COM AG	2,13	2,49	2,18
	SEM AG	2,27	1,82	1,46
160	COM AG	3,00	2,64	2,36
	SEM AG	1,74	1,80	1,86
CV1%	30,76	CV2%	22,09	

*Médias diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os teores de potássio foram alterados pela aplicação de ácido giberélico, sem que a sua utilização tenha promovido um aumento nos teores de potássio na planta, esse efeito se deve ao alongamento que o fitohormônio promove nas folhas (XU et al.,2016), sendo que o potássio se distribui principalmente no mesófilo (SHABALA,2003), zona que foi alongada pelo ácido giberélico. Com maior área de mesofilo, provavelmente a planta acumulou maiores quantidades de potássio na sua folha.

Diversos relatos como de Badge; Panchbhai; Gajbhiye (2015), demonstram que a aplicação exógena de ácido giberélico promoveu um aumento nos teores de potássio foliar. No experimento esse aumento de potássio se demonstrou contínuo com aumento das dosagens de ácido giberélico. Noutro trabalho realizado com

cúrcuma foi verificado que o ácido giberélico aumentou cerca de 40% dos teores de potássio foliar, mostrando a capacidade que o fitohormônio possui no acúmulo deste nutriente nos tecidos (KHUANKAEW; OHYAMA; RUAMRUNGSRI, 2008).

Alguns tratamentos apresentaram teores de potássio considerados muito baixos, como os que tiveram valores menores que 1,7%. Isto se deve pela alta demanda que as plantas de lúpulo têm em seu desenvolvimento, sendo muito comum visualizar a sintomatologia de deficiência em cultivo, como com clorose e necrose das bordas das folhas (SKOMRA, KAWKA-LIPIŃSKA, 2018).

Tabela 14 – Teores de Cálcio foliar em diferentes partes das plantas de lúpulo tratadas com o ácido giberélico em função das doses de Nitrogênio aos 150 dias após transplante. Praia Grande – SC, 2018.

Doses de Nitrogênio (kg. ha ⁻¹)	Ácido Giberélico	Teores de Cálcio (%)		
		Parte da planta*		
		Inferior	Meio	Superior
0	COM AG	2,22	1,65	1,20
	SEM AG	2,22	2,31	2,79
40	COM AG	1,66	1,64	0,92
	SEM AG	2,09	1,79	1,61
80	COM AG	2,22	1,49	1,40
	SEM AG	2,39	1,64	1,32
160	COM AG	2,26	1,50	0,85
	SEM AG	2,24	2,08	1,30
CV1%	39,11	CV2%	36,78	

*Médias diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As análises de cálcio foliar apresentaram diferenças na planta em relação a sua distribuição, apresentando maiores teores na parte inferior da planta em relação à parte superior. Isso se deve à baixa mobilidade do cálcio nas plantas ao longo do tempo.

Tabela 15 – Teores de Magnésio foliar em diferentes partes das plantas de lúpulo tratadas com o ácido giberélico em função das doses de Nitrogênio aos 150 dias após transplante. Praia Grande – SC, 2018.

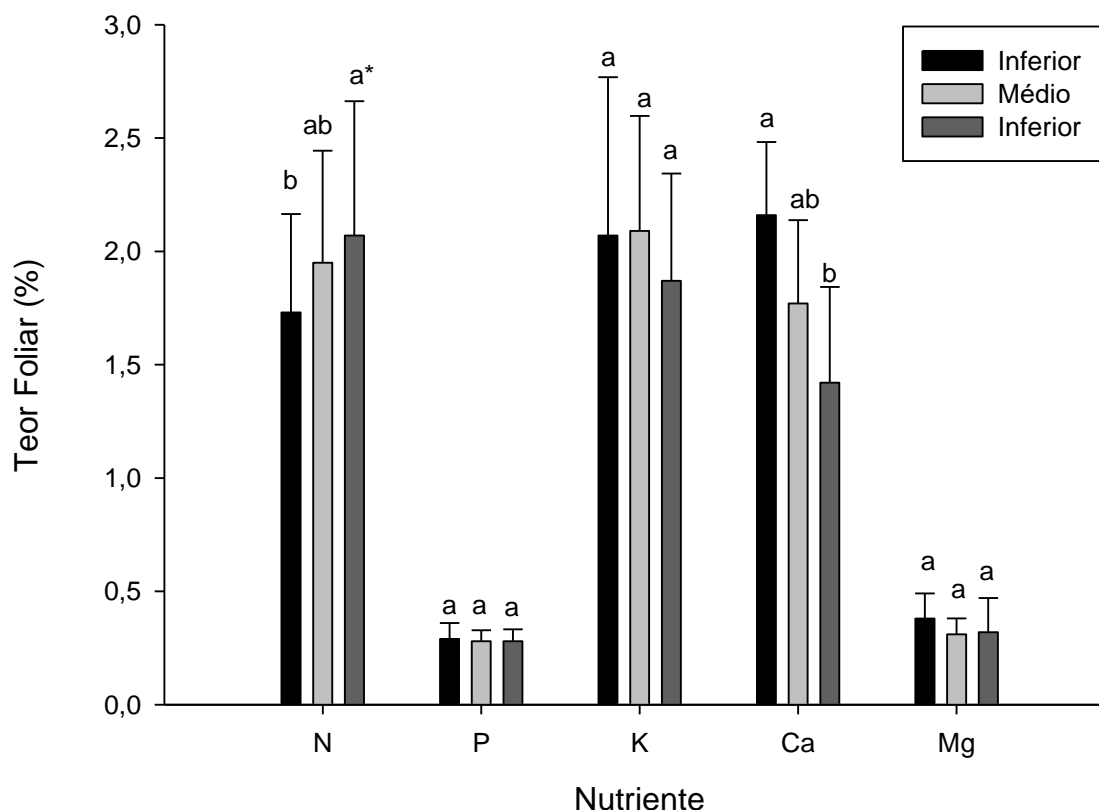
Doses de Nitrogênio (kg. ha ⁻¹)	Ácido Giberélico	Teores de Magnésio (%)		
		Parte da planta		
		Inferior	Meio	Superior
0	COM AG	0,33	0,31	0,23
	SEM AG	0,45	0,36	0,50
40	COM AG	0,33	0,28	0,19
	SEM AG	0,37	0,31	0,31
80	COM AG	0,31	0,25	0,24
	SEM AG	0,46	0,33	0,53
160	COM AG	0,37	0,30	0,22
	SEM AG	0,41	0,37	0,31
CV1%	39,76	CV2%	29,77	

*Médias diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os teores de magnésio foliar não se mostraram diferentes em função dos tratamentos testados. Os teores encontrados foram semelhantes aos encontrados por LaShell (2016) nas safras 2014 e 2015 para a mesma cultivar analisada, sendo considerados normais para a cultura.

Como pode ser observado na Figura 16, somente o nitrogênio e o cálcio tiveram seus teores foliares distintos na distribuição espacial na planta. Os valores dos dois elementos se comportaram de forma oposta nas partes da planta. Enquanto o nitrogênio apresentou maior concentração na porção superior, o cálcio apresentou superioridade na porção inferior das plantas. Os demais elementos mantiveram-se com a mesma distribuição ao longo da planta.

Figura 16 – Teores médio dos nutrientes nas folhas da parte aérea lúpulo por parte de planta aos 150 dias após transplante. Praia Grande – SC, 2018.



*Médias diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Produção do próprio autor.

De acordo com Marschner (1986), a resposta para esse comportamento se deve a mobilidade deste elemento na planta, sendo o nitrogênio um elemento muito móvel e que se desloca para a parte superior para formação de tecidos novos. Já o cálcio é o elemento com menor mobilidade dentre os analisados e faz com que o elemento fique concentrado nos tecidos velhos.

O nitrogênio apresenta o comportamento de se movimentar para as folhas mais novas e para áreas que recebem mais iluminação. Este comportamento é verificado na maioria das plantas superiores, com a distribuição dos aminoácidos e quebra das proteínas das folhas mais velhas e transporte via floema até os órgãos em formação (ACKERLY, 1992; YONEYAMA; ITO; ENGELAAR, 2003; FAQUIN, 2005).

A principal função da mobilização do nitrogênio é minimizar as deficiências do nutriente nas plantas. No presente estudo foi verificado que aos 150 dias após o transplante alguns teores considerados baixos (menores que 2%), que ocorreu provavelmente devido a mobilidade deste nutriente a terço superior da planta, o que

promoveu amarelecimento das folhas inferiores (VAVERA, KŘIVÁNEK, PECHOVÁ, 2017). Estas informações demonstram necessidade de complementação adicional de nitrogênio visando dar continuidade ao crescimento normal da planta.

Os resultados confirmam que o cálcio apresenta taxas de realocação baixas, devido sua baixa concentração no floema, juntamente com a baixa solubilidade dos compostos de Ca, que proporciona sua sintomatologia de deficiência em partes mais jovens das plantas.

Essa baixa mobilidade do cálcio pode ser vista em várias plantas, porém no experimento não foram observados valores que indicam deficiência do nutriente que são teores abaixo de 1% na folha. De acordo Vavera; Křivánek; Pechová (2017), a deficiência de cálcio no lúpulo ocorre quando os teores foliares encontram-se abaixo de 1 %.

7 CONCLUSÃO

As plantas de *Humulus lupulus L.* tiveram resposta positiva a adubação nitrogenada proporcionando um maior acúmulo de massa seca das plantas, além dos aumentos de nitrogênio e de índice de clorofila foliares.

O ácido giberélico proporcionou também um incremento de massa seca das plantas de lúpulo, bem como teve efeito positivo nos teores foliares de potássio, porém promoveu um decréscimo nos índices de clorofila foliar.

O ácido giberélico nesse estudo não apresentou resposta positiva no desenvolvimento da cultura do lúpulo.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados observados, para as condições de estudo, ainda iniciais demonstram que o lúpulo se desenvolve nas condições avaliadas, o nitrogênio não se faz necessário a utilização de grandes doses no momento do transplante, afim de evitar o aspecto de touceira da planta e evitar a aparição de ramos ladrões. A utilização de ácido giberélico não foi eficiente em acelerar a floração da planta, porém ele proporcionou um bom desenvolvimento das gemas, se aplicação tivesse ocorrido em um momento posterior do ciclo no momento da formação das gemas floríferas, seu efeito poderá ser positivo no aumento da floração.

Os teores foliares verificados no final do experimento podem ter seus valores limitados pelo uso que vasos, no qual limitaram o crescimento radicular e por consequência a absorção dos nutrientes pela planta. Na instalação de plantações sempre do ponto de vista técnico verificar as condições iniciais do solo do ponto de vista químico, físico e biológico, a partir disso fazer a recomendação, além do acompanhamento nutricional e reposição da extração da cultura.

Como já destacado, os resultados são iniciais, se fazendo necessário estudos em outras condições de plantio, bem como diversos estudos com a cultura com fontes e formas de adubação, além do efeito na produção e principalmente na qualidade dos cones produzidos, bem como a estruturação da pesquisa e desenvolvimento da cadeia produtiva do lúpulo no Brasil.

REFERÊNCIAS

ALMAGUER, Cynthia et al. Humulus lupulus- a story that begs to be told. A review. **Journal Of The Institute Of Brewing**, [s.l.], p.1-26, set. 2014. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/jib.160>.

ARAÚJO, Edcássio Dias et al. Effects of gibberellic acid on Tifton 85 bermudagrass (*Cynodon* spp.) in constructed wetland systems. **Plos One**, [s.l.], v. 13, n. 10, p.1-26, 26 out. 2018. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0206378>.

ACKERLY, D. D.. Light, leaf age, and leaf nitrogen concentration in a tropical vine. **Oecologia**, v. 89, n. 4, p.596-600, abr. 1992. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00317169>.

BADGE, Shalini; PANCHBHAI, D. M.; GAJBHIYE, R. P.. Nutrient content, uptake and yield in African marigold (*Tagetes erecta* Linn) as influenced by pinching and foliar application of gibberellic acid. **Indian Journal Of Agricultural Research**, [s.l.], v. 49, n. 6, p.534-538, 2 dez. 2015. Agricultural Research Communication Center. <http://dx.doi.org/10.18805/ijare.v49i6.6681>.

BAKEER, S.M.. Effect of summer hedge-pruning and gibberellic acid foliar spray on yield and alternate bearing of S-700 jojoba clone (*Simmondsia chinensis* (Link) Schneider). **Industrial Crops And Products**, [s.l.], v. 128, p.371-376, fev. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.11.017>.

BAVEC, F. et al. Hop yield evaluation depending on experimental plot area under different nitrogen management. **Plant Soil Environ**. v.49, n.4, p.163-170, 2003.

BERBEĆ, S. **Metodyka integrowanej ochrony chmielu**. PUŁAWY, 2015.

BRASIL, E. C. et al. Efeito da adubação nitrogenada e potássica e do calcário no desenvolvimento de mudas de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 21, n. 1, p.52-56, jan. 1999.

BREMER, Birgitta. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal Of The Linnean Society**, v. 141, n. 4, p.399-436, abr. 2003. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1046/j.1095-8339.2003.t01-1-00158.x>.

BURGESS, A.H., **Hops, botany, cultivation and utilization**. ed. Polunin, N. Interscience Publishers, New York, 1964.

CANBAŞ, O.; ERTEN, H; ÖZŞAHİN, F. The effects of storage temperature on the chemical composition of hop pellets. **Process Biochemistry**, [s.l.], v. 36, n. 11, p.1053-1058, maio 2001. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0032-9592\(01\)00134-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0032-9592(01)00134-0).

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In; NOVAIS, R. F. et al. Fertilidade do solo. Viçosa, MG; **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. 1017p. 375 a 470.

CARVALHO, Almy Junior Cordeiro de et al. Teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em função de adubação nitrogenada, irrigação e épocas de amostragem. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 1, p.121-127, mar. 2002. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-90162002000100018>.

ČEH, B. Impact of slurry on the hop (*Humulus lupulus* L.) yield, its quality and N-min content of the soil. **Plant Soil Environ.**, v.60, n.6 p.267-273, 2014.

ČERENAK, A. M. Dolimar et al. **Priročnik za hmeljarje**. Ljubljana: Inštitut Za Hmeljarstvo In Pivovarstvo Žalec, 2002. p. 21-30.

COELHO, Eugênio F. et al. Concentração de nitrato no perfil do solo fertigado com diferentes concentrações de fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 3, p.263-269, mar. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662014000300004>.

COELHO, Ygor da Silva; OLIVEIRA, Antonio Alberto Rocha; CALDAS, Ranulfo Correa. Efeitos do ácido giberélico (AG3) no crescimento de porta-enxertos para citros. **Pesq. Agropec. Bras**, Brasília, v. 11, n. 18, p.1229-1232, nov. 1983.

COSTA, M. C. G.; VITTI, G. C.; CANTARELLA, H.. Volatilização de N-NH₃ de fontes nitrogenadas em cana-de-açúcar colhida sem despalha a fogo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 27, n. 4, p.631-637, ago. 2003. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832003000400007>.

DB-CITY. 2018. Disponível em < <http://pt.db-city.com>> acesso em 08 de ago. 2018.

DeNoma, Jeanine S.,. *Humulus Genetic Resources. Hop*. USDA ARS National Clonal Germplasm Repository, Corvallis, Oregon,2000. Acessado em 16/10/2018 <http://www.arsgrin.gov/ars/PacWest/Corvallis/ncgr/humulus/huminfo.html>

DOLINSKI, Marcos Antonio et al. Produção, teor foliar e qualidade de frutos do pessegueiro 'Chimarrita' em função da adubação nitrogenada, na região da Lapa-PR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p.295-299, ago. 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-29452005000200027>.

DONAGEMMA, Guilherme Kangussu et al. Distribuição do amônio, nitrato, potássio e fósforo em colunas de latossolos fertirrigadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 6, p.2493-2504, dez. 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832008000600026>.

DUKE, J.A., *Humulus lupulus L. Handbook of Energy Crops*.1983.

ECHER, Márcia de Moraes et al. Uso de bioestimulante na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Sem. Ci. Agr.**, Londrina, v. 27, n. 3, p.351-359, 30 jun. 2006. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2006v27n3p351>.

EVANS, J. R.; POORTER, H.. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. **Plant, Cell And Environment**, [s.l.], v. 24, n. 8, p.755-767, ago. 2001. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-3040.2001.00724.x>.

FALCIONI, Renan et al. Distinct growth light and gibberellin regimes alter leaf anatomy and reveal their influence on leaf optical properties. **Environmental And**

Experimental Botany, [s.l.], v. 140, p.86-95, ago. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2017.06.001>.

FAQUIN, V. Nutrição mineral de plantas. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2001. 182p.

FARAG, Mohamed; WESSJOHANN, Ludger. Metabolome Classification of Commercial *Hypericum perforatum* (St. John's Wort) Preparations via UPLC-qTOF-MS and Chemometrics. **Planta Medica**, v. 78, n. 05, p.488-496, 23 jan. 2012. Georg Thieme Verlag KG. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0031-1298170>.

FURLANI JUNIOR, E. ; ARF, O. . **Adubação nitrogenada na cultura do milho com base na leitura de clorofila ICF**. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2008, Londrina - PR. XXVII Congresso Nacional de Milho e Ssorgo, 2008. v. 1. p. 1-4.

GOMES, Erik Nunes et al. Leaf area and intermittent misting on hop plants propagation by stem cuttings. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, [s.l.], v. 12, n. 2, p.508-513, 1 maio 2018. Sociedad Colombiana de Ciencias Hoticolas. <http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2018v12i2.7652>.

GRAF, Tobias et al. *Humulus lupulus* – The Hidden Half. **Brewingscience**, [s.l.], v. 6, n. 67, p.161-166, nov. 2014.

GRIN,. *World Economic Plants Report From USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network – (GRIN)* (Online Database). National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. Acessado em 15/10/2018 em <http://www.ars-grin.gov>

HAN, J., Murray, et al. (2014). The Effects of Gibberellic Acid on Sex Expression and Secondary Sexual Characteristics in Papaya. **HortScience**, 49(3), 378–383.

JIMENO, E. Garzon; MORADILLO, J.L Villarias. Evolución de los macronutrientes en el cultivo de lúpulo. *Agricultura: Revista agropecuaria*, n 780, 1997, p. 573-576, 1997.

KHUANKAEW, Thiraporn; OHYAMA, Takuji; RUAMRUNGSRI, Soraya. Effects of Gibberellin Application on Growth and Development of *Curcuma alismatifolia* Gagnep. **Bull.facul.agric.niigata Univ**, [s.l.], v. 2, n. 60, p.135-140, dez. 2008.

LASHELL, Beth. Analyzing Hops Varieties for High Altitude Production and Alternative Marketing Schemes. **Fort Lewis College**. Durango, p. 1-34. fev. 2016.

LIBERATORE, Claudia Maria et al. Chemical and physical pre-treatments to improve in vitro seed germination of *Humulus lupulus* L., cv. Columbus. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 235, p.86-94, maio 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2018.02.077>.

LINKE, W., . **La culture du houblon**. Dunod, Paris., 1958.

LONGO, Regina Marcia; MELO, Wanderley José de. Hidrólise da uréia em latossolos: efeito da concentração de uréia, temperatura, pH, armazenamento e tempo de incubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s.l.], v. 29, n. 4, p.651-657, jul. 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832005000400018>.

MACHADO, M. P. et al. Micropropagation and Establishment of *Humulus lupulus* L. Plantlets Under Field Conditions at Southern Brazil. **Journal Of Agricultural Science**, v. 10, n. 7, p.275-281, 8 jun. 2018. Canadian Center of Science and Education. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v10n7p275>.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo, Agronômica Ceres, 2006. 638p.

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

MAROVČ, Miha. **Vpliv gostote in razporeditve rastlin na rast, razvoj in kakovost hmelja (*Humulus Lupulus L.*) kultivarja 279D112**. 2007. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Univerza V Ljubljani, Ljubljana, 2007.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London, Academic Press Inc., 1986. 674p.

MARTÍNEZ, G. A.; CHAVES, A. R.; AÑÓN, M. C. Effect of exogenous application of gibberellic acid on color change and phenylalanine ammonia-lyase,. **Journal Of Plant Growth Regulation**, [s.l.], v. 15, n. 3, p.139-146, jul. 1996. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00198929>.

MATTOS, Maria Laura Turino; FREIRE, Cláudio José da Silva; MAGNANI, Marcio. Crescimento e teores foliares de N, P, K, Ca e Mg em pessegueiro cv. Diamante com diferentes níveis de N aplicado ao solo. **Pesq. Agropec. Bras**, v. 26, n. 9, p.1315-1321, set. 1991.

MURPHY, J.; RILEY, J. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Elsevier . 1962.

NEVE, R. A.. **Hops**. 3. ed. New York: Simmonds, 1991. 223 p.

OLIVEIRA, Marcus Vinícius Ribeiro de. **Crescimento do lúpulo influenciado por calagem e fornecimento de fósforo**. 2016. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2016.

PEREIRA, Jonny Everson Scherwinski et al. Crescimento de plantas micropropagadas de macieira em casa de vegetação com aplicações de ácido giberélico. **Pesq. Agropec. Bras**, Brasília, v. 6, n. 36, p.881-886, jun. 2001

POKORNÝ, J. et al. Photosynthetic activity of selected genotypes of hops (*Humulus lupulus L.*) in critical periods for yield formation. **Plant, Soil And Environment**, [s.l.], v. 57, n. 6, p.264-270, 8 jun. 2011. Czech Academy of Agricultural Sciences. <http://dx.doi.org/10.17221/30/2011-pse>.

R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343p

ROBERTS, J. B.; STEVENS, R.. EFFECT OF GIBBERELIC ACID ON THE GROWTH OF HOPS. **Journal Of The Institute Of Brewing**, v. 68, n. 3, p.247-250, 6 maios 1962.

ROCHA, Filomena Alexandre dos Santos. **Distribuição e ecologia do lúpulo (Humulus lupulus L.) em Portugal**. 2005. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade de Minho, Braga, 2005.

RODE, Janko et al. HMELJNARASTLINA. In: ČERENAK, A. M. Dolimar et al. **Priročnik za hmeljarje**. Ljubljana: Inštitut Za Hmeljarstvo In Pivovarstvo Žalec, 2002. p. 21-30.

RODRIGUES, Cristine et al. New perspectives of gibberellic acid production: a review. **Critical Reviews In Biotechnology**, v. 32, n. 3, p.263-273, nov. 2011. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.3109/07388551.2011.615297>.

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

SHABALA, S. Regulation of Potassium Transport in Leaves: from Molecular to Tissue Level. **Annals Of Botany**, v. 92, n. 5, p.627-634, 10 set. 2003. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcg191>.

SKOMRA, Urszula. **Metodyka integrowanej ochrony chmielu**. PUŁAWY, 2015.

SKOMRA, Urszula; KAWKA-LIPIŃSKA, Magdalena. **PORADNIK SYGNALIZATORA OCHRONY CHMIELU**. PUŁAWY: Instytut Uprawy Nawożenia I Gleboznawstwa, 2018. 72 p.

SMALL, Ernest. A Numerical and Nomenclatural Analysis of Morpho-Geographic Taxa of *Humulus*. **Systematic Botany**, [s.l.], v. 3, n. 1, p.37-76, 1978. JSTOR. <http://dx.doi.org/10.2307/2418532>.

SOUSA, M. J. A. C. **Obtenção de plantas de *Humulus lupulus* L.** resistentes a vírus. Lisboa. 2005 Tese (Doutorado em Biotecnologia Vegetal. Universidade de Lisboa). Lisboa 2005.

SOUZA, Thais Regina de et al. Medida indireta da clorofila e sua relação com o manejo da adubação nitrogenada em plantas cítricas fertirrigadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p.993-1003, set. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-29452011000300036>.

SPIERS, James M.. Nitrogen, calcium, and magnesium fertilization affects growth and leaf elemental content of 'dormanred' raspberry. **Journal Of Plant Nutrition**, v. 16, n. 12, p.2333-2339, dez. 1993. <http://dx.doi.org/10.1080/01904169309364691>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre, Artmed Editora S. A. 2004. 719 p.

TAKEHARA, Sayaka; UEGUCHI-TANAKA, Miyako. Gibberellin. **Plant Structural Biology: Hormonal Regulations**, p.83-95, 2018. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-91352-0_6.

TASSINARI, G.; BUCHMANN, E.; SONEGO, M.; CARLESSI, L.V. Microbacia: Rio Malacara (Praia Grande, SC). Florianópolis: EPAGRI, 1997. 65p. (EPAGRI. Inventário das Terras em Microbacias Hidrográficas, 29). Mapas em encarte

TEDESCO, M. J at al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995.

THOMAS, G. G.; SCHWABE, W. W. Factors Controlling Flowering in the Hop (*Humulus lupulus* L.). **Annals Of Botany**, v. 33, n. 4, p.781-793, set. 1969.

THOMPSON, F. C.; NEVE, R. A. THE INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON THE COST OF PRODUCTION OF HOP α -ACID. **J. Inst. Brew.**, v. 78, n. 1, p.156-161, jan. 1972.

TOSCANO, Stefania et al. Physiological mechanisms for delaying the leaf yellowing of potted geranium plants. **Scientia Horticulturae**, v. 242, p.146-154, dez. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2018.07.030>.

VAVERA, Radek; KŘIVÁNEK, Jindřich; PECHOVÁ, Miroslava. **Výživa a hnojení produkčních chmelnic**. Praha: Výzkumný ústav Rostlinné Výroby, 2017. 37 p.

WAGNER, T. hmeljarstvo I. **O skripta za delavce - hmeljarje**. Kmetijski kombinat Žalec, 1968 e. 10-18.

XU, Qian et al. Gibberellin-Regulation and Genetic Variations in Leaf Elongation for Tall Fescue in Association with. **Scientific Reports**, [s.l.], v. 6, n. 1, p.1-12, 26 jul. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1038/srep30258>.

YONEYAMA, Tadakatsu; ITO, Osamu; ENGELAAR, Willem M.h.g.. Uptake, metabolism and distribution of nitrogen in crop plants traced by enriched and natural ¹⁵N: Progress over the last 30 years. **Phytochemistry Reviews**, v. 2, n. 1-2, p.121-132, jan. 2003. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1023/b:phyt.0000004198.95836.ad>.

ZANG, Yun-xiang et al. Effect of gibberellic acid application on plant growth attributes, return bloom, and fruit quality of rabbiteye blueberry. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 200, p.13-18, mar. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.057>.

ZANOLI, Paola; ZAVATTI, Manuela. Pharmacognostic and pharmacological profile of *Humulus lupulus* L. **Journal Of Ethnopharmacology**, [s.l.], v. 116, n. 3, p.383-396, mar. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2008.01.011>.

ZATTLER, F.; CHROMETZKA, P. Über den Einfluß von Gibberellins iure auf Blfiten und Doldenbildung beim Hopfen (*Humulus lupulus* L.). **Theoretical And Applied Genetics**, v. 38, n. 5, p.213-218, 1968. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00935270>.