

EDHIELLE VANESSA DE LIMA SOARES

**BIOMETRIA E TEOR DE FLAVONOIDES DE *Passiflora incarnata* L. SUBMETIDA
ÀS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE FOSFATO NATURAL REATIVO**

Botucatu

2019

EDHIELLE VANESSA DE LIMA SOARES

**BIOMETRIA E TEOR DE FLAVONOIDES DE *Passiflora incarnata* L. SUBMETIDA
ÀS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE FOSFATO NATURAL REATIVO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp, Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem.

Orientador: Leandro José Grava de Godoy

Botucatu

2019

S676b

Soares, Edhiele Vanessa de Lima

Biometria e Teor de Flavonoides de Passiflora Incarnata L. Submetida às
Lâminas de Irrigação e Doses de Fosfato Natural Reativo / Edhiele Vanessa de
Lima Soares. – Botucatu, 2019

80 p. : il., tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de
Ciências Agronômicas, Botucatu

Orientador: Leandro José Grava de Godoy

1. Agronomia. 2. Irrigação. 3. Fisiologia Vegetal. 4. Flavonoides. 5.
Metabólitos. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências
Agronômicas, Botucatu. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: "BIOMETRIA E TEOR DE FLAVONOÍDES DE *Passiflora incarnata* L.
SUBMETIDA ÀS LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE FOSFATO
NATURAL REATIVO"

AUTORA: EDHELLE VANESSA DE LIMA SOARES
ORIENTADOR: LEANDRO JOSE GRAVA DE GODOY

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA
(IRRIGAÇÃO E DRENAGEM), pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. LEANDRO JOSE GRAVA DE GODOY
Coordenadoria de Curso / UNESP - Câmpus de Registro

Prof. Dr. FILIPE PEREIRA GIARDINI BONFIM
Horticultura / Faculdade de Ciências Agronômicas do Botucatu - UNESP



Dr.ª ANDRÉA REIKO OLIVEIRA HIGUTI
Botânica / Grupo Centroseira / Anidro do Brasil

Botucatu, 30 de agosto de 2019.

A Deus, em primeiro lugar, que iluminou o meu caminho e foi o meu guia durante esta jornada. A minha adorada família, amigos e professores que com todo o amor e compreensão, me apoiaram, incentivaram a conquistar os meus sonhos. Por isso, dedico a realização desta etapa a todos esses seres iluminados.

AGRADECIMENTOS

Referencio a Deus, que com todo o seu amor e sua energia criadora infinita, trouxe luz a minha mente, me direcionando em todos os momentos da minha jornada. Ao orientador Prof. Dr. Leandro José de Grava Godoy, que com todo seu conhecimento, serenidade, compreensão, entendimento das minhas limitações, sempre me transmitiu por meio de suas palavras aprazíveis toda segurança e seus ensinamentos. A minha eterna gratidão.

Ao professor Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Boas, o meu muito obrigado por todos os conhecimentos transmitidos.

Ao CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa de estudos concedida.

Aos meus companheiros pós-graduandos Luciana Maíra Tibães, Bruno Ricardo Silva, Jonas Pagassini e Camila Nunes, o graduando João Paulo de Abreu e aos funcionários Jair e Noel Batista, que fizeram da parte desta meta alcançada, me apoiando na condução do experimento em campo e colheita. O meu muito obrigada pelo companheirismo, pela disponibilidade, e acima de tudo, pelas boas vibrações que me foram concedidas em todos os momentos desta jornada.

À equipe de pesquisa da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Unesp Câmpus Araraquara, em especial ao Prof. Dr. André Gonzaga dos Santos, pós-graduando Fernando Oda e ao funcionário Caio Humberto Perego, a minha gratidão pela calorosa recepção, gentileza, dedicação e profissionalismo. Obrigada por toda a atenção dispensada à realização das análises de importância à conclusão da pesquisa.

Ao Engenheiro Agrônomo Douglas Francisco e ao grupo Centroflora, o meu muito obrigada pela colaboração com a doação das mudas, que possibilitou a realização do experimento, e com todo conhecimento transmitido devido a sua ampla experiência com a cultura no mercado.

Aos meus pais, Cicero e Silvana, ao meu irmão, família e amigos, a minha imensa gratidão, pelo amor incondicional e por cada palavra de carinho e conforto.

“A natureza é perfeita como Deus criou e não como o homem quer.”

PRIMAVESI, A. **Agroecologia**: ecosfera, tecnosfera e agricultura. São Paulo: Nobel, c1997. 199p.

RESUMO

Com trabalho objetivou-se avaliar a influência da adubação fosfatada e o efeito de quatro níveis de irrigação sobre o rendimento de fitomassa e o acúmulo de flavonoides em *Passiflora incarnata* L. O experimento foi conduzido em uma casa de vegetação no departamento de Solos e Recursos Ambientais FCA/ UNESP, em Botucatu. Foram utilizados quatro níveis de irrigação baseados na evaporação do Tanque Classe A (50%, 75%, 100% e 125% da evapotranspiração da cultura), além de cinco doses de fosfato reativo natural Bayóvar® (0, 500, 1000, 1500, 2000 mg dm⁻³), em 6 repetições. As avaliações foram realizadas nos dois cortes da cultura, antes da colheita, sinalizada pela abertura de 50% das flores. Os dados obtidos foram: índice de flavonoides (IFLV) e Índice de clorofila (ICHL) com o Dualex Scientific®, índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) com o GreenSeeker®, número de folhas (NF), altura (ALT), diâmetro do caule (DIAM), fitomassa fresca (FF) e fitomassa seca (FS). O material inteiro (folhas e caules) seco foi direcionado para a análise de flavonoides e teor de nutrientes. As amostras de solo, no final do ciclo, foram enviadas para análise química. Os resultados foram submetidos à análise de variância a 5 % de confiança, com análise de regressão. Constatou-se que o IFLV foi influenciado positivamente pelas menores doses de fósforo no primeiro corte, e no segundo corte, pela maior lâmina de irrigação. As medidas de clorofila apresentaram comportamento linear crescente em relação às doses do adubo. O aumento do fornecimento hídrico influenciou negativamente as medidas de clorofila nos dois cortes, e somente de maneira quadrática, com ponto máximo na lâmina de 50% ETC, no primeiro corte. Das medidas de crescimento, somente o número de folhas foi beneficiado pelo incremento das lâminas de irrigação. Os maiores teores de vitexina foram obtidos com a aplicação da maior lâmina de irrigação. O conteúdo de fósforo foi influenciado positivamente pelas doses de fosfato natural, e o conteúdo de magnésio afetado pelas maiores reposições hídricas. Portanto, as lâminas de irrigação influenciaram os aspectos biométricos, acúmulo de fitomassa e de flavonoides em plantas de *P. incarnata* L.

Palavras-chave: *Passiflora incarnata* L. Lâminas de irrigação. Fosfato natural reativo. Metabólitos secundários.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of phosphate fertilization and the effect of four levels of irrigation on the yield of phytomass and the accumulation of flavonoids in *Passiflora incarnata* L. The experiment was conducted in a vegetation house in the department of Soil and Environmental Resources FCA/UNESP, in Botucatu. Four levels of irrigation based on the evaporation of the Class A Tank (50%, 75%, 100% and 125% of crop evapotranspiration) were used, in addition to five doses of Bayóvar® natural reactive phosphate (0, 500, 1000, 1500, 2000 mg dm⁻³), in 6 repetitions. Evaluations were performed in both sections of the crop, before harvesting, indicated by the opening of 50% of the flowers. The data obtained were: flavonoid index (IFLV) and chlorophyll index (ICHL) with Dualex Scientific®, vegetation index by normalized difference (NDVI) with GreenSeeker®, number of leaves (NF), height (ALT), stem diameter (DIAM), fresh biomass (FF) and dry biomass (FS). The dried whole material (leaves and stems) was directed to flavonoid and nutrient content analysis. The soil samples, at the end of the cycle, were sent for chemical analysis. The results were submitted to analysis of variance at 5% confidence, with regression analysis. It was found that the IFLV was positively influenced by the lower doses of phosphorus in the first cut, and in the second cut, by the larger irrigation blade. The chlorophyll measurements showed an increasing linear behavior in relation to the fertilizer doses. The increase in water supply negatively influenced the chlorophyll measurements in both sections, and only quadratically, with a maximum point on the 50% ETC slide, in the first section. Of the growth measurements, only the number of leaves benefited from the increase of the irrigation slides. The highest levels of vitexin were obtained by applying the largest irrigation blade. The phosphorus content was positively influenced by the doses of natural phosphate, and the magnesium content was affected by the higher water replacements. Therefore, the irrigation slides influenced the biometric aspects, accumulation of phytomass and flavonoids in plants of *P. incarnata* L.

Keywords: *Passiflora incarnata* L. Irrigation depth. Reactive natural phosphate. Secondary metabolites.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Vitrine das plantas da direita para a esquerda: doses, lâminas e repetições ordem crescente na área experimental.....34
- Figura 2 – Temperatura média diária mínima e máxima desde a formação da muda, durante a condução da cultura P. Incarnata.....36
- Figura 3 – Transplante das mudas para os vasos de 15 L.....37
- Figura 4 – Curva de retenção de água no solo.....38
- Figura 5 – Disposição espacial das quatro parcelas representativas por linha de irrigação.....39
- Figura 6 – Lâminas brutas aplicadas ao longo do cultivo de P. incarnata, referente aos tratamentos: 0,50 ETc, 0,75.ETc, 1,00.Etc e 1,25.ETc.....41
- Figura 7 – Medições com o equipamento Dualex Scientific® na área experimental.....43
- Figura 8 – Extração de flavonoides padronizada.....45
- Figura 9 – O número de folhas de Passiflora incarnata L. em função das lâminas de irrigação aos 49 DAP.....48
- Figura 10 – O ICHL de Passiflora incarnata L. em função das doses de fosfato natural reativo aos 55 DAP, e em função das lâminas de irrigação aos 70 DAP, respectivamente.....50
- Figura 11 – O Índice de flavonoides (IFLV), determinado com o Dualex, de Passiflora incarnata L. em função das doses de fosfato natural reativo aos 40 DAP.....51
- Figura 12 – A medida indireta de clorofila da Passiflora incarnata L. em função das lâminas de irrigação aos 70 DAP.....53
- Figura 13 – O Número de folhas de Passiflora incarnata L. em função das lâminas de irrigação aos 90 e 120 DAP, respectivamente 56
- Figura 14 – Medida indireta de clorofila, determinado com o SPAD-502, de Passiflora incarnata L. em função das lâminas de irrigação aos 90 e 120 DAP, respectivamente 58
- Figura 15 – O NDVI, determinado com o Green Seeker Handheld (Trimble) de Passiflora incarnata L. em função das lâminas de irrigação aos 90, 105 e 120 DAP, respectivamente.....59

Figura 16 – O índice de clorofila (ICHL), determinado pelo Dualex, de <i>Passiflora incarnata</i> L. em função das lâminas de irrigação aos 90 DAP.....	61
Figura 17 – Teor de magnésio no solo em função das lâminas de irrigação após colheita	62
Figura 18 – Índice de flavonoides (IFVL), determinado com o Dualex, de <i>Passiflora incarnata</i> L. em função das lâminas de irrigação aos 90 e 120 DAP, respectivamente (Botucatu, SP, 2018).....	63
Figura 19 – Massa fresca (A) e seca (B) da parte aérea de <i>Passiflora incarnata</i> L. Em função das lâminas de irrigação após a colheita (Botucatu, SP, 2018).....	65
Figura 20 – Teor de fósforo no solo em função das doses de fosfato natural reativo após a colheita (Botucatu, SP, 2018).....	66
Figura 21 – Teor de vitexina de <i>Passiflora incarnata</i> L. em função das lâminas de irrigação (Botucatu, SP, 2018).....	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado das características químicas e granulométricas do solo avaliadas na camada 0,2 m antes da correção do solo.....	34
Tabela 2 – Resultado das características químicas do composto orgânico do solo.....	35
Tabela 3 – Resumo da análise estatística das avaliações aos 40, 55 e 70 DAP das medidas da altura (ALT), diâmetro (DIAM) e número de folhas (NF) no primeiro corte de P. incarnata.....	47
Tabela 4 – Resumo das análises estatísticas das avaliações aos 40, 55 e 70 DAP da medida indireta de clorofila (MIC) e NDVI no primeiro corte de P. incarnata.....	49
Tabela 5 – Resumo das análises estatísticas das avaliações aos 40, 55 e 70 DAP das medidas do ICHL e IFLV no primeiro corte de P. incarnata.....	52
Tabela 6 – Resumo das análises estatísticas das avaliações após a colheita das medidas de fitomassa fresca e seca no primeiro corte de P. incarnata.....	54
Tabela 7 – Resumo das análises estatísticas das avaliações aos 90, 105 e 120 DAP das medidas da altura (ALT), diâmetro (DIAM) e número de folhas (NF) no primeiro corte de P. incarnata.....	55
Tabela 8 – Resumo das análises estatísticas das avaliações aos 90, 105 e 120 DAP da medida indireta de clorofila (MIC) e NDVI no primeiro corte de P. incarnata.....	57
Tabela 9 – Resumo das análises estatísticas das avaliações aos 90, 105 e 120 DAP das medidas do ICHL e IFLV no primeiro corte de P. incarnata.....	60
Tabela 10 – Resumo das análises estatísticas das avaliações aos 40, 55 e 70 DAP das medidas de fitomassa fresca e seca no primeiro corte de P. incarnata.....	64
Tabela 11 – Resumo da análise de regressão dos teores de vitexina na parte aérea da P. Incarnata.....	67

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	21
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	24
2.1	Atualidades da fitoterapia.....	24
2.2	Aspectos da <i>Passiflora incarnata</i> L.....	25
2.3	Manejo de irrigação em plantas medicinais.....	27
2.4	O uso de fosfato natural reativo no cultivo de plantas medicinais.....	28
2.5	Metabolismo secundário.....	30
2.6	Propriedades medicinais da <i>Passiflora incarnata</i> L.....	31
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1	Localização e caracterização da área experimental.....	33
3.2	Delineamento experimental e tratamentos.....	33
3.3	Análise do solo e preparo dos vasos.....	34
3.4	Dados meteorológicos durante o experimento.....	35
3.5	Produção das mudas e plantio.....	36
3.6	Sistema de irrigação.....	37
3.6.1	Manejo da irrigação.....	38
3.7	Manejo fitossanitário.....	41
3.8	Características avaliadas.....	42
3.8.1	Altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas.....	42
3.8.2	Medida indireta de flavonoides (IFLV) e clorofila (ICHL).....	42
3.8.3	Medida Indireta de Clorofila.....	43
3.8.4	Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI).....	43
3.8.5	Análise de solo.....	44
3.8.6	Rendimento da Fitomassa Fresca e Seca da Parte Aérea.....	44
3.8.7	Teor de Flavonoides.....	44
3.9	Análise estatística.....	46
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.1	Primeiro corte da P. Incarnata.....	47

4.1.1	Altura (ALT), diâmetro (DIAM) e número de folhas (NF).....	47
4.1.2	Índice de clorofila (ICHL) e de flavonoides (IFLV)).....	48
4.1.3	Medida indireta de clorofila (MIC) e índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI).....	51
4.1.4	Massa fresca e seca da parte aérea.....	53
4.2	Segundo corte da P. Incarnata.....	54
4.2.1	Altura (ALT), diâmetro (DIAM) e número de folhas (NF).....	54
4.2.2	Medida indireta de clorofila (MIC) e índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI).....	56
4.2.3	Índices de clorofila (ICHL) e de flavonoides (IFLV).....	59
4.3	Teor de flavonoides (vitexina).....	66
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	70
6	CONCLUSÕES.....	71
	REFERÊNCIAS.....	72

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, as plantas medicinais são conhecidas por apresentarem virtudes curativas no tratamento de várias doenças humanas. Conhecimentos que foram sendo adquiridos pelas populações ou comunidades, e transmitidos através de experiências bem sucedidas por sucessivas gerações. Segundo Who (2011) cerca de 80% da população mundial utiliza plantas, seus extratos vegetais e seus princípios ativos como recurso da medicina tradicional para suplementar as necessidades básicas de saúde.

Nos dados coletados pela Abifisa (2019), o mercado farmacêutico mundial movimenta anualmente em torno de 320 bilhões de dólares, sendo que o mercado de fitoterápicos representa 20 bilhões de dólares deste faturamento. Desta movimentação financeira, a América Latina contribui apenas 5%, e o Brasil com 3% deste total.

Mesmo que o mercado brasileiro de fitoterápicos tenha um faturamento bem menor do que o esperado, quando comparado a sua megabiodiversidade, todavia vêm se ampliando com o aumento de políticas públicas de incentivo e com o desenvolvimento técnico-científico no cultivo e manipulação de fitoterápicos. Dentre os medicamentos fitoterápicos oferecidos pela indústria farmacêutica brasileira, encontram-se os que utilizam como droga vegetal a *Passiflora incarnata* L.

A *Passiflora incarnata* L. é uma espécie de maracujá, oriunda da América do Norte, que foi difundida mais tarde pelos colonizadores europeus. Pertencente à família Passifloraceae e ao subgênero *Passiflora*, teve o seu cultivo destinado a hábitos alimentares nativos, ao uso ornamental e ao tratamento terapêutico de algumas doenças pela medicina nativa americana.

Pereira (2014) relatou que as folhas secas de *Passiflora incarnata* possuem compostos como os flavonoides e alcaloides, com ação sobre o sistema nervoso central provocando o efeito sedativo, e o maltol com ação miorelaxante. Devido à importância desses compostos presentes na planta para o tratamento terapêutico de algumas doenças humanas, a cultura se tornou alvo de estudos no âmbito farmacológico e de grande interesse para o mercado farmacêutico e Europeu. No Brasil, foi incluída na Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse do SUS-RENISUS (BRASIL, 2009). Atualmente, distribui no mercado brasileiro, fitoterápicos

como o Seakalm da Natulab®, Sintocalmy da Achê®, Pasalix da Marjam farma®, Serenus da Avert®, entre outros.

Descrito na Política Nacional de Plantas Medicinais e de Fitoterápicos, como uma das diretrizes para a promoção e a adoção de boas práticas de cultivo e manipulação de plantas medicinais, torna-se necessário o estudo e aperfeiçoamento de técnicas agrônômicas relacionadas ao crescimento e desenvolvimento de plantas medicinais.

Os fatores que podem influenciar o teor dos princípios ativos produzidos pelas plantas medicinais durante o cultivo são as condições edafoclimáticas, o estágio de desenvolvimento da planta, o pós-colheita e a genética da planta.

Como importante fator edafoclimático, a aplicação de distintos teores de água pode gerar alterações quantitativas e qualitativas de metabólitos secundários. Para os ambientes de clima verânico, caracterizados por épocas de estiagem com intenso calor, a técnica de irrigação é de grande importância para suprimir a necessidade de água e garantir o correto desenvolvimento da planta, portanto é importante entender a dinâmica da água na planta, a necessidade hídrica e a fase de desenvolvimento da planta que mais responde a reposição por irrigação, de forma, a favorecer o crescimento, desenvolvimento e acúmulo de metabólitos secundários.

Outro fator edafoclimático seria a fertilidade do solo, e a adoção de técnicas que garantam o adequado suprimento de nutrientes em cada fase do processo produtivo, beneficiando a produtividade de biomassa e de metabólitos secundários. O fósforo tem papel fundamental no crescimento inicial das plantas, bem como atua em processos de armazenamento, transferência de energia e absorção ativa de outros nutrientes, também pode influenciar na produção de fitomassa seca e conseqüentemente no rendimento de flavonoides. Os solos brasileiros são pobres neste nutriente, além da adsorção específica que reduz a disponibilidade deste para as plantas, sendo necessária a aplicação de fertilizantes fosfatados. O uso do fosfato natural reativo pode ser uma alternativa de lenta solubilização, que disponibiliza fósforo para as plantas em longo prazo, além de ser uma fonte aprovada para o uso segundo os preceitos orgânicos, nos quais a maioria das plantas medicinais é cultivada.

Como fonte mineral de extrema importância para o crescimento inicial de plantas de maracujá, como forma de identificar a necessidade hídrica adequada ao crescimento e produção em potencial de *P. incarnata*, e devido às poucas informações

na literatura, surge a necessidade de verificar as vantagens da adoção de tais técnicas em escala produtiva.

Nesse sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência da adubação fosfatada e de lâminas de irrigação sobre o crescimento e acúmulo de flavonoides em plantas de *P. incarnata* L..

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Atualidades da fitoterapia

A Fitoterapia caminha ao início da humanidade, podendo ser caracterizada pela utilização das plantas medicinais em suas distintas formas farmacêuticas, exceto a utilização das substâncias ativas isoladas. Considerando o complemento terapêutico uma forma simples, de baixo custo e bastante eficaz de promover a saúde, quando ocorre a utilização ajustada e racional das plantas medicinais.(CÔRREA, 1998).

Os países da América Latina apresentam a maior biodiversidade do mundo, quando se trata de diversidade vegetal, o Brasil detém entre 15 a 20% da biodiversidade total do planeta (BRASIL, 2006), com cerca de 60.000 espécies superiores catalogadas, sendo que somente 1.100 espécies tiveram as suas propriedades medicinais avaliadas (GUERRA et al., 2001). Além da diversidade étnica e cultural brasileira que gera um importante conhecimento tradicional referente ao uso das plantas medicinais.

No decorrer das últimas décadas, observa-se que os produtos naturais têm sido realocados em pauta na disputa pelo mercado farmacêutico, levando a ampliação de pesquisas desenvolvidas. Damian, Tesser e Moretti-Pires (2014) relatam que os movimentos populares, as diretrizes de diferentes conferências nacionais de saúde e sugestões da Organização Mundial da Saúde direcionaram a trajetória do uso de fitoterápicos e plantas medicinais na esfera dos serviços de atenção primária à saúde no Brasil.

Com o aumento das discussões relacionadas à ascensão e a inserção das práticas populares e tradicionais no SUS, principalmente na Atenção Primária à Saúde (APS), sobretudo como resposta ao potencial brasileiro para o desenvolvimento no setor de fitoterápicos. Estimuladas pela conferência de Alma-Ata, pelas recomendações da Organização Mundial da Saúde, no sentido da elaboração de políticas públicas que facilite a integração da medicina tradicional e medicina complementar, e ainda pelas recomendações da Alma-Ata para iniciar programas amplos que assegure a qualidade das drogas derivadas de medicamentos tradicionais extraídas de plantas, pelo uso de técnicas modernas e aplicação de padrões apropriados e de boas práticas de fabricação (BRASIL, 2006), foi elaborada a Política Nacional de Plantas Medicinais e de Fitoterápicos (PNPMF). Instituída pelo Decreto nº

5.813, de 22 de junho de 2006 no desenvolvimento do Programa Nacional de Plantas Medicinais.

Devido a este aumento no consumo de plantas medicinais e ao reconhecimento da fitoterapia como recurso terapêutico, verifica-se a importância no planejamento de uma produção de alto nível técnico. Levando em consideração alguns fatores para formulação dos fitoterápicos, necessitando do trabalho multidisciplinar, para que a espécie vegetal seja selecionada corretamente, o cultivo seja adequado, e que para que sejam realizadas as corretas avaliações dos teores dos princípios, manipulação e a aplicação na clínica médica (NAKAZAWA, 1999).

Para garantir o adequado cultivo de plantas medicinais, o equilíbrio ecológico entre a produção e o ambiente, a fim de evitar possíveis alterações na composição dos princípios ativos das plantas medicinais, devem ser levados em consideração aspectos como a adaptação da planta às condições edafoclimáticas do ambiente, os manejos utilizados no cultivo e a não utilização de agroquímicos na produção.

2.2 Aspectos da *Passiflora incarnata* L.

Pertencente à família Passifloraceae, como parte do gênero mais representativo *Passiflora*, estima-se que existem aproximadamente entre 450 a 600 espécies de maracujazeiros, sendo que mais de 150 originárias do Brasil (SCHOTSMANS; FISCHER, 2011; FALEIRO et al. 2008). Como parte da vasta variedade de espécies de interesse medicinal, *Passiflora incarnata* L. tem seu uso empregado na medicina tradicional da época da colonização das Américas pelos espanhóis. É conhecida popularmente como flor da paixão, maypop e maracujá vermelho dentre outros. É uma das mais estudadas no âmbito farmacológico, devido ao uso de suas folhas (MIRODDI, 2013).

A espécie *P. incarnata* é originária dos EUA, de ocorrência espontânea de Virginia ao Missouri, incluindo Texas, Flórida, Caribe, Bermuda, Guiana Francesa e Venezuela. Atualmente não existem informações para o cultivo de *P. incarnata* para as condições edafoclimáticas do Brasil, devido à baixa produtividade em campo e pelo fruto não ser tão agradável quanto os das espécies *P. edulis* e *P. alata* (BRUCKNER; PIKANÇO, 2001).

Geralmente, as espécies *P. edulis* e *P. incarnata* são comparadas por possuírem idênticas características morfológicas e microscópicas entre si. No entanto, existem diferenças relevantes entre as espécies, pois a *P. incarnata* apresenta características distintas relativas às brácteas biglandulares e coloração diferenciada das sépalas, pétalas e corona (FIALLO et al., 2000).

Recomendações técnicas para o cultivo de outras espécies de *Passiflora* nas condições brasileiras são encontradas com maior facilidade. Teixeira (1995), que recomenda para o cultivo de maracujás às condições brasileiras, o plantio entre fevereiro e março, a utilização de solo areno-argiloso, profundo e bem drenado, manutenção do pH entre 6 a 6,5, o controle da adubação e insumos químicos (SÃO JOSÉ, 1993).

Segundo Primavesi & Malavolta (1980), em relação a ordem dos nutrientes, de acordo com a quantidade requerida para maracujazeiro amarelo, até 262 dias após o plantio é: $N > K > Ca > S > Mg > P > B > Mn > Zn > Cu > Mo$. Salientando que o acréscimo na absorção de N, P, Ca foi verificado no período de pré-frutificação, e o acúmulo de N e K foi mais elevado no fruto. Foi verificada a importância da adubação fosfatada para o crescimento e surgimento de novas brotações, e da adubação com potássio para o vigor e proteção da *P. incarnata* (CENTROFLORA, 2011).

As recomendações de calagem e adubação para maracujá silvestre têm sido a mesma utilizada para *P. edulis* e *P. alata* de acordo com Raij et al. (2001). Recomenda-se para o cultivo de *P. incarnata* a fertilização de 6 a 40 ton ha⁻¹ de matéria orgânica (FIALLO et al., 2000).

Em estudo realizado por Fiallo et al. (2000) com o cultivo da *P. incarnata* nas condições cubana, foi identificada uma adaptação da planta aos longos períodos de inverno, com a formação de caules subterrâneos promovidos pelo desenvolvimento de raízes rizomáticas de direção ortogonal.

Os maracujazeiros mantêm uma frequência de crescimento contínua, exigindo um adequado suprimento de água. Espécies de *Passiflora* requerem demanda hídrica que varia de 800 a 1.750 mm, bem distribuídos durante o ano. Para o bom desenvolvimento da espécie, deve ser fornecido através das chuvas e, ou, complementada pela irrigação, cerca de 60 a 120 mm de água mensal (SÃO JOSÉ, 1993).

P. incarnata não é conduzida para a produção de frutos no Brasil, sendo a parte aérea, o material de interesse para a colheita. Fiallo et al. (2000), identificou para

as condições de Cuba que a primeira colheita do material vegetal pode ser realizada aos três meses após o estabelecimento da plantação, e as restantes ocorrem no intervalo de dois meses. Resultando no ciclo de cultivo de aproximadamente sete meses (FIALLO et al., 2000). Atentando-se ao limite de 50% das flores abertas, pois ocorre a translocação do princípio ativo da folha para a flor (COSTA apud REIMBERG, 2006).

2.3 Manejo de irrigação em plantas medicinais

Diversas plantas medicinais, aromáticas e condimentares são produzidas com o uso da irrigação suplementar, tais como orégano, camomila, sálvia, menta, entre outras (HADID et al., 2004). Em estudo realizado por Bortolo (2008) com *Calêndula officinalis* L. foi identificado que não houve alteração no teor de flavonoides em função das lâminas de irrigação, mas foi verificada a necessidade de 200 mm de irrigação complementar no período pré-florescimento, caso não ocorra à reposição hídrica do solo com precipitação, para induzir ao máximo florescimento e rendimentos de flavonoides. Semelhante resultado foi identificado por Meira et al. (2013), relatando que o crescimento e a produção de fitomassa da *Melissa officinalis* foram influenciados pela disponibilidade hídrica, sendo que o melhor teor de óleo essencial foi encontrado no tratamento da lâmina de 50% da evapotranspiração (ET₀).

São restritos os trabalhos com plantas medicinais expostos ao estresse hídrico, no entanto, Morwani (2008) relatou que a espécie *P. incarnata* demonstrou grande tolerância à seca. Dentre as espécies de maracujás testadas, essa espécie foi a única que não obteve redução do número de folhas, área foliar, peso seco e maior uso de água por área foliar.

No trabalho realizado por Pravuschi et al. (2010) com manjeriço foi verificado que para extração de óleo essencial, os tratamentos com aplicação da lâmina de irrigação de 100% e sem irrigação, apresentaram resultados estatisticamente iguais, porém o uso de lâmina de irrigação promoveu um acréscimo de renda de 17,70%. Contribuindo com esse resultado, Marques et al. (2009) observaram que ao cultivarem o orégano com incremento de lâminas irrigação, principalmente na lâmina de 100% da evapotranspiração, foi obtido a máxima produtividade de massa fresca e seca da parte aérea e raiz.

Com a limitação de informação na literatura, quanto ao uso de irrigação e seus efeitos no cultivo da *Passiflora incarnata* L., visando aperfeiçoar a produção de compostos flavônicos direcionado ao uso medicinal, o estudo realizado por Bilalis et al. (2014) demonstrou que o aumento da taxa de aplicação de água através da irrigação, durante a condução da planta, tem um efeito positivo sobre a densidade e volume do sistema radicular, influenciando positivamente o crescimento e a produção da *P. incarnata*.

Para a espécie *Passiflora edulis Sims* foi verificado por Carr (2013) que as fases de maior demanda hídrica, portanto, mais sensíveis à falta de água, são durante a produção e a expansão das folhas e no início da floração e frutificação.

Dessa maneira uma planta medicinal, cultivada sob a aplicação de diferentes quantidades de água, poderá apresentar alterações qualitativas e quantitativas no seu metabolismo secundário (MONTANARI JUNIOR, 2000). Estes autores sugerem que para determinar se a alteração foi benéfica ou prejudicial, deve ser feita uma análise química baseada na relação quantidade de massa seca/ teor de princípios ativos, o que estabelecerá se a alteração no manejo de cultivo foi adequada ou não.

2.4 O uso de fosfato natural reativo no cultivo de plantas medicinais

As espécies medicinais nativas apresentam grande distinção quanto às exigências nutricionais, com espécies que apresentam alta exigência de macro e micronutrientes e espécies que respondem somente a alguns poucos nutrientes (CORRE JUNIOR, 1991). A deficiência ou o excesso de nutrientes pode interferir na produção de biomassa e na quantidade de princípio ativo (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Dentre os nutrientes, o fósforo é um elemento essencial às culturas, quando aplicado em quantidade adequada, estimula o metabolismo da planta atuando na germinação de sementes, no desenvolvimento das raízes e melhorando a produção (ROGÉRIO, 2012). É um elemento constituinte de estruturas fundamentais como o DNA, RNA, ATP e outras moléculas intermediárias do metabolismo secundário das plantas, estando estreitamente relacionado com a disponibilidade de energia química (MAIA, 1998). Compondo a estrutura de precursores e enzimas importantes para a biossíntese de compostos fenólicos pelas vias das pentoses fosfato, chiquimato e fenilpropanoide, o déficit de P pode ocasionar a redução dos metabólitos secundários

e, conseqüentemente, da biomassa da planta (TAIZ; ZEIGER, 2004). Em estudo realizado com *Mentha arvensis L.* cultivadas com diferentes doses de fósforo, as maiores doses responderam positivamente à produção de matéria seca da parte aérea e ao conteúdo de óleo essencial (RAMOS et al. 2005)

Sabendo que um dos grandes problemas dos solos brasileiros está relacionado à fertilidade e a baixa disponibilidade de fósforo, fazendo com que, na agricultura tropical, os adubos fosfatados sejam aplicados em quantidades muito superiores às necessidades das plantas, em decorrência da alta fixação química dos íons fosfato por colóides do solo, principalmente oxidróxidos de ferro e alumínio, por meio de troca de ligantes (ligação covalente) da superfície dos oxidróxidos (OH^-) por fosfato da solução (H_2PO_4^-) (Novais et al., 2007). Dentre as opções, para a adubação fosfatada, o uso de fosfatos naturais tem sido uma das mais utilizadas, sendo necessária a dissolução dessa fonte de fósforo (NUNES et al., 2011).

Em substituição aos fosfatos acidulados, os fosfatos naturais têm se destacado, no entanto, a sua eficiência é resultado da associação de fatores com algumas características, tais como: propriedades do solo, práticas de manejo, além das características da planta (CHIEN; MENON, 1995). Segundo Luchini et al. (2012) a reatividade química é uma das principais características dos fosfatos naturais, considerada através da sua solubilidade em solventes orgânicos. Em muitas produções tem sido viável o emprego de fosfato natural em culturas de ciclo longo, permitindo o melhor aproveitamento durante a longa solubilização da fonte.

Muitos trabalhos têm demonstrado a importância do fósforo no estágio inicial, no crescimento e na produção de fitomassa seca e metabólitos secundários, e principalmente da utilização de uma fonte com solubilidade mais lenta para espécies de ciclo mais longo.

No estudo realizado por Silva et al. (2017), foi determinado que as maiores doses de fosfato natural reativo (2,70, 3,14 e 3,60 kg recipiente⁻¹) proporcionaram aumento do sistema radicular da muda de maracujá amarelo, garantindo maior desenvolvimento e vigor da planta quando transplantada em campo, além de permitir a absorção de outros nutrientes, refletindo em maior altura e produção de matéria seca do fruto do maracujá amarelo. Contrastando Pacheco et al. (2012), verificaram que para o cultivo de fáfia, as doses de fosfato natural (0, 100 e 150 g dm⁻³) influenciaram apenas o crescimento da parte aérea dessas plantas, não afetando o crescimento radicular, a biomassa da parte aérea e radicular. Justificado pelo fato dos fosfatos

naturais serem de baixa reatividade, como é o caso das fosforitas, apresentando a dissolução lenta do P.

2.5 Metabolismo secundário

O metabolismo primário é considerado o canal precursor do metabolismo secundário. Kabera et al. (2014) relataram que enquanto os metabólitos primários desempenham função estrutural, plástica e de armazenamento de energia, atuando no crescimento e desenvolvimento da planta, os metabólitos secundários são importantes para a defesa e proteção da planta contra qualquer dano ecológico. Segundo Buchanan (2015), os metabólitos secundários mais estudados são classificados de acordo com a sua estrutura química, em três principais grupos, os terpenos, os compostos fenólicos e os compostos nitrogenados.

Nas plantas os compostos fenólicos são encontrados na forma de flavonoides, e sua síntese na célula vegetal dependerá de fatores como o filo, ordem, família e oscilações intraespecíficas. Além de fatores abióticos, como períodos de seca ou chuva, radiação solar, estação do ano e o fator artificial poluição (SOZO, 2014 *apud* DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

Os flavonoides são substâncias apolares, geralmente encontrados nos vacúolos das plantas. São constituídos de uma estrutura geral com 15 carbonos e dois anéis aromáticos, sendo classificados através do estado de oxidação do anel pirano central e o padrão de substituição do anel C (TAPAS et al., 2008).

A biossíntese dos flavonoides tem como importantes precursores, o 4-cumaril-CoA e três moléculas de malonil CoA, reação denominada de *via do malonato*. O primeiro sintetizado a partir do aminoácido aromático fenilalanina, e o segundo sintetizado a partir da substância acetil-CoA (SIMÕES et al. 2017). Resultantes da via metabólica do ácido chiquímico e via acetato que, por sua vez, originados do metabolismo da glucose e dos fenilpropanóides (SOZO, 2014). Na reação de biossíntese dos flavonoides, os precursores são catabolizados pela enzima Chalcona sintase, originando o composto chalcona. Com a posterior reação catalisada pela enzima chalcona isomerase, ocorre à adição de um grupo hidroxila na dupla ligação da cadeia de carbonos que conecta os dois anéis fenólicos, formando-se às flavanonas (SIMÕES et al., 2017). Cada flavonóide pode apresentar em sua estrutura

química substituições incluindo hidroxilações, hidrogenação, metilações, sulfatações, malonilações e glicosilações, levando às alterações na sua atividade bioquímica. Os flavonóis constituídos pela presença de molécula de oxigênio e molécula de glicosídeo são chamados de heterosídeos e a reação denominada de glicosilação. Quando a ligação do glicosídeo ocorre em um átomo de carbono C-1 do açúcar e um ou dois C do anel A do flavonoide são denominados C-glicosilados. A vitexina é classificada como um flavonóide C-glicosilado, considerada menos solúvel ao acetato de etila e mais persistente a hidrólise ácida, comparado ao O-glicosilado (SIMÕES et al., 2017), sendo o flavonóide C-glicosilado uma das formas predominantes, identificada por Pereira; Vilegas (2000) na espécie *P. incarnata*.

Em 17 espécies de *Passiflora* analisadas por Gomes et al. (2017), foram identificados que os flavonoides são os principais componentes, apresentando vasta distribuição em conteúdo no gênero, os grupos de flavonoides encontrados em maiores concentrações foram o C-glicosilados, a orientina, isorientina, vitexina, isovitexina e rutina.

Dhawan et al. (2004) verificaram que os flavonoides C-glicosilados foi o constituinte de distribuição mais uniforme, pressupondo ser o responsável pelas suas principais atividades farmacológicas. Pereira; Villegas (2000) relataram que o uso da Cromatografia Líquida de Alta Eficiência - CLAE na detecção e quantificação dessas formas de flavonoides no gênero *Passiflora* começaram a acender a partir de meados da década de 80. Desde então, tem a sua eficiência demonstrada em alguns trabalhos como ferramenta na análise de distintas estruturas de flavonoides (KALILI et al, 2011; GOMES et al., 2017; SEN et al. 2019).

2.6 Propriedades medicinais da *Passiflora incarnata* L.

Os metabólitos secundários, responsáveis pelo efeito medicinal, tais como compostos fenólicos, terpenóides, óleos essenciais e alcalóides entre outros são compostos elaborados a partir da síntese dos metabólitos primários (SANTOS, 1999). Dentre os vários componentes químicos existentes nas folhas de *P. incarnata*, há os alcalóides de núcleo indólico, carboidratos, aminoácidos, fenóis, maltol, cianoglicosídeos, compostos voláteis, entre outros (ALONSO, 1998). Os flavonoides encontrados nas folhas são notadamente expressos em isovitexina, luteolina, vitexina, entre outros.

Existem informações etnofarmacológicas que lhe conferem às propriedades sedativas, antiespasmódicas e ansiolíticas (SOUSA et al., 2008), propriedades afrodisíacas (DHAWAN et al., 2001), propriedades anti-hipoglicemiantes (GUPTA et al., 2008), antiepilépticas (SINGH et al., 2012), entre outras, e reforçando essas propriedades fitoterápicas, foi incluída na Lista de Registro Simplificado de Fitoterápicos da RE 89, de 16 de março de 2004/ ANVISA. Contém até 2,5% dos flavonoides, em particular, as C-glicosil-flavonas derivadas da iso-vitexina, iso-orientina, vicentina e lucenina, principalmente se as plantas forem frequentemente podadas (DHAWAN et al., 2004). Esses compostos considerados fitoterápicos são extraídos das folhas, inflorescências (capítulos florais) ou sementes (FRITSCHÉ et al., 1999). Em estudos de fases de desenvolvimento de *P. incarnata*, realizados por Menghini; Mancini (1988) foi verificado que as folhas têm maior teor de flavonoides do que as outras partes da planta, sendo que a maior concentração do flavonoide isovitexina ocorre entre o período que antecede a floração.

Existe uma variação na concentração desses compostos produzidos, o que cria uma dificuldade na quantificação de flavonoides, e pode ser motivado pelo período de colheita, o local de plantio, local na planta onde se encontra a constituição terapêutica, a metodologia de análise (TAIZ; ZEIGER, 2004), por condições ambientais, como intensidade de radiação solar e pluviométrica (GOBBO; LOPES, 2009), fatores genéticos e fisiológicos. Estas oscilações são responsáveis pelo redirecionamento da rota metabólica, modificações na biossíntese de diferentes compostos, inclusive a dos metabólitos secundários. Já que a alocação de carbono para síntese de metabólitos secundários é determinada tanto pela disponibilidade de recursos edafoclimáticos (água, nutrientes, luz, concentração de CO₂) como, por exemplo, por estresses específicos (MANETAS, 2002).

O estresse por déficit hídrico é um dos principais fatores que influenciam o crescimento da planta e a produção de princípios ativos. Nesse sentido, é importante desenvolver técnicas para a melhoria da capacidade produtiva, de princípios ativos de plantas medicinais em quantidade e qualidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi desenvolvido no Departamento de Solos e Recursos Ambientais da Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, UNESP, município de Botucatu, SP. Localizado entre os paralelos 22°30' a 23°05' de latitude sul e os meridianos 48°15' a 48°52' de longitude Oeste Greenwich, e altitude média de 830 metros. As condições climáticas do município são classificadas como clima subtropical úmido (Cfa), segundo o método de Köppen-Geiger. Caracterizado pelo clima temperado quente úmido apresentando a temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, e deficiência hídrica durante os meses de abril, julho e agosto (CUNHA; MARTINS, 2009).

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, utilizando vasos de 15 L, de outubro de 2017 a maio de 2018, correspondendo a duas colheitas da cultura. A casa de vegetação apresentava dimensões de 7 m de largura por 24 m de comprimento, coberta com filme plástico de 150 micras e laterais com tela branca e cortina com filme plástico.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5 x 4, com seis repetições. Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de fosfato natural reativo Bayóvar (0, 500, 1000, 1500, 2000 mg dm⁻³ de fosfato reativo) e quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100, 125% evapotranspiração de referência da cultura - ETo). Cada parcela foi composta por um vaso.

Figura 1 – Vitrine das plantas da direita para a esquerda: doses, lâminas e repetições em ordem crescente na área experimental (UNESP/Botucatu, SP, 2018)



3.3 Análise do solo e preparo dos vasos

O solo utilizado foi coletado na área de produção da cultura da *P. incarnata* nosítio Três Nascentes, no município de Botucatu, SP. Antes da implantação do experimento, em julho de 2017, foram coletadas três amostras para compor uma amostra composta de solo, as quais foram secas ao ar, destorradas e peneiradas em malha de 2mm. A posterior caracterização química e granulométrica foi realizada no Laboratório de Fertilidade do Solo e Física do solo do Departamento de Solos e Recursos Ambientais na UNESP/ FCA, Botucatu, SP (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultado das características químicas e granulométricas do solo avaliadas na camada 0,2 m antes da correção do solo (Botucatu, SP, 2018)

Ph	M.O.	Presina	Al ³⁺	H+Al	Na	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia	Argila	Silte
CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	-----	mmolc/dm ³	-----	-----	-----	-----	-----	-----	mg/dm ³	-----	-----	-----	-----	g/kg	-----
5,2	32	40	0	22	-	2,8	35	11	9	0,22	7,0	26	2,6	1,5	263	437	300

Fonte: Elaborada pela Autora (2019)

O solo foi corrigido de acordo com Raij et al. (1997), com a aplicação de 5,66 gdm⁻³ de calcário calcítico com PRNT 103%. Foram utilizados vasos de 15 L (altura

30 cm, diâmetro menor (base) 31 cm e diâmetro maior (superior) 35 cm). Após o período de reação do calcário de 30 dias, foram aplicadas de forma uniforme, em cada vaso, as doses de fosfato reativo natural Bayóvar de acordo com os respectivos tratamentos, levando-se em conta o teor total de P_2O_5 . Foi utilizado o Fosfato Natural Reativo de origem sedimentar e orgânica, proveniente da região de Bayóvar (Sechura) no Peru, fornecido pela empresa Heringer®, com teor total de $300 \text{ g kg}^{-1} P_2O_5$. Após 30 dias, na cova de plantio, foram aplicados 45 g do composto orgânico por vaso (Tabela 2), seguindo a recomendação para *P. incarnata* (CENTROFLORA, 2014) de seis toneladas por hectare de esterco de galinha, para o primeiro corte.

Tabela 2 – Resultado das características químicas do composto orgânico (Botucatu, SP, 2018)

N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	S	Umidade	M.O. Total	C.- Total	Na	B	Cu	Fe	Mn	Zn	C/N	pH
----- % (ao natural) -----						---- Mg kg^{-1} (ao natural) ----										ao natural
0,99	1,00	0,39	1,69	0,36	0,46	14	46	25	826	85	81	33274	654	181	25/1	5,6

Fonte: Elaborada pela Autora (2019)

3.4 Dados meteorológicos durante o experimento

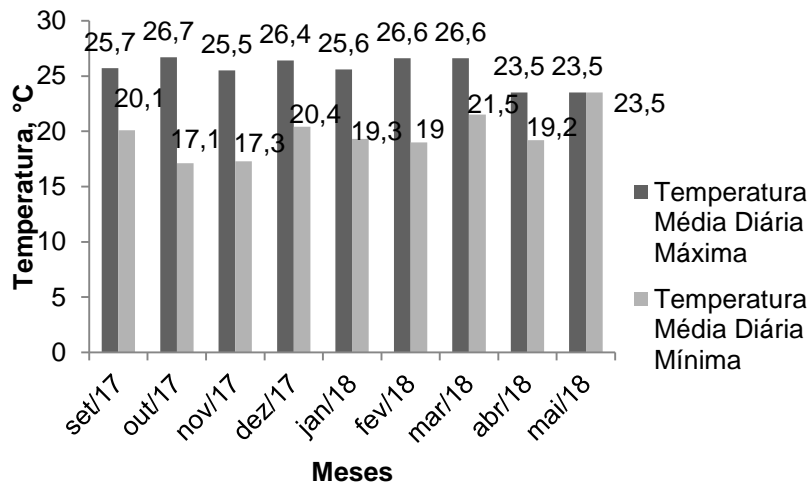
Os dados climáticos foram obtidos na Estação Meteorológica do Departamento de Solos e Recursos Ambientais Coordenadas geográficas (Datum SAD 69) - latitude ($22^\circ 50' 48''$ S), longitude ($48^\circ 26' 06''$ W) e altitude (817,74 m) .

A estação meteorológica era constituída por um datalogger Campbell Scientific Inc. modelo CR23X: temperatura do ar (mínima, máxima e média - $^\circ\text{C}$) - sensor Vaisala modelo HMP45C; umidade relativa do ar (mínima, máxima e média - %) - sensor Vaisala modelo HMP45C; velocidade do vento a 2 m altura (m/s) - sensor Met One modelo 034^a; direção do vento a 2 m altura (graus) - sensor Met One modelo 034^a, e a evaporação do tanque Classe A – TCA (mm) na casa de vegetação distante 5 m da casa de vegetação na qual foi conduzido o experimento.

Com os dados da estação foi possível a aferição de variáveis utilizadas para obtenção da evapotranspiração total (ET_o).

Durante todo o período de condução da *P. incarnata* pode ser observado uma variação da temperatura média diária de 17,1 a 26,7°C (Figura 2). Essa variação de temperatura pode ter interferido nas características biométricas e fisiológicas das plantas.

Figura 2 – Temperatura média diária mínima e máxima desde a formação da muda, durante a condução da cultura *P. incarnata*



Fonte: Departamento de Recursos Naturais da Fazenda Experimental Lageado – UNESP – Câmpus de Botucatu

3.5 Produção das mudas e plantio

A cultivar CF/01 foi introduzida no país e vem sendo domesticada pelo grupo Centroflora. Foi registrada no MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), e sua produção pelo grupo é baseada no programa "Parcerias para um mundo melhor".

A semeadura foi realizada no início de outubro de 2017, em bandejas de isopor com 200 células, contendo o substrato. Em cada célula foi colocada uma semente de *P. incarnata*, deixada 24 horas imersas em água, e depois semeadas na profundidade de 0,5 cm em viveiro de mudas pertencente ao grupo Centroflora, localizado em Botucatu, SP. O período de formação das mudas foi de 60 dias após a semeadura (DAS), sendo transplantadas duas plantas por vaso, distantes 0,3 m e 1 m entre vasos (Figura 3).

Figura 3 – Transplante das mudas para os vasos de 15 L (Botucatu,SP, 2018)



3.6 Sistema de irrigação

Foi utilizado o sistema de irrigação localizado por gotejamento superficial, em linha lateral de irrigação de PVC 25 mm de diâmetro, com emissores espaçados a 0,30 m, sendo que as linhas laterais foram espaçadas a 1 m. Um filtro de disco foi inserido para evitar entrada de partículas maiores que provocam o entupimento no sistema, além de manômetros, conexões e registros. Os gotejadores do tipo botão, autocompensante foram acoplados na linha de irrigação, acima do vaso, dispostos na base da planta, com vazão diferente (2, 3, 4 e 5 L h⁻¹), de acordo com o respectivo tratamento pré-estabelecido.

Seguindo a metodologia proposta por Keller e Karmeli (1975), foram avaliados quatro emissores por linha lateral (primeiro, 1/3, 2/3 e último gotejador), em condições de trabalho, para verificar a vazão e a uniformidade de distribuição do sistema de irrigação (UD) (Equação 1), sendo obtido o UD= 97,32% e a vazão média de 4,93 L h⁻¹, classificado por Mantovani (2002) como excelente.

$$UD = \frac{100 \cdot q_{25\%}}{\bar{q}} \quad (1)$$

Em que: UD = Uniformidade de distribuição (%); $q_{25\%}$ = média dos 25% menores valores de vazão observados (L h⁻¹); \bar{q} = média de todos os valores de vazão observados, em (L h⁻¹).

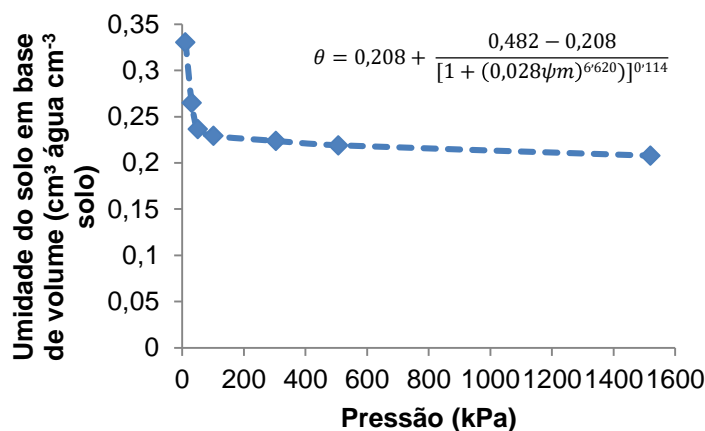
Para a obtenção da curva de retenção de água no solo foram coletadas amostras de solo na profundidade de 20 cm, nos vasos preparados para o experimento. O ajuste da curva foi realizado por meio do modelo da equação (2) descrito por Van Genuchten (1980). A partir dos parâmetros da curva de retenção, os valores de potencial matricial (Ψ_m) foram convertidos em valores de umidade. O ponto de murcha permanente e a capacidade de campo foram definidos de acordo com a

curva de retenção (Figura 4). O ponto de murcha permanente foi de $0,208 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ (-1519,88 Kpa) e a capacidade de campo foi de $0,265 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ (-303,98 Kpa).

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (\psi m \alpha)^n]^m} \quad (2)$$

Em que, θ - umidade à base de volume, $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$; θ_r - umidade residual, $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$; θ_s - umidade de saturação, $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$; Ψ_m - potencial de água no solo, cm de coluna de água, e α (cm^{-1}), m e n - parâmetros empíricos do modelo matemático.

Figura 4 – Curva de retenção de água no solo (UNESP/ Botucatu, SP, 2018)



3.6.1 Manejo da irrigação

Após o plantio, para garantir o pegamento das mudas, todas as parcelas foram mantidas na capacidade de campo, por 30 dias. A partir desse período, as quantidades de água foram fornecidas com base nos tratamentos estabelecidos.

O manejo de irrigação foi realizado adotando quatro tratamentos de lâminas de irrigação, baseadas na evaporação do Tanque Classe A (ECA), sendo: T1 (50% ECA), T2 (75% ECA) T3 (100% ECA) e T4 (125% ECA). As lâminas de irrigação foram estimadas com base nas leituras realizadas diariamente no tanque classe A, por meio dos dados obtidos na estação meteorológica do Departamento de Solos e Recursos Ambientais, localizada aproximadamente, 50 m da área experimental.

A estimativa da evapotranspiração de referência, para o cálculo da lâmina de irrigação líquida diária, foi baseada na diferença da taxa de evaporação do tanque classe A do dia atual em relação ao dia anterior. O cálculo da lâmina líquida foi realizado pelo produto do coeficiente do tanque classe A e da constante da cultura, para cada estágio de desenvolvimento da planta (Equação 3). A partir da lâmina

líquida foi calculada a lâmina bruta, considerando a eficiência de aplicação (Equação 4). Em seguida, foi determinado o tempo de irrigação, por meio do produto da lâmina bruta pela área do vaso, ajustada pela vazão média (q) dos gotejadores (Equação 5).

$$LL = ECA \cdot k_p \cdot k_c \quad (3)$$

$$LB = \frac{LL}{EA} \quad (4)$$

$$TI = \frac{LB \cdot S}{q} \quad (5)$$

Sendo: LL - a lâmina de líquida de água (mm); ECA a evaporação do Tanque Classe A (mm); K_p o coeficiente do Tanque Classe A (1,0); K_c coeficiente da cultura (considerado o K_c da *Passiflora edulis* Sims); TI o tempo de irrigação (min); LB a lâmina bruta de água (mm); S a área do vaso (m^2); e q é a vazão média do emissor ($L h^{-1}$).

Com o volume a ser aplicado definido, foi realizado o monitoramento do potencial mátrico da água no solo, verificado por tensiômetro instalado a 10 cm da planta, a 20 cm de profundidade do solo (Figura 5).

Foram definidas quatro parcelas representativas dos tratamentos por linha para essa aferição. Os tensiômetros foram colocados em água destilada por 24 horas antes da instalação. As leituras nos tensiômetros foram realizadas duas vezes por semana, no período da manhã, durante todo ciclo da *P. incarnata*, utilizando leitor digital de punção (tensímetro).

Figura 5 – Disposição espacial das quatro parcelas representativas por linha de irrigação (Botucatu/UNESP, SP, 2018)



Foto: Edhielle Vanessa de Lima Soares - 2019

As plantas foram irrigadas próximo à capacidade de campo (16,79 mm) quando o potencial mátrico atingiu a tensão correspondente à umidade crítica da cultura ($\theta_c = 0,237 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$), estimadas através da curva de retenção de água no solo, garantindo assim, o suprimento adequado nos momentos críticos do desenvolvimento vegetativo da planta, já que foi material de interesse para o estudo.

Os valores de K_c empregados neste trabalho são aqueles recomendados por Silva e Klar (2002) para a espécie *Passiflora edulis Sims f. flavicarpa* Deg. para os 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 dias após o transplante, com respectivos valores de 0,42; 0,51; 0,54; 0,62; 0,6; 0,7; 0,78; 0,82 e 0,75.

Para o estabelecimento das mudas de *P. incarnata* no início do cultivo, foi realizado um manejo hídrico visando garantir a uniformidade na aplicação de água para todos os tratamentos. A lâmina bruta acumulada entre o período de 15 de dezembro de 2017 a 19 de janeiro de 2018 foi de 509,7 mm.

A partir deste período, os volumes de água foram distintos de acordo com os tratamentos estabelecidos (Figura 6) para as lâminas de irrigação de 50%, 75%, 100% e 125% ET_c , compreendendo no fornecimento, respectivamente, dos teores totais de 330, 495, 660 e 815 mm planta⁻¹ ano⁻¹. Com o fornecimento de um volume total de 1169,7 mm ano⁻¹ durante a condução da cultura para a lâmina aplicada de 100% ET_c . Bem como, foi relatado por Freitas (2001) que para a condução de maracujazeiro, principalmente, durante a fase de emissão de flores e formação de frutos, seja necessário um fornecimento hídrico durante o período de 800 a 1.700 mm.

Observou-se durante a condução da cultura que na umidade abaixo da umidade crítica ($\theta_c = 0,237 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) ocorria um intenso estresse na planta, provocando uma visível murcha e interferindo na produção de folhas e inflorescências.

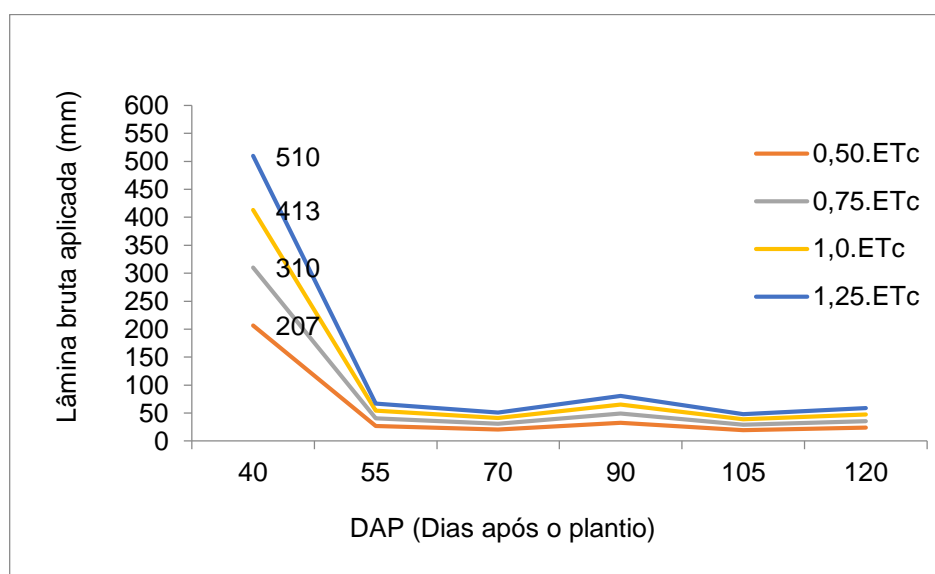
Segundo Carr (2013), no seu estudo com requerimento hídrico do maracujazeiro, verificou que a redução da disponibilidade hídrica afeta a expansão foliar após seis dias, que retoma o crescimento após a rega, mas reduz a dimensão final das folhas pela metade. Ruggiero et al. (1996) acrescenta, que o déficit hídrico pode ocasionar no início do desenvolvimento da cultura do maracujá a queda de folhas e frutos.

Como as folhas e flores deveriam ser conservadas para a realização das análises, a umidade foi monitorada até atingir o ponto da umidade crítica do solo, e neste momento, realizado uma suplementação hídrica de acordo com o tratamento, com um volume de 14,35 mm para alcançar a capacidade de campo. Durante os dois

cortes de cultivo de *P. incarnata* foram realizadas cinco irrigações para elevar o nível de água à capacidade de campo em todos os vasos, ajustando ao seu respectivo tratamento.

Quanto ao teor médio aplicado diariamente correspondente a evapotranspiração de referência diária coletada no Tanque classe A, verificou-se uma média de 3,39, 2,75, 2,06 e 1,37 mm dia⁻¹, respectivamente, para os tratamentos 125%, 100%, 75% e 50% Etc

Figura 6 – Lâminas brutas aplicadas ao longo do cultivo de *P. incarnata*, referente aos tratamentos: 0,50 ETc, 0,75.ETc, 1,00.ETc e 1,25.ETc



3.7 Manejo fitossanitário

Para o controle de doenças e pragas, preventivamente, foram realizados monitoramentos. Foi verificada a ocorrência do ácaro-vermelho (*Tetranychus ludei*) acima do nível de dano, no início do crescimento vegetativo aos 45 DAP. Para o controle da praga foi produzida calda e aplicada uniformemente na face abaxial de todas as plantas com um pulverizador manual de compressão prévia de 10 L (Disma). A calda foi elaborada com enxofre e óleo mineral, definidos como produtos naturais registrados para a agricultura orgânica. No controle de plantas invasoras, foram realizadas as capinas manuais e semanais, com a retirada de plantas que causem danos ao cultivo da cultura.

3.8 Características avaliadas

A primeira avaliação foi realizada aos 40 dias após o transplante (DAT), e as demais avaliações a cada 15 dias, correspondendo aos 55, 70, 90, 105 e 120 DAT. Sendo que aos 70 DAT foi realizada a primeira colheita e aos 120 DAT a segunda colheita das plantas de *P. incarnata*.

3.8.1 Altura da planta, diâmetro do caule e número de folhas

Foi avaliada a altura da planta com uma fita métrica, correspondendo à medida do caule, desde o solo até à inserção da última folha. O diâmetro do caule foi medido a 2 cm da superfície do solo, com o auxílio de um paquímetro digital. Foram contadas as folhas fotossinteticamente ativas.

3.8.2 Medida indireta de flavonoides (IFLV) e clorofila (ICHL)

Para verificar as variáveis IFLV e ICHL foi utilizado o equipamento Dualex Scientific - Force A (Figura 7). Esse equipamento permite identificar os índices para os teores de flavonoides, clorofila e balanço de nitrogênio (NBI – Nitrogen Balance Index) de maneira indireta em tempo real e sem causar dano ao limbo foliar. O NBI é obtido através da relação de ICHL com IFLV.

O Dualex permite a avaliação do teor de polifenóis da planta através da medição da absorção do ultravioleta (UV), emitindo um feixe de luz de comprimento de onda a 375 nm (absorvido pelos polifenóis) e outro de referência a 650 nm (região do vermelho), que atinge a epiderme da folha. Os feixes de raios UV que não foram absorvidos pelos polifenóis, excitam a clorofila no mesófilo foliar. Desta forma, é obtida a concentração indireta de polifenóis, já que a absorção de UV pela epiderme foliar é proporcional à fluorescência resultante da dupla excitação (CARTELAT et al., 2005).

As medições foram realizadas nas folhas 3 e 4 do ápice para a base, recentemente expandidas, evitando a nervura central, e preferencialmente no período da manhã, para não ocorrer interferências nos dados das leituras.

Figura 7 – Medições com o equipamento Dualex Scientific® na área experimental (UNESP/Botucatu, SP, 2018)



3.8.3 Medida Indireta de Clorofila

A medida indireta de clorofila foi realizada utilizando o equipamento clorofilômetro SPAD 502 – Minolta. Avaliaram-se as folhas 3 e 4 a partir da ponta da planta, recentemente expandidas, duas medidas por folha em cada planta, evitando a nervura central, e preferencialmente no período da manhã, para não ocorrer interferências nos dados das leituras. Segundo Minolta (1989), o clorofilômetro SPAD 502 – Minolta é um equipamento portátil e de fácil manuseio, que fornece resultados instantâneos da medida indireta de clorofila, por meio da absorvância/transmitância nos comprimentos de onda de, aproximadamente, 650 nm e 940 nm, expresso em unidades SPAD, obtido através da leitura no limbo foliar (Soil Plant Analysis Development).

3.8.4 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

Para a determinação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), através da reflectância de luz das folhas foi utilizado o equipamento portátil Greenseeker Handheld (Trimble®). Constituído de um sensor óptico ativo que emite luz no comprimento de onda do vermelho nos 660nm e do infravermelho próximo nos 780nm, que possibilitam o cálculo internamente do índice por meio da equação 6.

$$NDVI = \frac{NIR-RED}{NIR+RED} \quad (6)$$

Sendo: NIR a reflectância no infravermelho próximo (780 nm); RED é a reflectância no vermelho (660 nm). Os valores analisados de NDVI podem variar numa faixa de -1 a +1. Sendo que valores negativos são representativos de solo sem vegetação e valores positivos correspondentes a solo com vegetação. Para a medição, o aparelho era posicionado a uma distância de 0,6 m da planta, e realizadas cinco leituras em cada unidade experimental para a obtenção da média.

3.8.5 Análise de solo

As amostras de solo foram coletadas após a segunda colheita da cultura aos 120 DAT, sendo coletadas em três repetições, para determinação da análise química para fins de fertilidade do solo, segundo a metodologia de Raij et al. (2001).

3.8.6 Rendimento da Fitomassa Fresca e Seca da Parte Aérea

As colheitas, no primeiro e segundo corte, foram realizadas quando ocorreu a abertura de 50% das flores de um mesmo tratamento. Corresponderam aos 70 e 120 DAT das plantas de *P. incarnata*.

O corte da planta foi realizado com uma tesoura de poda, próximo à superfície do solo, e os materiais colocados em sacos de papel. O rendimento da fitomassa fresca foi obtido através da pesagem de material vegetativo em balança de precisão no Laboratório de Preparação de Amostra do Departamento de Solos e Recursos Ambientais no FCA, UNESP – Botucatu. Após a pesagem, o material foi colocado para secar em estufa de circulação e renovação de ar, à 60 °C por 72 horas, até atingir o ponto final de secagem entre 10 a 15% de umidade. Depois da secagem, as folhas e caules foram pesados separadamente em balança analítica. Em seguida, todo esse material seco foi moído (Moinho de Facas Tipo Willey) e direcionado para análise do teor de flavonoides expressos em vitexina.

3.8.7 Teor de Flavonoides

A extração e análise dos teores dos flavonoides por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) foram realizados de acordo com a metodologia proposta por WOSCH et al. (2017). Foi obtida a porcentagem de vitexina em folha seca de *P. incarnata*.

Após as amostras serem secas e moídas (60°C), foram separadas 20 amostras

para cada corte, sendo cada amostra representativa de um tratamento, obtendo ao final um total de 40 amostras para os dois cortes.

Para extração, foram adicionados 20 mL de etanol a 60% para 500 mg de cada amostra. Foi realizada a mistura e colocadas por 30 min no equipamento de ultra-som para a extração, em seguida a decantação, após foi realizada a filtragem de todo o sobrenadante com o auxílio de uma pipeta, que foram transferidos através de um filtro de papel e funil para um balão volumétrico, e completado o volume com etanol a 60% para 25 mL de cada amostra (Figura 8). Posteriormente, foi realizada uma segunda filtragem através de um LCR Millex® com um filtro de membrana PTFE de 0,45 m para frascos de vidro âmbar embalados com papel filme e armazenados em refrigerador até o momento da análise.

Figura 8 – Extração de flavonoides padronizada (UNESP/Araraquara, SP, 2018)



Adaptado do método proposto por Wock et al. (2017), o método de determinação de vitexina em *P. incarnata* foi desenvolvido pelo grupo de pesquisa da Faculdade Ciências Farmacêuticas, UNESP, Araraquara.

As análises das amostras para quantificação de vitexina foram realizadas usando um sistema ACQUITY HPLC QDA (Waters® Corporation, Milford, MS, USA), equipado com uma fonte de ionização ESI operando em modo negativo de análise e coluna de fase reversa Hypersil Gold® (C-18, 250 x 4,6 mm, 5 µm, Thermo). Foi utilizada como fase móvel uma solução aquosa MilliQ® de ácido fórmico 0,1% (solvente A) e uma solução de metanol (solvente B), em modo isocrático com 23% do solvente B em 30 min, vazão de 1,0 mL/min, com volume de injeção de 10 µL. Os parâmetros de operação utilizados na fonte de ionização ESI foram: voltagem do capilar: 1,8 kV, voltagem do cone: 15 V, temperatura da fonte ESI: 150 °C, temperatura de dessolvatação do gás N₂: 350 °C, vazão do gás de dessolvatação: 600 L/h. A faixa de massas usada no modo de análise full-scan foi de 200 a 1000 unidades de massa.

Os cromatogramas foram extraídos do íon referente a vitexina m/z 431 $[M - H]^-$.

O padrão utilizado para as análises foi a vitexina analytical standard (Sigma-Aldrich®), preparado a 1 mg/mL de etanol 60% (v/v). Posteriormente, para a construção da curva analítica, as análises foram realizadas através das soluções que sofreram diluições seriada em duplicata nas concentrações de 1,6, 3,125, 6, 25, 12,5, 25, 50 e 100 $\mu\text{g/mL}$ de etanol 60% (v/v).

3.9 A nálise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão testando os dados para o ajuste linear ou quadrático, segundo o teste t. Para isso, foi utilizado o software “SISVAR” versão 5.0 para Windows® (FERREIRA, 2007). No entanto, os resultados do teor de vitexina foram analisados no programa IBM SSPS Statistics por meio da análise de regressão para dados sem repetição pelo método “stepwise”.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Primeiro corte da *P. incarnata*

4.1.1 Altura (ALT), diâmetro (DIAM) e número de folhas (NF)

Os parâmetros ALT, DIAM e NF avaliados aos 40, 55 e 70 dias após o plantio, não foram influenciados pelas doses de fosfato, pelas lâminas de irrigação e não houve interação significativa entre esses fatores (Tabela 3).

Carvalho et al. (2010) relataram resultados semelhantes para maracujá-amarelo, em que o diâmetro do caule não foi influenciado pelas diferentes tensões de água no solo nos períodos avaliados aos 27; 56; 87; 117 e 147 DAT.

Tabela 3 – Resumo da análise estatística das avaliações aos 40, 55 e 70 DAP das medidas da altura (ALT), diâmetro (DIAM) e número de folhas (NF) no primeiro corte de *Passiflora incarnata* L. (Botucatu, SP, 2019)

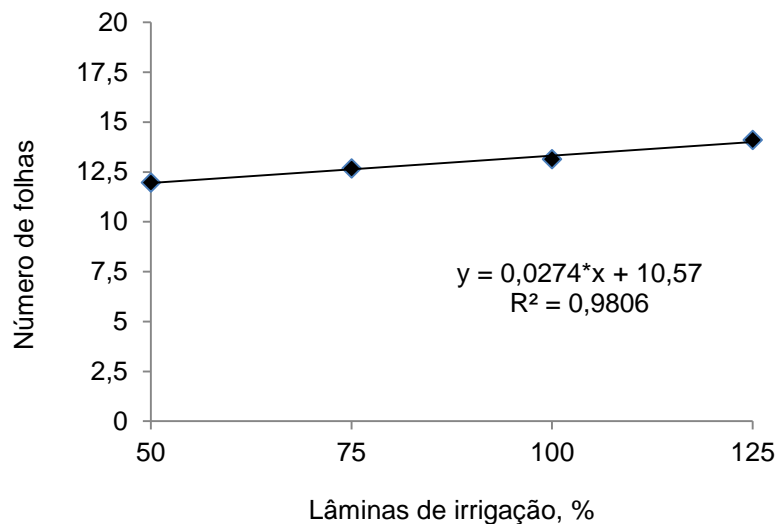
Fator de Variação	Altura			Diâmetro			Nº de Folhas		
	Dias após o plantio								
	40	55	70	40	55	70	40	55	70
	----- p-valor -----								
	-								
Doses de Fosfato (DF)	0,788	0,923	0,723	0,309	0,936	0,652	0,639	0,956	0,778
Lâminas de Irrigação (LI)	0,891	0,673	0,839	0,639	0,369	0,485	0,669	0,0004	0,747
DF x LI	0,683	0,774	0,432	0,374	0,802	0,104	0,012	0,071	0,642
CV (%)	52,55	26,17	22,42	21,94	12,86	14,85	20,92	14,61	16,09
Regressão (LI) p>t	-	-	-	-	-	-	-	0,000L	-

C.V. - coeficiente de variação (%); Q – regressão quadrática; L – regressão linear.

Fonte: Elaborada pela Autora (2019)

Nota-se apenas que o NF, aos 55 DAP, foi influenciado significativamente pelas lâminas de irrigação, aumentando, de maneira linear, obtendo o número máximo de folhas (Figura 9). Reforçando a hipótese de que as plantas que durante o seu desenvolvimento não passaram por déficit hídrico, terão maior incremento do número de folhas.

Figura 9 – O número de folhas de *Passiflora incarnata* L. em função das lâminas de irrigação aos 55DAP (Botucatu, SP, 2018)



4.1.2 Índices de clorofila (ICHL) e de flavonoides (IFLV)

Os índices para teores de clorofila (ICHL) e de flavonoides (IFLV), medidos com o equipamento Dualex Scientific® - Force A, foram significativos para alguns períodos do cultivo em ambos os fatores. A análise de variância para o ICHL foi significativa para as doses de fósforo aos 55 DAP e para as lâminas de irrigação aos 70 DAP, e para o IFLV foi significativo somente para as doses de fósforo aos 40 DAP.

Tabela 4 – Resumo das análises estatísticas das avaliações aos 40, 55 e 70 DAP das medidas do ICHL e IFLV no primeiro corte da *Passiflora incarnata* L.(Botucatu, SP, 2019)

Fator de Variação	ICHL			IFLV		
	Dias após o plantio					
	40	55	70	40	55	70
	----- p-valor -----					
Doses de Fosfato (DF)	0,227	0,010	0,279	0,049	0,700	0,043
Lâminas de Irrigação (LI)	0,180	0,068	0,001	0,754	0,223	0,117
DP x LI	0,298	0,430	0,068	0,811	0,749	0,215
CV (%)	8,020	11,300	12,780	4,720	4,400	5,030
Regressão (DF) p>t	-	0,004L	-	0,012L	-	-
Regressão (LI) p>t	-	-	0,003L	-	-	-

C.V. - coeficiente de variação (%); Q – regressão quadrática; L – regressão linear.

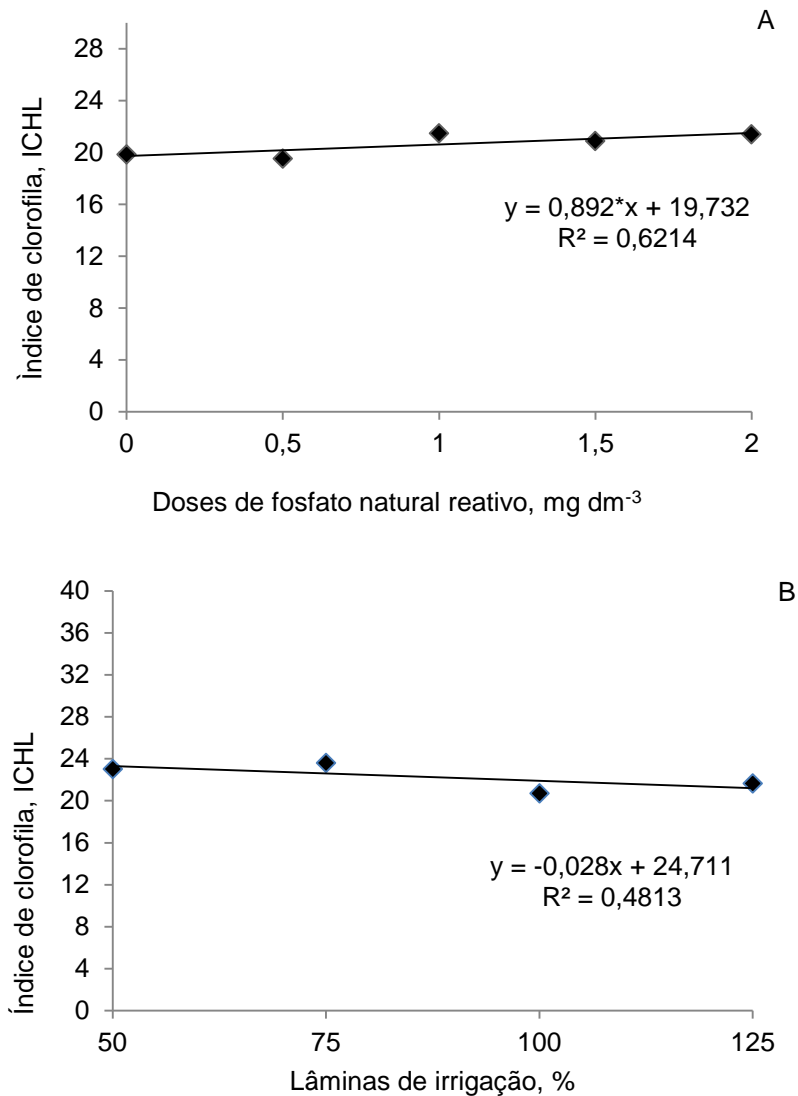
Fonte: Elaborada pela Autora (2019)

O ICHL aumentou de forma linear com as doses de fosfato, aos 55 DAP (Figura 10A). Bonfim-Silva et al. (2016) para feijão guandu, que o teor de clorofila acompanhou o crescente aumento das doses de fósforo, utilizando como fonte fosfato natural reativo.

Considerou-se que a adubação fosfatada proporcionou o acréscimo de nitrogênio no tecido foliar, favorecendo a síntese de clorofila. Tendo em vista, que o fósforo é integrante do ATP, molécula que possibilita a liberação de energia para a realização do processo ativo de absorção de nitrogênio e na síntese de compostos orgânicos (TAIZ; ZEIGER, 2010).

O tratamento de lâminas de irrigação aos 70 DAP demonstrou tendência linear decrescente do ICHL, com o aumento do volume de água aplicado nesse período, semelhante ao MIC (Figura 10B). Concordando com o trabalho realizado por Zhang et al. (2014), que o conteúdo de clorofila, em plantas de espinafre, não foi afetado quando submetidas ao déficit hídrico.

Figura 10 – O ICHL de *Passiflora incarnata* L. em função das doses de fosfato natural reativo aos 55DAP, e em função das lâminas de irrigação aos 70 DAP, respectivamente (Botucatu, SP, 2018)



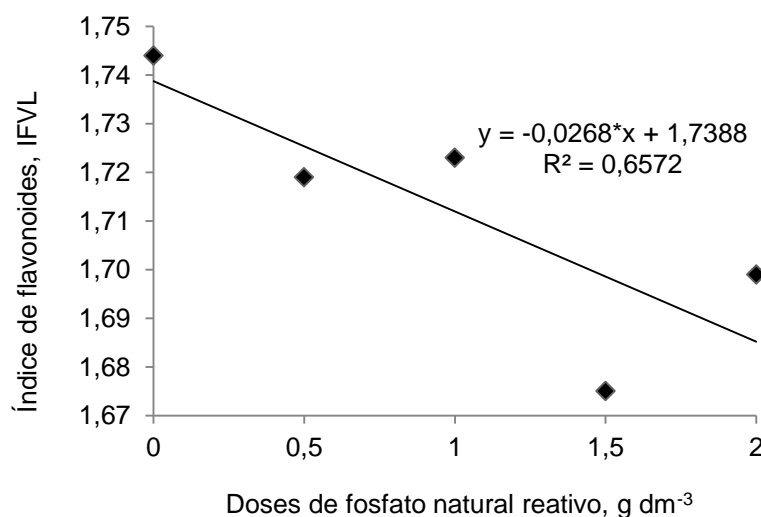
Apenas no período de 40 DAP, o índice de flavonoides (IFLV) decresceu linearmente com o aumento das doses do fertilizante aplicado no solo, obtendo o maior valor de 1,74, no tratamento sem a aplicação de fósforo (Figura 11). No estudo do efeito da aplicação de fósforo e cama de frango, na espécie medicinal Marcela

(*Achyrocline satureioides* L.), o percentual de flavonoides ficou próximo de 1,80% (m/m) para o tratamento em que não foi aplicado fósforo, reduzindo para 1,08%, na dose de 200 kg ha⁻¹ P₂O₅, no entanto, voltando a elevar para 1,85%, na dose de 300 kg ha⁻¹ P₂O₅ (VIEIRA ET AL., 2015).

Freitas et al. (2008), ao estudarem o efeito do fósforo no índice de flavonoides na *Passiflora alata*, espécie o mesmo gênero que a *P. incarnata*, verificaram que a deficiência de fósforo nessas plantas gerou um incremento de 16% no teor de vitexina. O conteúdo do metabólito secundário em uma espécie vegetal é considerado incerto, já que pode ser influenciado por vários fatores bióticos e abióticos. Essas variáveis podem ocasionar situações de estresse na planta.

O estresse nutricional gerado por níveis anormais de determinado nutriente tem demonstrado um aumento nas concentrações de metabólitos secundários. A menos que a deficiência seja dos elementos nitrogênio e enxofre, em que tem sido verificado que a produção de metabólitos secundários é reduzida (GERSHENZON, 1984).

Figura 11 – O Índice de flavonoides (IFLV), determinado com o Dualex, de *Passiflora incarnata* L. em função das doses de fosfato natural reativo aos 40 DAP (Botucatu, SP, 2018)



4.1.3 Medida indireta de clorofila (MIC) e índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI)

Não houve efeito da MIC e do NDVI aos 40 e 55 DAP, em função dos tratamentos realizados (Tabela 5), porém na avaliação aos 70 DAP, verificou-se a

influência das lâminas na MIC, com o coeficiente de variação considerado de precisão de 8,06%.

Tabela 5 – Resumo das análises estatísticas das avaliações aos 40, 55 e 70DAP da medida indireta de clorofila (MIC) e NDVI no primeiro corte da *Passiflora incarnata* L. (Botucatu, SP, 2019)

Fator de Variação	MIC			NDVI		
	Dias após o plantio					
	40	55	70	40	55	70
	----- p-valor -----					
	-					
Doses de Fosfato (DF)	0,418	0,053	0,058	0,876	0,219	0,150
Lâminas de Irrigação (LI)	0,862	0,012	0,000	0,502	0,768	0,718
DF x LI	0,543	0,766	0,938	0,206	0,883	0,059
CV (%)	5,910	8,190	8,060	26,120	32,830	22,730
Regressão (LI) p>t	-	-	0,005Q	-	-	-

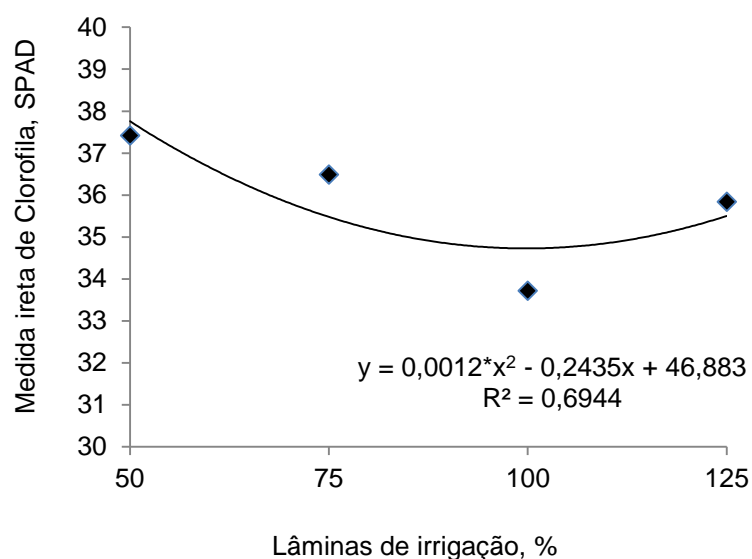
C.V. - coeficiente de variação (%); Q – regressão quadrática; L – regressão linear.

Fonte: Elaborada pela Autora (2019)

A clorofila pode estar relacionada à capacidade fotossintética, assim como produtividade, estágio de desenvolvimento e estresses abióticos. Os dados da MIC foram ajustados de forma quadrática, obtendo maior teor de clorofila na lâmina de irrigação de 50 % da ETc (Figura 12), tendendo a reduzir a teor de clorofila com o aumento do nível de irrigação. Este resultado contrário ao esperado pode ser consequência do crescimento da planta, com subsequente aumento da massa, podendo ocorrer a diminuição do teor de clorofila na planta, devido a sua redistribuição na planta ao longo do ciclo, acarretado pelo efeito diluição.

Diferido do relatado por Abad et al. (2017) em plantas de milho, que com a diminuição da água disponível ocorreu uma redução do teor de clorofila durante o pendoamento. Semelhante ao encontrado por Buchanan et al. (2000), em que o déficit hídrico ocasionado pela menor lâmina de irrigação em que foram submetidas morangueiros, ocasionou uma baixa taxa fotossintética, contribuindo para uma menor pigmentação das folhas e afetando os fatores crescimento das plantas e produtividade.

Figura 12 – A medida indireta de clorofila da *Passiflora incarnata* L. em função das lâminas de irrigação aos 70 DAP (Botucatu, SP, 2018)



4.1.4 Massa fresca e seca da parte aérea

As doses de fosfato natural e as lâminas de irrigação não influenciaram a produção de massa fresca e seca da parte aérea, aos 70 DAP (Tabela 6). Um dos fatores que pode ter interferido na ausência de influência dos tratamentos no acúmulo de massa, foi o alto coeficiente de variação, devido à variabilidade do material propagativo utilizado.

O menor tempo de contato do fosfato natural com o solo, já que a dissolução do fosfato natural reativo Báýovar pode não ter sido suficiente, ocasionando a reduçãoda disponibilidade de fósforo para a planta e não apresentando diferença significativano primeiro corte da *P. incarnata*.

As fontes menos solúveis, como a Báýovar, são caracterizadas pela liberação lenta de nutrientes, o que pode gerar menores produções no estabelecimento inicial da cultura. No entanto, com o passar do tempo tendem a apresentarem um maior efeito residual, e ainda, uma elevada produção pelo aumento de sua reatividade (MARTINS et al. 2013).

Tabela 6 – Resumo das análises estatísticas das avaliações após a colheitas medidas de massa fresca e seca da parte aérea no primeiro corte da *Passiflora Incarnata* L. (Botucatu, SP, 2019)

Fator de Variação	Massa da parte aérea	
	Fresca	Seca
	----- p-valor -----	
Doses de Fosfato (DF)	0,927	0,720
Lâminas de Irrigação (LI)	0,682	0,700
DP x LI	0,948	0,852
CV (%)	32,030	38,310
Doses de Fosfato (mg dm ⁻³)	Médias observadas	
0	22,97	6,63
0,5	23,38	6,91
1	22,71	7,27
1,5	22,64	7,22
2	21,52	6,36
Lâminas de Irrigação (%ETc)	Médias observadas	
50	22,21	6,97
75	22,44	6,91
100	21,90	6,42
125	24,01	7,21

C.V. - coeficiente de variação (%); DAP – dias após o plantio.

Fonte: Elaborada pela Autora (2019)

4. 2 Segundo corte da *P. incarnata*

4. 2. 1 Altura (ALT), diâmetro (DIAM) e número de folhas (NF)

Houve aumento linear do número de folhas, em função das lâminas de irrigação, aos 90 e 120 DAP. Já para os fatores altura da planta e diâmetro, não foram constatadas diferenças nos períodos avaliados (Tabela 7).

Quando estudada a interação dos tratamentos das doses de fosfato natural reativo e de lâminas de irrigação, identificou-se efeito significativo para altura da planta, aos 105 e 120 DAP, e para o diâmetro do caule e número de folhas aos 90 DAP.

Tabela 7 – Resumo das análises estatísticas das avaliações aos 90, 105 e 120 DAP das medidas da altura (ALT), diâmetro (DIAM) e número de folhas (NF) no primeiro corte da *Passiflora incarnata* L. (Botucatu, SP, 2019)

Fator de Variação	Altura			Diâmetro			Nº de Folhas		
	Dias após o plantio								
	90	105	120	90	105	120	90	105	120
	----- p-valor -----								
Doses de Fosfato (DF)	0,547	0,191	0,724	0,144	0,975	0,720	0,713	0,200	0,757
Lâminas de Irrigação (LI)	0,030	0,345	0,107	0,598	0,065	0,273	0,016	0,176	0,012
DF x LI	0,131	0,046	0,022	0,020	0,328	0,686	0,000	0,083	0,092
CV (%)	30,29	22,55	23,78	15,66	17,15	14,10	29,02	14,69	17,11
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Regressão (LI) p>t	-	-	-	-	-	-	0,002	-	0,003
							L		L

C.V. - coeficiente de variação (%); Q – regressão quadrática; L – regressão linear.

Fonte: Elaborada pela Autora (2019)

Segundo Taiz e Zeiger (2009) quando uma planta é submetida ao estresse hídrico, são alterados praticamente todos os aspectos do crescimento e desenvolvimento, podendo interferir em várias reações metabólicas e diminuir o crescimento, modificando assim a anatomia e morfologia da planta.

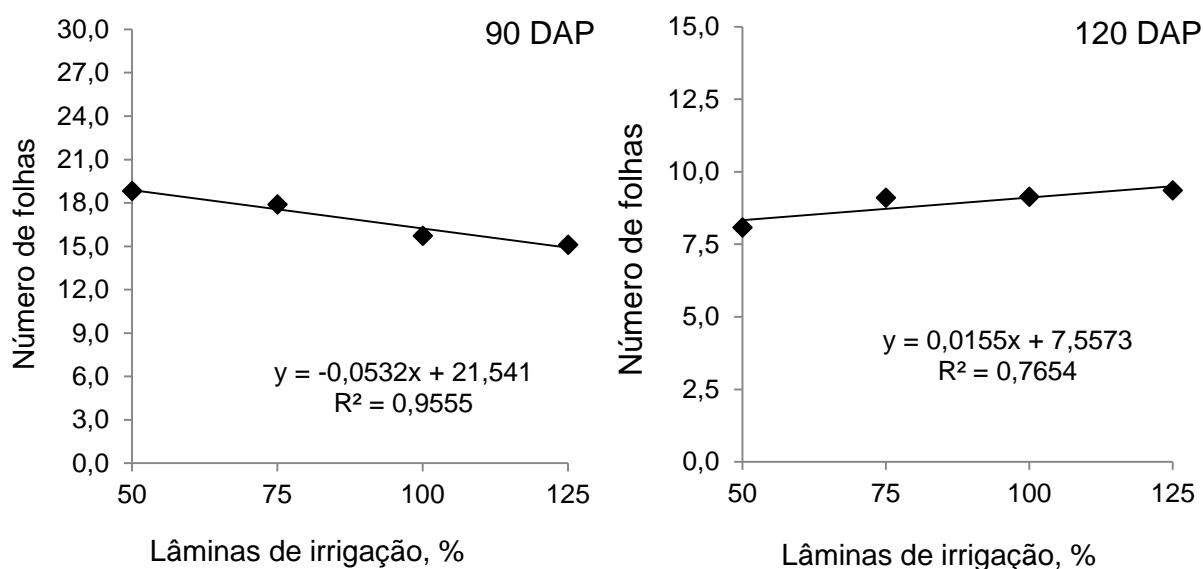
Observando-se o número de folhas em função das lâminas de irrigação aos 90 DAP, através da análise de regressão, constata-se diminuição do número de folhas com o acréscimo da disponibilidade hídrica e significativo aumento da quantidade foliar quando submetida a menor lâmina de água. Diferentemente do que ocorreu aos 120 DAP, que um crescente aumento do fornecimento de água gerou um aumento do número de folhas por planta (Figura 13).

Tal fato deve-se, possivelmente, aos mecanismos de ajustamento da planta ao estresse hídrico, constituído pelo decréscimo em número da produção da área foliar na planta. Sendo esse processo importante na diminuição da perda de água, por meio da indução ao fechamento dos estômatos (TAIZ E ZEIGER, 2009). Tripathi et al. (2018) relata em seu trabalho sobre a exigência hídrica e de irrigação no maracujá, que a produção foliar e sua expansão são sensíveis aos déficits hídricos, enquanto o estresse hídrico reduz a iniciação do broto vegetativo e floral. Um único botão de flor

axilar forma-se em cada nó da folha do novo crescimento junto com uma gavinha.

Alguns autores têm relatado essa diminuição da área foliar exposta a radiação solar, assim como a sua superfície de transpiração em resposta à redução da disponibilidade da água para a planta (OSAKABE et al., 2014; SOUZA et al. 2018).

Figura 13 – O Número de folhas de *Passiflora incarnata* L. em função das lâminas de irrigação aos 90 e 120 DAP, respectivamente (Botucatu, SP, 2018)



4.2.2 Medida indireta de clorofila (MIC) e índice de vegetação por diferençanormalizada (NDVI)

A MIC e o NDVI foram influenciados pelas lâminas de irrigação com tendências semelhantes no início e diferenciando, ao final do segundo corte. Não houve interação significativa entre doses de fósforo e as lâminas de irrigação, nem efeito somente das doses de P sobre estas características avaliadas (Tabela 8).

Tabela 8 – Resumo das análises estatísticas das avaliações aos 90, 105 e 120 DAP da medida indireta de clorofila (MIC) e NDVI no primeiro corte da *Passiflora incarnata* L. (Botucatu, SP, 2019)

Fator de Variação	MIC			NDVI		
	Dias após o plantio					
	90	105	120	90	105	120
	----- p-valor -----					
Doses de Fósforo (DF)	0,605	0,463	0,164	0,860	0,709	0,669
Lâminas de Irrigação (LI)	0,028	0,668	0,020	0,003	0,000	0,000
DF x LI	0,236	0,373	0,908	0,456	0,814	0,404
CV (%)	12,350	6,640	7,020	19,700	10,080	12,390
Regressão (LI) p>t	0,003L	-	0,005L	0,024L	0Q	0,005Q

C.V. - coeficiente de variação (%); Q – regressão quadrática; L – regressão linear.

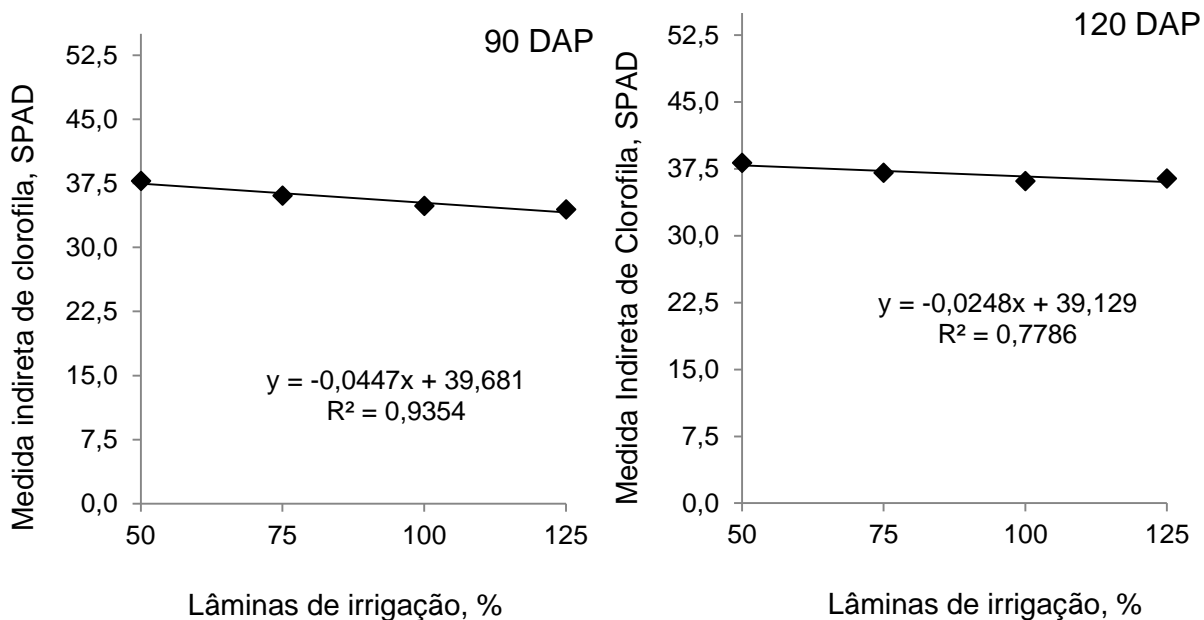
Fonte: Elaborada pela Autora (2019)

O MIC foi ajustado de forma linear decrescente, reduzindo à medida que se aumentaram as lâminas de irrigação. Esse efeito significativo foi verificado para os períodos de 90 e 120 DAP (Figura 14), com os maiores valores de MIC de 38,76, para o primeiro, e de 38,18 para o segundo, ambos identificados na lâmina de 50% Etc.

Resultados semelhantes foram detectados para as culturas de soja, algodão, cebola, e segurelha (BAPTESTINI, 2013; INAMULLAH E AKIHIRO, 2005; RADÁCSI ET AL., 2018), em que o decréscimo do valor SPAD foi influenciado pelo crescente fornecimento de água.

O aumento da disponibilidade de água para as plantas beneficia a absorção de água e nutrientes. Favorecendo o crescimento vegetativo da planta a ponto de provocar uma diluição da clorofila no tecido foliar e a diminuição da intensidade verde das folhas, no entanto maiores teores de água podem provocar redução da disponibilidade de nitrogênio para as plantas, já que pode ocorrer a perda desse elemento das áreas de maior concentração do sistema radicular das plantas por lixiviação (BAPTESTINI, 2013).

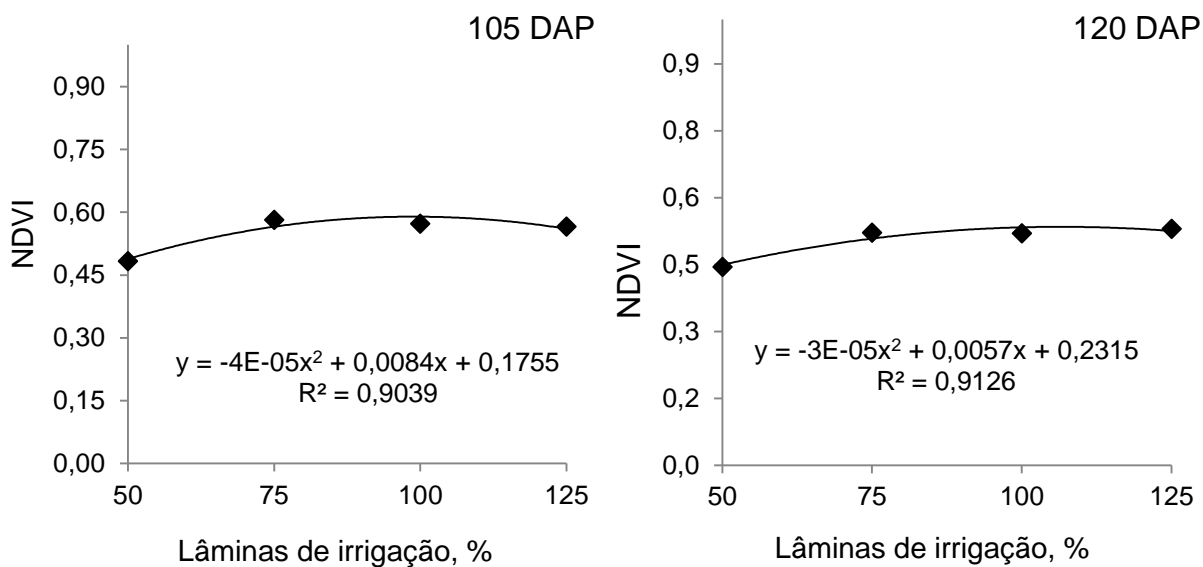
Figura 14 – Medida indireta de clorofila, determinado com o SPAD-502, de *Passiflora incarnata* L. em função das lâminas de irrigação aos 90 e 120 DAP, respectivamente (Botucatu, SP, 2018)



O NDVI em função das lâminas de irrigação aos 90 DAP obteve um coeficiente de regressão de 0,3522, não considerado um bom ajuste ao modelo, todavia o mesmo parâmetro obteve um bom ajuste de forma quadrática em função das lâminas de irrigação aos 105 e 120 DAP. Nestas últimas duas datas, os maiores índices NDVI foram de 0,582, na lâmina de irrigação de 100 % da ETc no 105 DAP e de 0,530, na lâmina de 94% ETc aos 120 DAP (Figura 15).

Como o NDVI é calculado com base na reflectância das folhas, e esta é influenciada, principalmente pela biomassa foliar e teor de clorofila da folha, se justifica os resultados encontrados para o NDVI, aos 120 DAP, onde houve aumento do número de folhas e redução do teor de clorofila, com o aumento das lâminas de irrigação.

Figura 15 – O NDVI, determinado com o Green Seeker Handheld (Trimble) de *Passiflora incarnata* L. em função das lâminas de irrigação aos 90, 105 e 120 DAP, respectivamente (Botucatu, SP, 2018)



4.2.3 Índices de clorofila (ICHL) e de flavonoides (IFLV)

Houve efeito ($p < 0,05$) na medida indireta de clorofila ICHL, determinado pelo Dualex, para as lâminas de irrigação, aos 90 DAP, e para o índice de flavonoides, aos 90 e 120 DAP.

Com relação à interação dos fatores doses de fosfato natural e lâminas, foi verificada significância ($p < 0,05$) para o índice de flavonoides, em todas as datas de avaliação.

Tabela 9 – Resumo das análises estatísticas das avaliações aos 90, 105 e 120 DAP das medidas do ICHL e IFLV no primeiro corte da *Passiflora incarnata* L.(Botucatu, SP, 2019)

Fator de Variação	ICHL			IFLV		
	Dias após o plantio					
	90	105	120	90	105	120
	----- p-valor -----					
Doses de Fosfato (DF)	0,819	0,395	0,112	0,677	0,672	0,300
Lâminas de Irrigação (LI)	0,021	0,065	0,359	0,006	0,489	0,000
DP x LI	0,228	0,867	0,734	0,038	0,004	0,012
CV (%)	13,400	9,780	9,800	8,310	4,240	2,990
Regressão (LI) p>t	0,002L	-	-	0,027Q	-	0,010Q

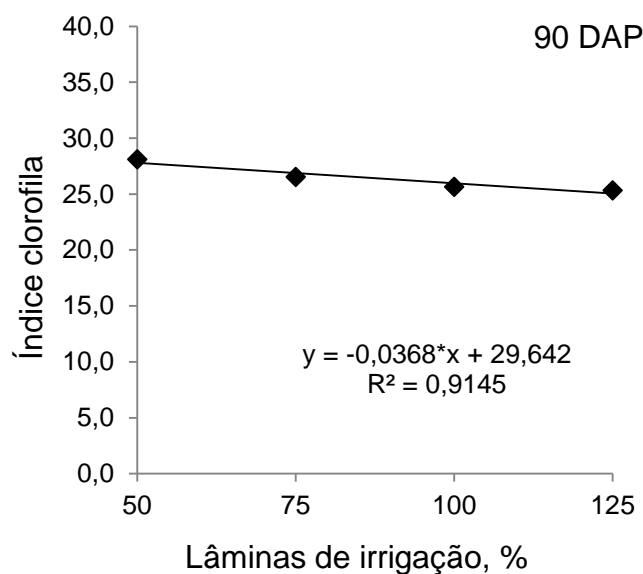
C.V. - coeficiente de variação (%); Q – regressão quadrática; L – regressão linear.

Fonte: Elaborada pela Autora (2019)

Avaliando o resultado obtido após a análise de regressão ($p < 0,05$) para a lâmina de irrigação aos 90 DAP, pode ser identificado (Figura 16) um comportamento linear decrescente quando relacionada às lâminas de irrigação e os teores do ICHL. Na medida, que ocorreu o incremento de água de irrigação pode ser observada uma redução dos teores de clorofila na planta.

Concordando com os resultados obtidos na primeira avaliação aos 90 DAP de todos os métodos utilizados para a medição da variável teor de clorofila como o índice SPAD e o índice NDVI. Fato que pode ser explicado pela mesma hipótese do efeito diluição das clorofilas nas plantas. Na medida em que receberam maior teor de água apresentaram um aumento da produção e acúmulo de matéria seca, e conseqüente, redução do teor de clorofila.

Figura 16 – O índice de clorofila (ICHL), determinado pelo Dualex, de *Passiflora incarnata* L. em função das lâminas de irrigação aos 90 DAP (Botucatu, SP, 2018)

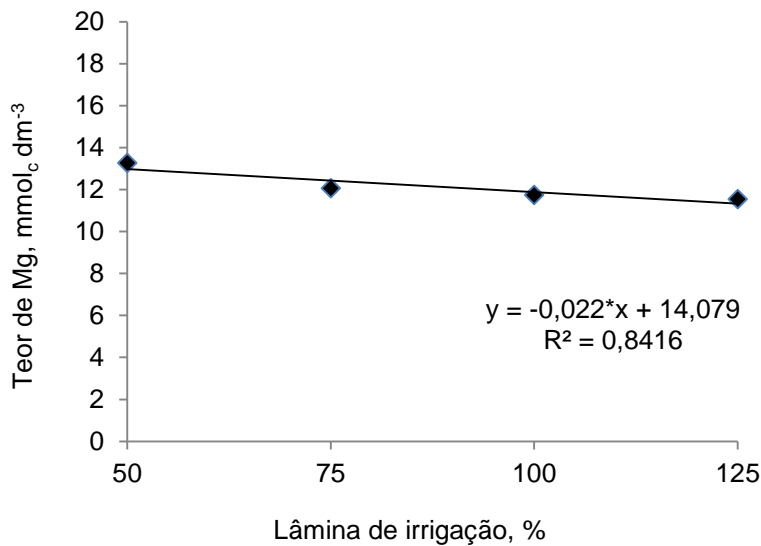


Após o segundo corte, foi verificado um comportamento semelhante dos teores de magnésio trocável do solo, que obtiveram tendência linear decrescente em relação ao aumento contínuo das lâminas de irrigação (Figura 17). Eventos que podem ser associados, já que o macronutriente magnésio é considerado um constituinte fundamental da molécula de clorofila.

Sendo observado que o teor de magnésio trocável obteve alteração mínima em relação ao conteúdo inicial do solo, com posterior redução com o aumento das concentrações de água fornecida para a cultura através da irrigação.

As maiores lâminas de irrigação podem ter proporcionado pequena lixiviação do Mg, potencializada pela calagem com calcário calcítico e aplicação do composto orgânico, ambos com teores mais elevados de Ca em relação ao Mg, que podem ter favorecido a ligação do Ca nas cargas negativas do solo, deslocando parte do Mg na solução do solo, ficando mais suscetível à lixiviação. Fato que pode ter favorecido a redução da clorofila na folha em função do aumento da disponibilidade de água para a planta.

Figura 17– Teor de magnésio no solo em função das lâminas de irrigação após a colheita (Botucatu,SP, 2018)



Quanto ao índice de flavonoides, que exprime o teor de flavonoides na folha por meio de uma mensuração indireta, ocorreu diferença quando a planta foi submetida a diferentes lâminas de irrigação. Essa variável obteve ajuste quadrático no período de 90 DAP e 120 DAP em relação às lâminas de irrigação (Figura 18).

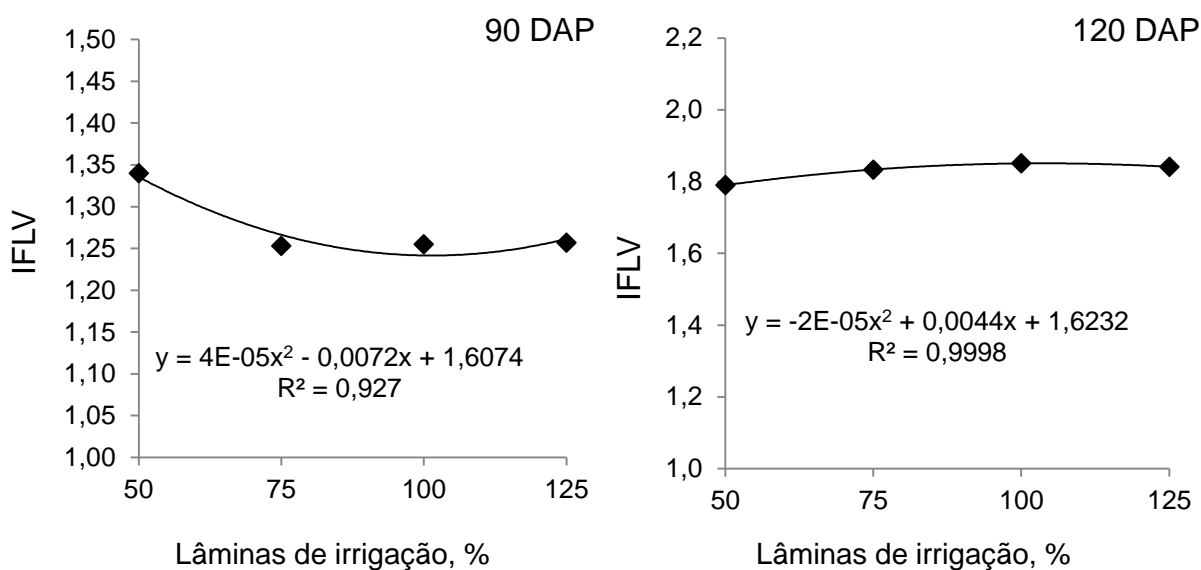
Pode ser observado que nos dois períodos, com o crescente fornecimento hídrico, ocorreu decréscimo inicial aos 90 DAP, e um aumento gradual do índice de flavonoides após a aplicação de 100% da evapotranspiração da cultura, tanto aos 90 como aos 120 DAP. Com a aplicação de 50% e 125% Etc aos 90 DAP, sob o efeito do estresse hídrico, foi verificado um aumento do IFLV. Por outro lado, com a disponibilização de 125% da evapotranspiração da cultura aos 120 DAP gerou uma redução do índice de flavonoides.

Por meio da fisiologia de plantas é possível entender que o estresse pode afetar o processo fotossintético. Podendo gerar o redirecionamento do carbono fixado fotossinteticamente da síntese de metabólitos primário, os quais estão envolvidos no metabolismo de crescimento, para a produção dos metabólitos secundários como flavonoides e outros compostos fenólicos quando submetidos a condições de estresses abióticos (ABREU; MAZZAFERA, 2005).

Corroborando com essa informação, Al-gabbiesh et al. (2015) relataram que a escassez de água limita o suprimento de água, desencadeando o fechamento estomático. Como resultado, ocorrem as reduções na absorção de CO₂ e no consumo de equivalentes de redução (NADPH + H⁺) no decorrer da fixação de CO₂ via ciclo de

Calvin, gerando um suprimento massivo de NADPH+H⁺. Conseqüentemente, todos os processos metabólicos são direcionados para a síntese de compostos altamente reduzidos, como isoprenóides, fenóis ou alcaloides, gerando um possível aumento da síntese e acúmulo de metabólitos secundários de plantas cultivadas.

Figura 18 – Índice de flavonoides (IFLV), determinado com o Dualex, de *Passiflora incarnata* L. em função das lâminas de irrigação aos 90 e 120 DAP, respectivamente (Botucatu, SP, 2018)



Somente o tratamento das lâminas de irrigação influenciou a fitomassa fresca e seca de *P. incarnata* (Tabela 10)

Tabela 10 – Resumo das análises estatísticas das medidas de massa fresca e seca da parte aérea no segundo corte da *Passiflora incarnata* L. (Botucatu, SP, 2019)

Fator de Variação	Massa da Parte Aérea	
	Fresca	Seca
	----- p-valor -----	
Doses de Fosfato (DF)	0,891	0,739
Lâminas de Irrigação (LI)	0,000	0,000
DP x LI	0,585	0,633
CV (%)	16,060	22,240
Regressão (LI) p>t	0,000	0,000

C.V. - coeficiente de variação (%); DAP – dias após o plantio;

Fonte: Elaborada pela Autora (2019)

As plantas submetidas às lâminas de irrigação obtiveram ajuste linear crescente, à medida que se aumentava o abastecimento de água, para as variáveis massa fresca e seca da parte aérea (Figura 19). Observa-se que ao aplicar às lâminas de irrigação de 50% e 125% da ETc as plantas apresentaram, respectivamente, a média da massa fresca da parte aérea de 19,950 e 26,52 gramas; e a média da massa seca da parte aérea de 6,37 e 8,72 gramas.

Pode ser observado que o menor crescimento ocorreu nas menores lâminas de irrigação, já que quando a necessidade hídrica da planta não é suprida, gera uma diminuição em seu crescimento. Além de mostrar que não só o teor de massa seca foi influenciado pelas condições hídricas, mas também o teor de água nas plantas.

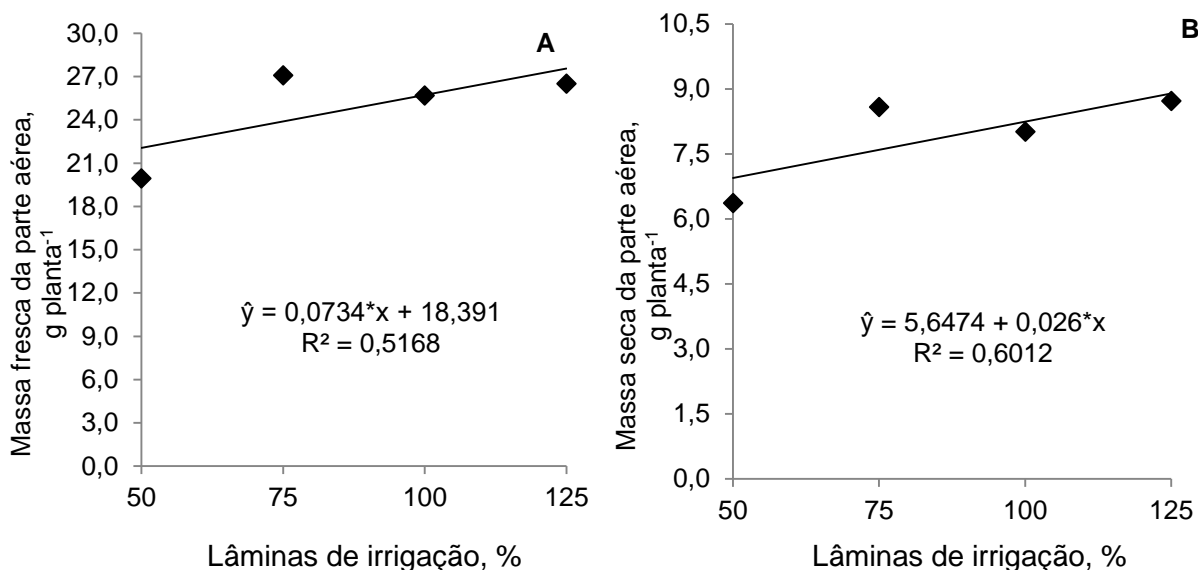
Concordando com os resultados do estudo de Radácsi *et al.* (2019) com a cultura de segurelha de verão, que em condições de maior regime de água foram obtidos aumentos significativos da massa fresca e seca na planta.

No trabalho realizado por Lacerda *et al.* (2017) com plantas de rabanete, também foi verificado um aumento linear da massa fresca das plantas com o aumento da disponibilidade de água, obtendo as menores massa na menor lâmina aplicada. Corroborando com os autores, Pravuschi *et al.* (2010) verificaram para a *Ocimum basilicum* L. que dentre as lâminas testadas de 0, 50, 75, 100 e 150% da evapotranspiração em tanque de classe A (ECA), o maior rendimento de fitomassa

fresca e seca ocorreu na lâmina de 100%.

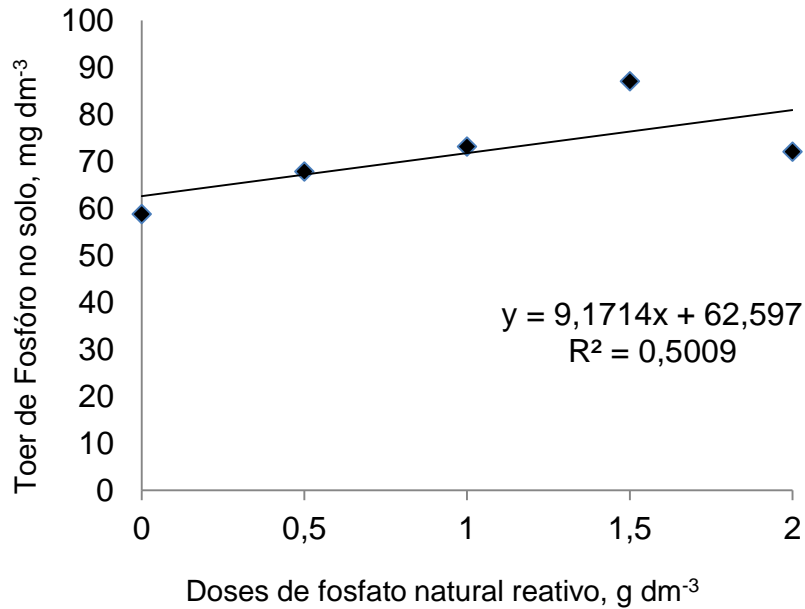
Ao passo, que Posse *et al.* (2019) trabalhando com diferentes disponibilidades de água na cultura de mamão, relatou que a redução da quantidade de água disponível para as plantas interferiu negativamente no acúmulo de massa seca das plantas.

Figura 19 – Massa fresca (A) e seca (B) da parte aérea de *Passiflora incarnata* L. em função das lâminas de irrigação após a colheita (Botucatu, SP, 2018)



Pode ser observado que não houve resultados significativos em função das doses de fosfato natural reativo durante todo o experimento. O fato explicado pelo aumento não foi muito expressivo, de apenas 9 mg dm⁻³ para cada 1 g dm⁻³ de fosfato, equivalente a 1 t ha⁻¹ (Figura 20). Este teor de P no solo observado refere-se ao P residual, uma vez que foi determinado após dois cortes do *P. incarnata*, mais de quatro meses da sua aplicação, e também evidencia a liberação gradual do P contido no fosfato. O aumento das doses de fosfato natural reativo proporcionou aumento linear do teor de fósforo disponível no solo, demonstrando que ocorreu a reação de solubilização do fósforo, contido no fosfato natural reativo de Bayóvar.

Figura 20 – Teor de fósforo no solo em função das doses de fosfato natural reativo após a colheita(Botucatu, SP, 2018)



Outro fator que pode ter reduzido a disponibilização do P, foi a calagem realizada, para adequar as condições de acidez do solo para a *P. incarnata*. A eficiência agrônômica do fosfato reativo de Bayovar foi reduzida de 75 para 65% com a calagem, elevando o pH (H₂O) de 4,2 para 5,5 (DIAS *et al.*, 2015). No presente experimento o pH (CaCl₂) do solo foi elevado de 5,2 para 6,0, no final do ciclo. O íon K não deve ter sofrido esta influência, mesmo tendo menor força de adsorção com os colóides do que o magnésio, por seu teor ser baixo no solo (média de 1,7 mmol_c dm⁻³) e ser mais absorvido pelas plantas comparado ao magnésio.

4.3 Teor de flavonoides (vitexina)

Os teores de vitexina das amostras do primeiro e segundo cortes da cultura foram influenciados apenas pelo fator lâminas de irrigação. Para os demais, fatores das doses de fosfato natural reativo e interação entre os fatores DP e LL, não foi verificado o efeito significativo nos dois cortes analisados.

Tabela 11– Resumo da análise de regressão dos teores de vitexina na parte aérea da *P. incarnata*

FV	Primeiro corte	Segundo corte
	----- p-valor -----	
Doses de P (DP)	0,488	0,622
Lâminas de Irrigação (LL)	0,001	0,004
P x L	0,613	0,512

Fonte: Elaborada pela Autora (2019)

Existem poucas informações na literatura sobre a influência da água na síntese dos compostos fenólicos. Em geral, o estresse hídrico pode elevar a biossíntese de compostos fenólicos e formação de lignina (MATERN; GRIMMIG, 1994).

No presente experimento, o acréscimo da lâmina de irrigação gerou aumento no teor de vitexina nas plantas (Figura 21), bem distintos para os dois cortes de cultivo. No primeiro corte o aumento do teor de vitexina nas folhas, em função das lâminas de irrigação, foi metade do obtido no segundo corte, os valores também foram mais altos que no primeiro corte.

Radácsi *et al.* (2019) relatou em seu trabalho, com *Satureja hortensis*, que a irrigação não foi significativa para o nível de acumulação do óleo essencial, porém, o maior nível de irrigação, de 40 mm por semana, teve influência significativa para a obtenção da maior biomassa e rendimento de óleo nas plantas.

Alinian *et al.* (2016) testando três níveis de irrigação (70, 150 e 200 mm) em plantas de *Cuminum cyminum* L. encontrou maiores teores significativo de flavonoides foliares e fenólicos na lâmina de 150 mm, e maiores teores de compostos fenólicos de sementes e óleos essenciais, bem como as antocianinas de folhas, na lâmina de 200 mm.

Bem como, Meira *et al.* (2013) identificou a influência significativa com comportamento linear decrescente no teor obtido de óleo essencial em função da suplementação de água em plantas de *Melissa officinalis*, sendo que dentre as lâminas testadas, a maior produção de óleo foi obtida na menor lâmina aplicada de 50% da evapotranspiração de referência.

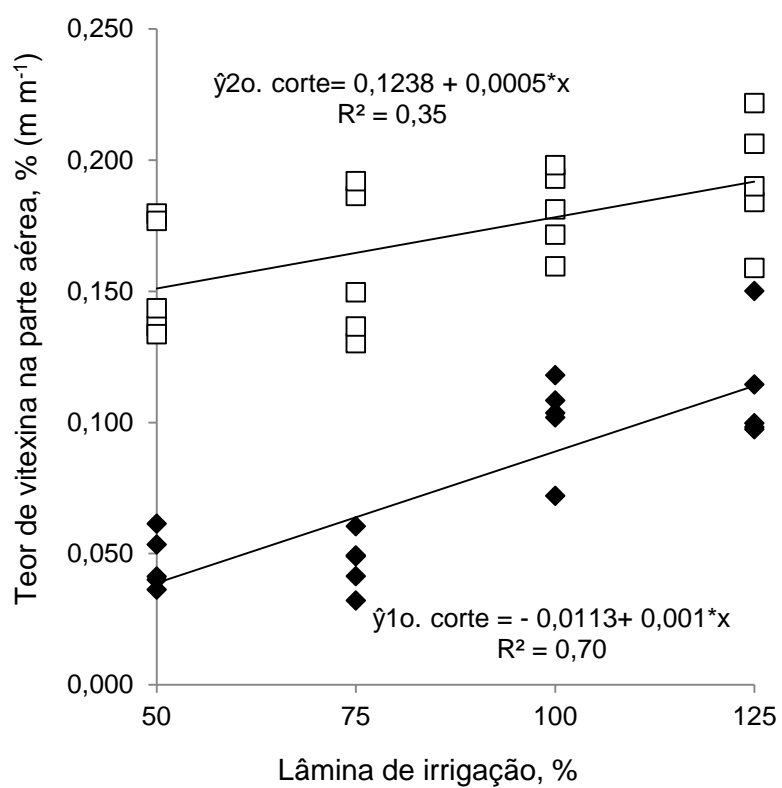
Bortolo (2008) não verificou interferência dos diferentes níveis de irrigação testados no teor obtido de flavonoides em flores de *Calendula arvensis*, sendo que nas plantas ocorreu redução do teor de flavonoides com o aumento da lâmina de irrigação. Obtendo na menor lâmina aplicada o maior teor de 0,072 g planta⁻¹.

Concordando com os resultados obtidos neste trabalho, Aleman (2015) relatou em plantas de *Calendula arvensis*, que o decréscimo da disponibilidade hídrica favorece a redução no rendimento de flavonoides para o ciclo completo e fase reprodutiva, obtendo valores de flavonoides, respectivamente, de 42,31 e 108,68 g por planta no potencial matricial de -10 kPa.

Alvarenga *et al.* (2012) observou que a produção de óleo essencial está estritamente ligada ao fornecimento de água para a planta de *Lippia sidoides* Cham.. Na maior lâmina de irrigação consumida de 1,9 da evapotranspiração de referência foi obtido o maior valor de 116,98 kg ha⁻¹. Os maiores teores de água fornecidos beneficiam a produção, possivelmente, devido à solubilização dos nutrientes do solo gerando uma maior disponibilidade para planta, e a manutenção do equilíbrio na transpiração e fotossíntese (KHAN *et al.* 2012).

Pode ser verificado aos 90 DAP que a medida de flavonoides, quando aferida com o equipamento Dualex® teve comportamento diferente, obtendo os maiores valores de flavonoides com a aplicação da menor lâmina de irrigação de 50% da Etc, e após os 120 DAP, ocorrendo comportamento contrário, para ambas às análises. Isso pode estar relacionado ao ajustamento dos processos metabólicos, aliada a capacidade da planta em se adequar a oscilações hídricas de tal maneira que, baseando-se em certo estado hídrico do solo, a resposta produtiva não seja prejudicada (LARCHER, 2000). A medida do equipamento também foi realizada em algumas folhas apenas, em pontos localizados nas folhas.

Figura 21 – Teor de vitexina de *Passiflora incarnata* L. em função das lâminas de irrigação (Botucatu,SP, 2018)



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sugiro novos trabalhos com um tempo maior de execução para avaliar com maior exatidão o comportamento da solubilidade do fosfato natural reativo e seu efeito sobre o crescimento, acúmulo de massa da parte aérea e de flavonoides em plantas *P.incarната*

6 CONCLUSÕES

As lâminas de irrigação influenciaram o crescimento, acúmulo de massa da parte aérea e de flavonoides em plantas de *P. incarnata* L..

Nessas condições experimentais de tempo reduzido de solubilidade do fósforo contido no fosfato natural reativo Bayovar, não houve efeito significativo para a maioria das variáveis testadas, somente para o acúmulo de flavonoides e as medidas de clorofila antes do primeiro corte.

REFERÊNCIAS

- ABAD, H. H. S.; Mirhadi, M. J.; Normohamadi, G.; Charabeh, A. Effect of deficit and adequate irrigation and nitrogen fertilizer levels on physiological traits of maize in Kermansha province-Iran. **Bioscience Biotechnology Research Communications**, v. 10, n. 4, p. 716-721, 2017.
- ABREU, I. N.; MAZZAFERA, P. Effect of water and temperature stress on the content of active constituents of *Hypericum brasiliense* Choisy. **Plant Physiology and Biochemistry**. Netherlands, v. 43, n. 3, p. 241-248, 2005.
- AL-GABBIESH, A.; KLEINWÄCHTER, M.; SELMAR, D. Influencing the contents of secondary metabolites in spice and medicinal plants by deliberately applying drought stress during their cultivation. Jordan. **Journal of Biological Sciences**, v. 147, n.3379, p. 1-10, 2015.
- ALINIAN, S.; RAZMJOO, J.; ZEINALI, H. Flavonoids, anthocynins, phenolics and essential oil produced in cumin (*Cuminum cyminum* L.) accessions under different irrigation regimes. **Industrial Crops and Products**. Netherlands, v. 81, p. 49-55, 2016.
- ALONSO, J.R. **Tratado de fitomedicina: bases clínicas y farmacológicas**. Buenos Aires: Isis, 1998. 1038 p.
- ALVARENGA, I. C. A.; LOPES, O. D.; PACHECO, F. V.; OLIVEIRA, F. G.; MARTINS, E. R. Fator resposta do alecrim-pimenta a diferentes lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 42, n. 4, p. 462-468, 2012.
- ANDRADE, F. M. C.; CASALI, V. W. D. **Plantas medicinais e aromáticas: relação com o ambiente, colheita e metabolismo secundário**. Viçosa: UFV, 1999. 139 p.
- ARMSTRONG, W.; BRÄNDLE, R.; JACKSON, M. B. Mechanisms of flood tolerance in plants. **Acta Botanica Neerlandica**. Netherlands v. 43, p. 307-358, n. 4, dez. 1994.
- AWAD, M. A.; JAGER, A.; VAN WESTING, L. M. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterization of variation. **Scientia Horticulturae**. Netherlands, v. 83, n.3, p. 249-263, fev. 2000.
- BILALIS, D. s et al. Effect of Irrigation on Growth and Development of the Root System of Two Medicinal Plants, *Hyssopus officinalis* and *Passiflora incarnata*. **Bulletin of the University of Agricultural Sciences & Veterinary Medicine**. Cluj-Napoca, v. 71, n. 2, p. 212-217, mar. 2014.
- BONFIM-SILVA, E.M.; OLIVEIRA, J.R.; ANICESIO, N.C.; SILVA, T.J.A. Teor de clorofila e desenvolvimento de feijão guandu adubado com fosfato natural reativo em Latossolo do Cerrado. **Revista Agrarian**, Dourados, v.9, n.33, p.248-253, 2016.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria nº 971, de 03 de maio de 2006. Aprova a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no SUS. **Diário Oficial da União**, Brasília, mai. 2006b. Disponível em:

<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/465-sctie-raiz/daf-raiz/ceaf-sctie/fitoterapicos-cgafb/l1-fitoterapicos/11542-fitoterapia-no-sistema-unico-de-saude> Acesso em 20 de novembro de 2018.

BORTOLO, D. P. G. **Teor e rendimento de flavonóides em calêndula (*Calendula officinalis* L.) cultivada com diferentes lâminas de irrigação. 2008.** 43f.

Dissertação(Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2008.

BRUCKNER, C. H.; PICANÇO, M. C. **Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado.** São Paulo: Cinco Continentes, 2001. 472 p.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry& Molecular Biologyof Plants.** Rockville: American Society of Plant Physiologists, 2000.1408p.

BUCHANAN, B. B.; GRUISSEM, W.; JONES, R. L. **Biochemistry& Molecular Biologyof Plants.** Wiley Blackwell: American Society of Plant Biologists, 2015.1280p.

CARR, M. K. V. The water relations and irrigation requirements of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims): a review. **Experimental Agriculture.** Nairobi, v. 49, n. 4, p. 585-596, 2013.

CARTELAT, A.; CEROVIC, Z.G.; GOULAS, Y.; MEYER, S.; LELARGE, C.; PRIOUL, J.L.; BARBOTTIN, A.; JEUFFROY, M.H.; GATE, P.; AGATI, G.; MOYA, I. Optically assessed contents of leaf polyphenolics and chlorophyll as indicators of nitrogen deficiency in wheat (*Triticum aestivum* L.). **Field Crops Research. Netherlands**, v.91,p.35-49, 2005.

CHARTZOULAKIS, K.; DROSOS, N. Water requirements of greenhouse grown pepper under drip irrigation. **Acta Hortic.** Leuven, v. 1, n. 449, p. 175-180, set. 1997.

CHIEN, S. H.; MENON, R. G. Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock for direct application. **Fertilizer Research**, Califórnia, v. 41, p. 227-234, 1995.

CÔRREA, C. J.; BATISTA, R. S.; QUINTAS, L. E. M. **Cultivo de Plantas Medicinais: do cultivo à terapêutica.** 5. ed. Petrópolis: Vozes, 1998. 267 p.

CORREA JUNIOR, C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas.** Curitiba: EMATER, 1991. 151p.

DA CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 01, 2009.

DAMIAN, G. A.; TESSER, C. D.; MORETTI-PIRES, R. O. Fitoterapia na atenção primária à saúde. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 48, n. 3, p. 541-553, jun. 2014.

DHAWAN, K; DHAWAN S; SHARMA, A. Passiflora: a review update. **Journal of Ethnopharmacology**, Netherlands, v.94, n. 1, p.1-23, set. 2004.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Yield response to water. **FAO Irrigation and Drainage Paper N°33**. Rome, 1979.

EVANS, W. C.; TREASE AND EVANS. **Pharmacognosy**, 14th ed. WB Saunders Company: London, 1996, cap. 7.

FALEIRO, F. G. et al. Pré-melhoramento de Plantas: experiências de sucesso. In: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L.; RIBEIRO JUNIOR, W. Q. (Eds). **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p. 43 – 62.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**. DEX/UFLA. Versão 5.3 (build 75). Suporte Econômico. CNPq. 2008.

FERNANDES, T. M. **Plantas medicinais: a memória da ciência no Brasil**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2004. 260 p

FIALLO, V. F. et al. Instructivo técnico del cultivo de Passiflora incarnata L. **Revista Cubana de Plantas Medicinai**s, Havana, v. 5, n. 3, p. 118-22, 2000.

FREITAS, M. S. M.; MONNERAT, P. H.; VIEIRA, I. J. C. Mineral deficiency in Passiflora alata Curtis: Vitexin bioproduction. **Journal of Plant nutrition**, v. 31, n. 10, p. 1844-1854, 2008.

FRISTCHE, K. et al. Isolation and characterization of a calendic acid producing (8,11)-linoleoyl desaturase. **FEBS letters**, v. 462, n. 3, p. 249-253, nov. 1999.

FRIZZONE, J.A. Função de produção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27, 1998, Poços de Caldas. **Manejo de Irrigação**. Poçosde Caldas: UFLA, 1998. p.86-116

GENUCHTEN, M.T. Van. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, p.892-98, 1980.

GERSHENZON, J. Changes in the levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. In: **Phytochemical adaptations to stress**. Springer, Boston, MA, 1984. p. 273-320.

GOBBO, L.N.; LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**. São Paulo, v. 30, n. 2, p. 374, nov. 2007.

GOMES, S. V.; PORTUGAL, L. A.; DOS ANJOS, J. P.; DE JESUS, O. N.; DE OLIVEIRA, E. J.; DAVID, J. P.; DAVID, J. M. Accelerated solvent extraction of phenolic compounds exploiting a Box-Behnken design and quantification of five flavonoids by HPLC-DAD in *Passiflora* species. **Microchemical Journal**. Netherlands, v. 132, p. 28-35, 2017.

GONÇALVES, B. G.; OLIVEIRA, F. G.; SOUSA, Y. B.; CASTRO, I. L. Características morfológicas e produtivas do rabanete sob diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 1, p. 1127, 2017.

GUERRA, P. M.; NODARI, O. R. Biodiversidade: aspectos biológicos, geográficos, legais e éticos. In: SIMÕES, M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**.ed. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: UFSC, 2001. p.15.

GUPTA, R.K. Antidiabetic activity of *Passiflora incarnata* Linn. in streptozotocin-induced diabetes in mice. **Journal of ethnopharmacology**. Netherlands, v. 139, n.3, p. 801-806, fev. 2012.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. 1.ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2000. 111p

HADID, A. A. **Proposal for expanding the crop mandate of ICARDA to include horticultural crops**. 2004. 54f. Tese (Doutorado) - Department of Pomology, University of California, Davis, 2004.

HAAG, H. P. et al. Absorção de nutrientes por duas variedades de maracujá. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 30, p. 267-279, 1973.

KALILI, K. M.; DE VILLIERS, A. Recent developments in the HPLC separation of phenolic compounds. **Journal of separation science**. Weinheim, v. 34, n. 8, p. 854-876, 2011.

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

KHAN, M. M. et al. Variations in basil antioxidant contents in relation to deficit irrigation. **Journal of Medicinal Plants Research**, Nsukka, v. 6, n. 11, p. 2200-2223, 2012.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2000.

INAMULLAH; AKIHIRO, I. (2005). Adaptive responses of soybean and cotton to waterstress II. Changes in CO₂ assimilation rate, chlorophyll fluorescence and photochemical reflectance index in relation to leaf temperature. **Plant Production Science**, v. 8, p 131-138, 2005.

LOBATO, R.; MENEZES, J.; LIMA, L. A.; SAPIENZA, J. A. Índice de vegetação por diferença normalizada para análise da redução da mata Atlântica na região costeira do distrito de Tamoios – CABO FRIO/RJ. **Caderno de Estudos Geoambientais**, v.01, n. 01, p.14–22, 2010.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 544 p.

LUCHINI, I. et al. Fósforo disponível em solos ácidos e corrigidos com aplicação de fosfatos solúvel, reativo e natural. **Scientia Agraria Paranaensis**, Paraná, v. 11, p.82-94, 2012.

MACIEL, M. A. M. et al. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, v. 25, n. 3, p. 429-438, set. 2002.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1995.

MARQUES, P. A. A.; BERNARDI FILHO, L.; DE OLIVEIRA, R. B. Oregano production under various water depths estimated by means of the class A pan evaporation. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 27, n. 1, p. 59-63, mar. 2009.

MARTINS, I. S., SILVA, I. M., FERREIRA, I., MELO, L. F., NOMURA, M. Produtividade da alface em função do uso de diferentes fontes orgânicas fosfatadas. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 10, 2013.

MATERN, V., GRIMMIG, B., 1994. Natural phenols as stress metabolites. **Acta Hort**, Belgium, 381, 448–462.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C; OLIVERA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 317 p.

MANTOVANI, E. C. **Avalia: manual do usuário**. Viçosa: DEA/UFV–PNP&D/café Embrapa, 2002.

MENGHINI, A.; MANCINI, L.A. TLC determination of flavonoid accumulation in clonal populations of *Passiflora incarnata* L. **Pharmacological Research Communications**, v.20, n.5, p. 113-6, abr. 1988.

MEIRA, M. R.; MELO, M. T. P. D.; MARTINS, E. R.; PINTO, M. J. D. S.; SANTANA, C. S. Crescimento vegetativo, produção de fitomassa e de óleo essencial de *Melissa officinalis* L. sob diferentes lâminas de irrigação. **Ciência Rural**. Maringá, v. 43, n. 5, p. 779-785, 2013.

MINOLTA CAMERA Co., Ltda. **Manual for chlorophyll meter SPAD 502**. Osaka, Minolta, Radiometric Instruments divisions. 1989. 22p.

MIRODDI, M. *Passiflora incarnata* L.: **Ethnopharmacology**, clinical application, safety and evaluation of clinical trials. **Journal Ethnopharmacology, Ireland**, v. 150, p.791-804, 2013.

MORWANI, G. R. **Screening *Passiflora* species for drought tolerance, compatibility with purple passion fruit, Fusarium wilt resistance and the relationship between irrigation, drenching and media composition in the**

control of Fusarium wilt. 2008. 208f. Tese (Doutorado) - The Ohio State University, Ohio, 2008.

MONTANARI JUNIOR, I. Aspectos do cultivo comercial de calêndula. **Revista Agroecológica**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 24-25, maio 2000.

NAKAWANA T.A. Particularidades de formulações para fitoterápicos. **Revista Racine**, Pernambuco, v. 9, n. 53, p. 38-41, mar. 1999.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N. (Eds.) **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, 2007. p.471-550.

NUNES, R.S.N. Distribuição de fósforo no solo em razão do sistema de cultivo e manejo da adubação fosfatada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 877-888, jun. 2011.

OLIVEIRA, L.E.M. DE MESQUITA, A.C.; DE FREITAS, R.B. Análise de crescimento de plantas. **Apostila: Universidade Federal de Lavras**. Minas Gerais, 2002, 8 p.

OSAKABE, Y.; OSAKABE, K.; SHINOZAKI, K.; L-SP, TRAN. Response of plants to water stress. **Front. Plant Sci**, Netherlands v. 5, p. 1–8. 2014.

PANIZZA, S. **Plantas que curam: cheiro de mato**. São Paulo: Ibrasa, 1997. 279 p.

PEIXOTO, R.T.G.; FRANCO, A.A.; ALMEIDA, D.L. Efeito do lixo urbano compostado com fosfato natural na nodulação, crescimento e absorção de fósforo em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.22, n. 11/12, p.1117-32, dez.1987.

PEREIRA, C. A. M.; VILEGAS, J. H. Y. Constituintes químicos e farmacologia do gênero *Passiflora* com ênfase a *P. alata* Dryander, *P. edulis* Sims e *P. incarnata* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 3, p. 1-12, 2000.

PRAVUSCHI, P. R. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial do manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). **Acta Scientiarum Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 4, p. 687-693, dez. 2010.

Primavesi, A. C. P. A.; Malavolta, E. Estudos sobre a nutrição mineral do maracujá amarelo. VI. Efeitos dos macronutrientes no desenvolvimento e composição mineral das plantas. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**. São Paulo, Piracicaba, v.37, n.2, p.609-630, 1980.

RADÁCSI, P.; INOTAI, K.; RAJHÁRT, P.; SÁROSI, S.; NÉMETH-ZÁMBORINÉ, É. Effect of Irrigation on the Production and Secondary Metabolites of Summer Savory (*Satureja hortensis* L. 'Budakalászi'). **Agriculturae Conspectus Scientificus**. Hungria v. 84, n. 1, p. 47-50, 2019.

RAIJ, B. van. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2001.

REIMBERG, M. C. H. **Estudo de algumas variáveis que interferem na concentração de flavonóides do cultivo de folhas de Passiflora incarnata L.** [Tese de Doutorado]. São Carlos: Universidade de São Paulo. 2006.

ROGÉRIO, F. et al. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento da cultura do crambe. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p. 251-255, mar. 2012.

SANTOS, R.I. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre: UFRGS, p.323-354, 1999.

SÃO JOSÉ, A.R. **A cultura do maracujazeiro: práticas de cultivo e mercado**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1993. p.19-20.

SHOCK, C. C.; WANG, F. X. Soil water tension , a powerful measurement for productivity and stewardship. **Hortscience**, Alexandria, v. 46, n.2, p. 178-185, 2011).

SCHOTSMANS, W. C.; FISCHER, G. Passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.). **Food Science, Technology and Nutrition**, India, v. 125, p. 142-143, 2011.

SCHULZ, V.; HANSEL, R.; TYLER, V. E.; **Rational Phytotherapy**. Springer: Berlin, 2001. p. 417.

SEN, A. K.; SEN, D. B.; MAHESHWARI, R. A. Extraction, Isolation, and Quantitative Determination of Flavonoids by HPLC. In: **Herbal Medicine in India**. Springer, Singapore, 2019. p. 303-336.

SILVA, M. R.; IGNACIO, L. A.; SILVA, G. A. Desenvolvimento de mudas de maracujá amarelo em função de diferentes doses fósforo reativo. **Revista de agronegócio-Rehagro**, v. 6, n. 1, p.41-50, jun. 2017.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre: Art med, 2017.

SOZO, J. S. **Perfis de metabólitos secundários e atividade antioxidante de frutos, sementes e calos cultivados in vitro de Passiflora setacea e Passiflora tenuifila (Passifloraceae)**. 2014. 104 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

SOUSA F. C. F. Plantas medicinais e seus constituintes bioativos: Uma revisão da bioatividade e potenciais benefícios nos distúrbios da ansiedade em modelos animais. **Rev. Bras. Farmacogn**, v. 18, n. 4, p. 642-54, out. 2008.

SOUSA, V. F. et al. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicadas por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 51-56, fev. 2002.

SOUZA, P. U.; LIMA, L. K. S.; SOARES, T. L.; DE JESUS, O. N.; COELHO FILHO, M. A.; GIRARDI, E. A. Biometric, physiological and anatomical responses of *Passiflora* spp. to controlled water deficit. **Scientia Horticulturae**. Netherlands v. 229, p. 77-90, 2018.

SOUZA J. R. P.; MORAIS H.; CARAMORI P. H.; JOJANNSSON L. A. P. S.; MIRANDA L. V. Desenvolvimento da espinheira-santa sob diferentes intensidades luminosas e níveis de poda. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 40-44, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ed. ARTMED, Porto Alegre, 2004, 719 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant Physiology*, 5.ed. **Sunderland: Sinauer Associates Inc.** Publishers, 2010. 782p.

TAIZ L, ZEIGUER E, MOLLER IM, MURPHY A. **Physiology and plant development**. 6. Ed. Porto Alegre: Artmed. 2017.858 p.

TAPAS, A. R.; SAKARKAR, D. M.; KAKDE, R. B. Flavonoids as nutraceuticals: a review. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**. Benin v. 7, n. 3, p. 1089-1099, 2008.

TEIXEIRA, C.G. 1995. Cultura. In: C.G. TEIXEIRA (ed.) **Maracujá: Cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. Campinas: ITAL, 1994. p. 1-142.

TRIPATHI, P.C. 2018. Passion Fruit. In: PETER, K. V. (Ed). **Horticultural Crops of high nutraceutical values**. New Delhi: Brillion Publishing, 2018. p. 245-270.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **The world medicines situation 2011**. Traditional medicines: global situation, issues and challenges. Geneva: WHO, 2011.

ZHANG, J.; BEI, Z.; CAO, YI, Z.; LINKUI. Growth Characteristics, Water and Nitrogen Use Efficiencies of Spinach in Different Water and Nitrogen Levels. **Sains Malaysiana**, v. 43, n. 11, p. 1665-1671, 2014.