

LUAN BRIOSCHI GIOVANELLI

**ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE FRUTOS E TEOR DE
FLAVONOIDES NAS FOLHAS DO MARACUJAZEIRO PÉROLA DO
CERRADO SUBMETIDO A LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE
NITROGÊNIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2017

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

G512a
2017
Giovanelli, Luan Brioschi, 1988-
Análise econômica da produção de frutos e teor de flavonoides nas folhas do maracujazeiro Pérola do Cerrado submetido a lâminas de irrigação e doses de nitrogênio / Luan Brioschi Giovanelli. – Viçosa, MG, 2017.
ix, 81f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Rubens Alves de Oliveira.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.63-76.

1. Maracujá. 2. *Passiflora setacea*. 3. Frutas - Cultivo.
4. Irrigação por gotejamento. 5. Nitrogênio - Fixação .
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Agrícola. Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola.
II. Título.

CDD 22 ed. 634.425

LUAN BRIOSCHI GIOVANELLI

**ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE FRUTOS E TEOR DE
FLAVONOIDES NAS FOLHAS DO MARACUJAZEIRO PÉROLA DO
CERRADO SUBMETIDO A LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DOSES DE
NITROGÊNIO**

Tese apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Agrícola, para obtenção do
título de *Doctor Scientiae*.

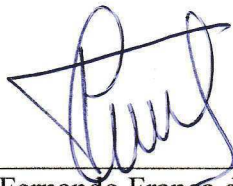
APROVADA: 20 de fevereiro de 2017.



Paulo Roberto Cecon



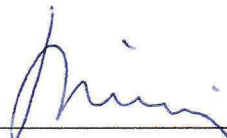
Edvaldo Fialho dos Reis



Fernando França da Cunha



Maira Christina Marques Fonseca
(Coorientadora)



Rubens Alves de Oliveira
(Orientador)

Aos meus pais Antonio Menegardo Giovanelli
e Luzia Brioschi Giovanelli, à minha irmã
Fernanda Brioschi Giovanelli e à minha noiva
Alessandra Barbosa Mendonça.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por fortalecer-me sempre e não me abandonar em nenhum momento.

Aos meus pais e irmã, meu porto seguro, meus maiores exemplos de vida. Sinônimos de alegria, amor, cumplicidade, respeito, união, carinho e que sempre estiveram ao meu lado sem pouparem esforços.

Aos meus avós Belmiro (*in memoriam*) e Amélia; Atílio e Arnilda; os quais admiro e tenho no coração.

A todos os demais familiares que torceram por mim durante essa caminhada.

À minha noiva Alessandra, por compartilhar comigo os diversos momentos e sentimentos que se fizeram presentes nessa jornada. Por me amparar tantas vezes e me incentivar perante os mais variados obstáculos que enfrentei.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), por meio do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA) e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade da realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Rubens Alves de Oliveira, pela oportunidade de realizar este trabalho, amizade e orientação ao longo dos anos de formação envolvidos.

Aos professores coorientadores Sânzio Mollica Vidigal, Maira Christina Marques Fonseca, Cláudio Horst Bruckner e Suely de Fátima Ramos da Silveira, pela preciosa atenção e esclarecimentos durante a pesquisa.

Aos funcionários do DEA: José Antonio, José Mauro, Policarpo, Graça, Rosária, Claudenilson, Gil, Sérgio e Délio, pela amizade, pelo apoio e atenção.

Aos pesquisadores da Embrapa: Ana Maria, Fábio, Francisco, Nilton e Raul, por contribuírem com recomendações preciosas que me auxiliaram no cultivo do Pérola do Cerrado.

Aos funcionários da fruticultura: Sabino, Geraldo, Beбето, Romário e Deley, pela inestimável ajuda nos primeiros tratamentos culturais com as mudas. Aos funcionários da UFV Marcelinho e Zé Augusto, pela disposição em ajudar.

Ao Hugo, uma pessoa iluminada que, sem nenhum interesse ou benefício, “comprou a briga” de conduzir a espécie Pérola do Cerrado pela primeira vez em Viçosa. Muito dedicado em resolver os problemas e sempre com uma palavra de

incentivo perante tantas adversidades durante os dois anos de experimento no campo. Levarei essa amizade e solidariedade sempre, meu amigo.

Ao Fábio, grande amigo que me ajudou e conquistou ainda mais meu respeito e admiração, com atitudes que poucos tiveram nessa “batalha da pós-graduação” por boas publicações, artigos e outros trabalhos. Sempre se preocupou em somar, nunca em subtrair.

Aos amigos da pós-graduação, Júlio Baptestini, David Palomino, David Quintão e Nívia, que sempre se fizeram presentes pela amizade, ajuda e palavras de incentivo.

Aos estagiários, que não mediram esforços para me auxiliar na condução de um experimento tão complexo como esse. Jamais esquecerei das amizades criadas, dos momentos de descontração, de toda a entrega de cada um de vocês para me ajudar, e faço questão de citá-los, para deixar registradas minha admiração e gratidão: Daniel, Diogo, Karolina, Pedro, Jaqueline, Otto, Portes, Camila, Íkaro, Alberto, Jesus, Ramon, Ediones, Gustavo, Vinícius, Vinícius Souza, Joésio, André, Alana, Aysla, Rauscher e Ana Maria. Dedico, em especial, ao meu estagiário mais antigo – Matheus –, o primeiro envolvido diretamente com o experimento, que sempre esteve ao meu lado e não deixou de acreditar que poderíamos vencer essa batalha. Obrigado, nobre.

A todos que passaram pela república Jango’s Live e que, de certa forma, marcaram mais essa etapa em Viçosa. Em especial aos amigos Julio, Jacineumo, Tales, Cássio e Bruno.

A todos que, mesmo não sendo citados acima, torceram por mim e colaboraram direta ou indiretamente para a realização desta pesquisa.

BIOGRAFIA

LUAN BRIOSCHI GIOVANELLI, filho de Antonio Menegardo Giovanelli e Luzia Brioschi Giovanelli, nasceu em Jaguaré, ES, em 07 de fevereiro de 1988.

Em março de 2005, ingressou no curso de Engenharia Agrícola e Ambiental na Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, concluindo-o em junho de 2010. Durante a graduação, foi bolsista de Iniciação Científica, por um ano, pelo programa PROBIC/FAPEMIG.

Em agosto de 2010, iniciou o Mestrado no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV), na área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais, finalizando-o em julho de 2012.

Em março de 2013, ingressou no Programa de Pós Graduação, ao nível de Doutorado, no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV), na área de concentração em Recursos Hídricos e Ambientais, submetendo-se à defesa de tese em fevereiro de 2017.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1 Aspectos gerais da cultura do maracujazeiro.....	5
2.2 BRS Pérola do Cerrado - <i>Passiflora setacea</i>	7
2.3 Irrigação.....	9
2.4 Adubação nitrogenada.....	11
2.5 Manejo da adubação nitrogenada e da irrigação visando à garantia da qualidade fitoquímica da matéria-prima vegetal.....	13
2.6 Análise econômica.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 Caracterização do experimento.....	22
3.1.1 Localização e características do solo.....	22
3.1.2 Condução da cultura.....	22
3.1.3 Adubação nitrogenada.....	25
3.1.4 Irrigação e evapotranspiração da cultura.....	25
3.1.5 Componentes e características de produção.....	27
3.1.6 Tratamentos e delineamento experimental.....	29
3.2 Quantificação de flavonoides totais.....	30
3.3 Análise econômica.....	33
3.1.1 Análise da rentabilidade sob a ótica da renda e do custo.....	34
3.1.2 Análise da rentabilidade sob a ótica da teoria de investimentos.....	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
4.1 Elementos meteorológicos.....	46
4.2 Teor de Flavonoides totais.....	48
4.3 Número de frutos por planta.....	50
4.4 Massa média do fruto.....	51
4.5 Comprimento médio do fruto.....	52
4.6 Diâmetro equatorial do fruto.....	53
4.7 Diâmetro caulinar.....	53
4.8 Produtividade de frutos.....	54

4.9 Análise Econômica.....	56
4.9.1 Sob a ótica da renda e do custo.....	58
4.9.2 Sob a ótica da teoria de investimento.....	60
5. CONCLUSÕES.....	62
6. REFERÊNCIAS.....	63
APÊNDICE A.....	77

RESUMO

GIOVANELLI, Luan Brioschi, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2017. **Análise econômica da produção de frutos e teor de flavonoides nas folhas do maracujazeiro pérola do cerrado submetido a lâminas de irrigação e doses de nitrogênio.** Orientador: Rubens Alves de Oliveira. Coorientadores: Maira Christina Marques Fonseca, Suely de Fátima Ramos Silveira, Cláudio Horst Bruckner e Sânzio Mollica Vidigal.

O presente estudo foi desenvolvido com intuito de analisar economicamente a produção do maracujazeiro Pérola do Cerrado, irrigado por gotejamento, em Viçosa, MG, bem como avaliar a influência de lâminas de irrigação e doses de nitrogênio no teor de flavonoides nas folhas e em características da produção. O experimento foi conduzido na Área Experimental de Hidráulica, Irrigação e Drenagem, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV). O experimento foi instalado em um esquema de parcelas sub-divididas; tendo, nas parcelas, as lâminas de irrigação ($L_1 = 40\%$ da ETc; $L_2 = 70\%$ da ETc; $L_3 = 100\%$ da ETc; e $L_4 = 130\%$ da ETc) e, nas subparcelas, as doses de nitrogênio ($D_0 = 0\text{ kg ha}^{-1}$; $D_1 = 150\text{ kg ha}^{-1}$; $D_2 = 250\text{ kg ha}^{-1}$; e $D_3 = 350\text{ kg ha}^{-1}$), no delineamento inteiramente casualizado, com nove repetições. Além do teor de flavonoides totais e produtividade de frutos, foram avaliados os seguintes componentes e características da produção: número de frutos por planta, massa média do fruto, comprimento médio do fruto, diâmetro equatorial do fruto e diâmetro caulinar. O maior teor de flavonoides totais nas folhas do maracujazeiro – $27,83\text{ mg g}^{-1}$ – foi estimado com aplicação da lâmina de irrigação de 40% ETc e da dose de 350 kg ha^{-1} de N. Os teores de flavonoides obtidos nas folhas do maracujazeiro Pérola do Cerrado, em todos os tratamentos, evidenciam o potencial terapêutico dessa cultivar. O número de frutos por planta e o diâmetro caulinar foram influenciados somente pelas lâminas de irrigação. As variáveis massa média do fruto, comprimento médio do fruto e diâmetro equatorial do fruto não foram influenciadas pelas lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. A produtividade máxima – aproximadamente 25 ton ha^{-1} – foi estimada com aplicação da lâmina de irrigação de $90,6\%$ ETc e dose de $211,76\text{ kg ha}^{-1}$ de N. O investimento na produção do maracujazeiro Pérola do Cerrado, irrigado por gotejamento, foi viável para todos os tratamentos testados. A maior rentabilidade foi obtida no tratamento L2D2 – correspondente à aplicação da lâmina de irrigação de 70% ETc e da dose de 250 kg ha^{-1} de N.

ABSTRACT

GIOVANELLI, Luan Brioschi, D.Sc., Federal University of Viçosa, February 2017. **Economic analysis of fruit production and content of flavonoids in the leaves of the passion fruit *Pérola do Cerrado* submitted to irrigation depths and nitrogen doses.** Adviser: Rubens Alves de Oliveira. Co-advisers: Maira Christina Marques Fonseca, Suely de Fátima Ramos Silveira, Cláudio Horst Bruckner and Sânzio Mollica Vidigal.

The present study was carried out aiming the economic analyze of production of the passion fruit *Pérola do Cerrado*, irrigated by drip irrigation, in Viçosa, MG, as well as to evaluate the influence of irrigation depths and nitrogen doses on the content of flavonoids in the leaves and on the characteristics of the production. The experiment was conducted in the Experimental Area of Hydraulics, Irrigation and Drainage, in the Department of Agricultural Engineering of the Federal University of Viçosa (UFV). The experiment was set up in a split-plot design. The plots consisted on the irrigation depths (L1 = 40% of the ETc, L2 = 70% ETc, L3 = 100% ETc, and L4 = 130% ETc), and the nitrogen doses (D0 = 0 kg ha⁻¹, D1 = 150 kg ha⁻¹, D2 = 250 kg ha⁻¹ and D3 = 350 kg ha⁻¹) were allocated to the subplots. The experiment was conducted in a completely randomized design with nine replicates. Besides the total content of flavonoids and fruit productivity, the following components and production characteristics were also evaluated: the number of fruits per plant, fruit average mass, fruit average length, the equatorial diameter of fruit and the diameter of stem. The highest content of total flavonoids in the leaves (27.83 mg g⁻¹) was achieved with the irrigation depth of 40% ETc and the nitrogen dose of 350 kg ha⁻¹. The content of flavonoids found in the leaves of all treatments evidences the therapeutic potential of the cultivar *Pérola do Cerrado*. The number of fruits per plant and the diameter of stem were influenced only by the irrigation depths. The average mass of fruits, the length and the equatorial diameter of fruits were not influenced by the irrigations depths and doses of nitrogen. The maximum yield (approximately 25 ton ha⁻¹), was achieved with the irrigation depth 90.6 % ETc and the nitrogen dose of 211.76 kg ha⁻¹ de N. The investment in the production of the passion fruit *Pérola do Cerrado*, irrigated by drip irrigation, was feasible for all the treatments. The highest income was obtained in the treatment L2D2, corresponding to the irrigation depth of 70% ETc and the nitrogen dose of 250 kg ha⁻¹.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, apresentando, em 2015, produção em torno de 695 mil toneladas, em área de 50.837 hectares (IBGE, 2015). O maracujazeiro é planta trepadeira de crescimento vigoroso, com inúmeras brotações, e que necessita de suporte para proporcionar boa distribuição dos ramos e facilitar a realização dos tratos culturais (MELO JÚNIOR et al., 2012).

Várias espécies de maracujá, silvestres ou cultivadas, são conhecidas tradicionalmente na medicina popular em quase todos os países ocidentais e na Ásia. Algumas espécies estão incluídas na Farmacopéia Brasileira (2010) e são aceitas oficialmente para uso medicinal, a saber: *Passiflora alata* Curtis, cujo extrato das folhas é utilizado como componente ativo de preparações farmacêuticas registradas; *Passiflora edulis* e *Passiflora incarnata* L. (CONCEIÇÃO; ARAÚJO, 2011).

Entretanto, para a espécie analisada neste estudo – *Passiflora setacea* – ainda não foi avaliado o potencial terapêutico com base no teor de flavonoides, pois a cultivar Pérola do Cerrado foi lançado recentemente (2013).

Esta cultivar apresenta frutos com características físico-químicas que atendem à necessidade da indústria; um sabor exótico e agradável, possuindo boa perspectiva para a indústria alimentícia, como consumo in natura e/ou na forma de sucos. Além disso, há possibilidade de ser utilizada pela indústria farmacêutica, na produção de suplementos, fármacos, fitoterápicos e na produção de cosméticos.

Simões et al. (2004) relatam que as substâncias produzidas pelas plantas podem ser divididas em dois grupos: os metabólitos primários e os secundários. No primeiro grupo, estão incluídos compostos – por exemplo, cofatores, substratos, proteínas, lipídeos e açúcares – essenciais para a realização das funções vitais da planta, tais como crescimento, desenvolvimento e reprodução.

No segundo grupo, embora os metabólitos secundários não contribuam diretamente para o crescimento e desenvolvimento da planta, são de extrema importância nas interações ecológicas com o ambiente, estando relacionados a processos de defesa da planta, contra herbivoria, resistência à fitopatógenos e proteção contra a radiação UV. Além disso, podem atrair agentes polinizadores e dispersores de sementes (TAIZ; ZEIGER, 2013). São exemplos desses metabólitos os flavonoides, saponinas, triterpenos e alcaloides.

No caso de espécies do gênero *Passiflora*, os flavonoides são os compostos bioativos de maior interesse terapêutico. Os flavonoides pertencem ao grupo dos compostos fenólicos e possuem em seu núcleo fundamental 15 átomos de carbono, apresentando importantes atividades biológicas como antiviral, antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória, antialérgica e vasodilatadora (MOREIRA et al., 2012).

No Brasil, o uso de *Passiflora* dá-se, principalmente, pela utilização do extrato seco e do extrato fluido das folhas na composição de fitoterápicos. Atualmente, 44 fitoterápicos são registrados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, utilizando os flavonoides como princípio ativo padrão. Neto (2015) relata que o mais tradicional uso de *Passiflora* é em relação à atividade hipnótica-ansiolítica, entretanto, há relatos de diversos outros usos populares de *Passiflora* como antiespasmódico, em casos de distúrbios gastrointestinais (DUKE, 2002; MAHADY et al., 2005), insônia e histeria (KRUGER, 1992; GARCIA, 2000), como hipnótico leve (SCAVONE; PANIZZA, 1978), miorelaxante (GARCIA, 2000), e no tratamento de hipertensão arterial (GRIEVE; LEYEL, 1994), asma, diarreia e convulsão infantil (BALBACHAS, 1957) e Mal de Parkinson (DUKE, 1997).

Vários fatores, tais como água, nutrientes e clima, podem alterar o teor de flavonoides em plantas. Entretanto, pouco se sabe sobre a resposta de espécies medicinais submetidas a diferentes lâminas de irrigação e doses de nutrientes, assim como seu efeito na concentração de compostos biologicamente ativos.

É importante considerar que a necessidade hídrica do maracujazeiro depende de vários aspectos, destacando-se a fase da cultura, o espaçamento entre plantas, o índice de área foliar, os aspectos nutricionais e fitossanitários, entre outros. De acordo com Carvalho et al. (2000), a falta de água no solo promove a redução da extensão total dos ramos do maracujazeiro, decorrente da redução do número de nós e do comprimento dos internós. Isto, por sua vez, afeta o número de botões florais e flores abertas. Ademais, o déficit hídrico pode resultar na queda das folhas e dos frutos na fase inicial de desenvolvimento, podendo causar, na fase final, enrugamento em frutos verdes e grandes. A irrigação pode ser uma alternativa para melhorar a produção de frutos e prolongar o período de produção da cultura.

A irrigação localizada (gotejamento e microaspersão) tem sido a tecnologia mais comumente utilizada nos pomares de maracujá. Quando comparada ao

gotejamento, a microaspersão promove maior área molhada de solo, o que favorece a expansão do sistema radicular. No entanto, nas proximidades do solo molhado, o microclima pode contribuir para o surgimento de doenças, como a murcha e a podridão (LIMA, 2005). Logo, diversos pomares são equipados com sistema de irrigação por gotejamento, o que permite atender à necessidade hídrica da cultura e ainda reduzir a proliferação de doenças.

Além da irrigação, qualquer cultura é dependente de suprimentos adequados de nutrientes para produção de biomassa e princípios ativos, sendo que, entre os insumos, a adubação pode alterar a produtividade e a qualidade dos produtos (CORRÊA et al., 2010).

Borges e Rosa (2012) salientam que, para elevar a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos do maracujazeiro, é necessário utilizar a adubação mineral, destacando-se, dentre os minerais essenciais, o nitrogênio, o fósforo e o potássio, os quais devem ser fornecidos em doses compatíveis com as exigências da cultura. Conforme Menzel et al. (1991), o nitrogênio domina o sistema de nutrição do maracujazeiro em condições de campo, afetando o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

O efeito da adubação na produtividade do maracujazeiro é relatado por vários autores. Dentre eles, Carvalho et al. (2000), objetivando avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação e adubação nitrogenada sobre a produtividade e qualidade dos frutos do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*), verificaram que a aplicação de nitrogênio associada às lâminas de irrigação de 0, 25, 100 e 125% da ET_0 não influenciaram a produtividade. Já a combinação de 290 g planta⁻¹ ano⁻¹ de N e lâmina de 75% da ET_c resultou na máxima produtividade – 41,3 t ha⁻¹.

Entretanto, o efeito da combinação desses fatores na cultura do maracujá para fins medicinais e de produção de frutos, assim como sua viabilidade econômica, ainda não foi estudado. Freitas (2007) relata que tal estudo é importante devido à possibilidade de comercialização, para indústrias de fitoterápicos, de folhas de maracujá provenientes de podas, uma prática cultural comum a essa espécie.

A análise econômica e financeira em projetos agropecuários tem sua importância e interesse na medida em que auxilia os produtores na tomada de decisão de um investimento e na avaliação das condições financeiras da empresa rural.

Arêdes et al. (2009) analisaram dados referentes ao município de Paulínia-SP, objetivando analisar a viabilidade econômica da irrigação na cultura do maracujá

amarelo (*Passiflora edulis*) comparativamente à produção não-irrigada. Os autores concluíram que a irrigação da cultura do maracujá é economicamente viável e superior à alternativa não-irrigada, mesmo em regiões com índices pluviométricos favoráveis ao seu cultivo, visto que, além de ter elevado o retorno econômico, essa técnica reduziu o risco de produção da atividade.

A otimização do uso da água na agricultura irrigada é importante para a sociedade como um todo, tanto do ponto de vista ambiental, economizando água e energia e evitando degradação do meio ambiente, quanto do ponto de vista de geração de renda para o produtor rural, reduzindo custos e aumentando a produtividade das culturas e a disponibilidade de alimentos de melhor qualidade.

Desse modo, o estudo da influência da lâmina de irrigação e dose de adubação nitrogenada, visando à produção de frutos e o teor de flavonoides na cultura do maracujá, pode fornecer subsídios para a escolha do melhor método de condução da lavoura e, conseqüentemente, contribuir para maior eficiência na produção de compostos bioativos e melhor retorno econômico.

Nesse contexto, neste trabalho teve-se como objetivos:

- Avaliar economicamente a produção de frutos e o teor flavonoides totais na cultura do maracujá BRS Pérola do Cerrado (*Passiflora setacea*), submetida a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio;

- Determinar o efeito das diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio sobre componentes e características da produção do maracujazeiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da cultura do maracujazeiro

A família Passifloraceae é composta por cerca de 600 espécies conhecidas popularmente como maracujazeiros (OLIVEIRA; RUGGIERO, 2005), amplamente distribuídas nos trópicos, especialmente da América e África (BERNACCI et al., 2005), tendo como centro de dispersão o norte do Brasil (PAULA, 2006).

O maracujazeiro é uma planta lenhosa, perene, trepadeira, de crescimento rápido e contínuo. Seus ramos podem atingir de 5 m a 10 m de comprimento, havendo necessidade de condução específica em sistemas de exploração comercial. O sistema radicular é do tipo pivotante, pouco profundo, com maior volume de raízes (60% a 80%), compreendendo entre 0,30 m e 0,45 m de profundidade e um raio de 0,60 m a partir do caule (KLIEMANN et al., 1986; SOUSA et al., 2002; URASHIMA, 1985).

A planta adapta-se melhor em regiões com temperaturas médias mensais entre 21 °C e 32 °C, precipitação pluviométrica anual entre 800 mm e 1.750 mm, baixa umidade relativa, período de brilho solar em torno de 11 horas e ventos moderados (MELETTI, 1996; RUGGIERO et al., 1996). Fatores climáticos como radiação solar, temperatura e número de horas de brilho solar limitam a produtividade do maracujazeiro, visto que não existe possibilidade de interferência do homem. Outros fatores como estresse hídrico e baixo nível de nitrogênio nas folhas, associados a dias curtos e baixas temperaturas do ar e do solo, restringem o crescimento e o potencial produtivo do maracujazeiro (MENZEL et al., 1986; SIMON; KARNATZ, 1983).

O maracujazeiro é cultivado principalmente em países tropicais, responsáveis por aproximadamente 90% da produção mundial. A cultura destaca-se pelo aproveitamento total do fruto, em que a polpa se presta para o consumo in natura e industrial, as cascas servem de ração ou de adubo orgânico, e das sementes pode-se extrair o óleo (COSTA et al., 2008). De acordo com Zucarelli (2007), algumas espécies do gênero *Passiflora* despertam interesse devido às propriedades nutricionais e farmacológicas atribuídas aos seus frutos, folhas e flores.

No Brasil, a produção de maracujá vem se destacando há alguns anos. Na década de 70, a comercialização do produto baseava-se apenas no mercado in natura. Nos anos 80, as indústrias extratoras de suco estimularam a expansão da cultura e do mercado para o produto industrializado. Na década de 90, a cultura do maracujá apresentou sua maior expansão nos estados de SP e BA, sendo considerada uma alternativa agrícola atraente para pequenas propriedades cafeeiras e cacaeiras (CANÇADO JÚNIOR et al., 2000).

De acordo com Meletti (2011), há mais de duas décadas, o Brasil é o maior produtor mundial de maracujá. Em 2015, apresentou uma produção em torno de 695 mil toneladas em uma área de 50.837 hectares (IBGE, 2015).

O crescente consumo “in natura” de maracujá e a agroindústria de sucos impulsionam uma contínua expansão e a técnica dos cultivos elege sua exploração como atividade rentável (GONDIM, 2000). De acordo com Ponciano et al. (2006), em praticamente todas as regiões do País, o maracujá apresenta-se em franca expansão, tanto em termos de consumo da fruta fresca quanto de suco; cresceu substancialmente nas últimas duas décadas. O suco de maracujá destaca-se como um dos mais importantes, ocupando o segundo lugar na produção nacional, atrás somente do suco de laranja.

O maracujá é uma boa opção entre as frutas por oferecer rápido retorno econômico e a oportunidade de uma receita melhor distribuída durante o ano. A maioria das outras frutas leva alguns anos para entrar em produção, o que é incompatível com a necessidade imediata de renda dos produtores descapitalizados com os prejuízos resultantes de outras atividades agrícolas (MELETTI et al., 2010).

Assim, o cultivo de maracujá mostra-se bastante atraente, seja para consumo natural ou para processamento em sucos e em ingrediente de outros produtos. Seu cultivo encontra-se em fase de expansão em razão das ótimas perspectivas de comercialização, principalmente por causa dos preços alcançados no mercado de fruta fresca (BRAGA; JUNQUEIRA, 2000).

Além do uso do maracujá na indústria alimentícia, espécies do gênero *Passiflora* tem grande importância medicinal devido à crescente demanda de medicamentos fitoterápicos no Brasil. Deve-se destacar a possibilidade de comercialização, para indústrias de fitoterápicos, de folhas de maracujá provenientes de podas, uma prática cultural comum a essa espécie.

2.2 BRS Pérola do Cerrado - *Passiflora setacea*

Entre as espécies de maracujazeiros comestíveis, destaca-se como principal representante o maracujazeiro-azedo (*P. edulis Sims. f. Flavicarpa Deg.*) (GLÓRIA et al., 1999). Entretanto, outras espécies apresentam potencial agrônômico como *P. alata*, *P. cincinnata* (ZUCARELLI, 2007) e *P. setacea* (PEREIRA et al., 2007).

A *Passiflora setacea* é uma espécie bastante utilizada no preparo de doces e sorvetes, denominada popularmente por maracujá-sururuca, maracujá-do-sono, maracujá de cascavel (OLIVEIRA; RUGGIERO, 2005). Porém, ainda é pouco estudada, havendo carência de informações sobre sua composição química e propriedades medicinais. *Passiflora setacea* trata-se de uma espécie silvestre, dessa maneira, apresenta uma alta resistência à morte precoce e a fitopatógenos, quando comparadas às demais espécies tradicionalmente cultivadas (MENEZES et al., 1994; OLIVEIRA et al., 1994; MELETTI; BRUCKNER, 2001; FISCHER, 2003).

A cultivar de maracujazeiro silvestre BRS Pérola do Cerrado foi desenvolvida na Embrapa Cerrados, em Planaltina, Distrito Federal-DF, resultante de um processo de seleção massal de uma população de acessos silvestres de *Passiflora setacea* de diferentes origens, visando, principalmente, ao aumento de produtividade e tamanho do fruto, além de resistência às principais doenças. Trata-se de uma variedade obtida por policruzamento entre plantas selecionadas. A BRS Pérola do Cerrado é a primeira cultivar de maracujazeiro silvestre registrada (RNC N° 21714) e protegida (SNPC Certificado N° 20120197) no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (EMBRAPA CERRADOS, 2015a).

Em relação aos seus parentais silvestres, o BRS Pérola do Cerrado apresenta frutos maiores e maior produtividade. Sua polpa também possui maiores teores de antioxidantes; portanto, seu consumo pode trazer benefícios para a saúde. Ademais, é bastante produtivo e, em sistemas bem manejados, o florescimento se inicia aos 60 dias após o plantio (GUIMARÃES et al., 2013).

O fruto do maracujá BRS Pérola do Cerrado é menor que o do maracujá-azedo, possui 5 cm a 6 cm de comprimento e 4 cm a 5 cm de largura, massa em torno de 50 g a 120 g. A casca é verde-amarelada mesmo quando maduro, com listras verde-escuras. O fruto tem rendimento de polpa (sem semente) na ordem de 30% a 38% em relação à sua massa total. A polpa possui coloração amarela-perolada, sabor adocicado, baixa acidez, aroma agradável e diferenciado quando comparado à polpa

do maracujá-azedo. Pode ser consumida in natura e utilizada no preparo de sucos, mousses, pratos doces e salgados. A polpa do BRS Pérola do Cerrado possui boa qualidade nutricional, podendo ser considerada fonte de fibras solúveis, proteínas e minerais importantes para a saúde, conforme apresentado na tabela abaixo (EMBRAPA CERRADOS, 2015b).

Tabela 1. Composição centesimal da polpa do fruto de BRS Pérola do Cerrado.

Composição da Polpa	Teor
Umidade	80,00%
Fibra Total	1,50%
Proteínas	0,95%
Cinzas	0,68%
Ferro	34% a 39%*
Magnésio	21% a 27%*
Fósforo	22% a 32 %*
Zinco	23% a 37%*

* referente às necessidades diárias desses elementos (IDR, 1998).

Em termos comparativos, a polpa do BRS Pérola do Cerrado é mais rica do que a do maracujá-azedo nos elementos enxofre, cálcio, boro e manganês, e mais rica que a polpa da acerola nos elementos fósforo e potássio. A polpa também é rica em compostos com potencial antioxidante. Esses compostos atuam na prevenção de doenças degenerativas, no fortalecimento da resposta imunológica e, em alguns casos, na regeneração celular, contribuindo para a manutenção da saúde das pessoas. Entre eles, destacam-se os compostos fenólicos e as aminas bioativas. A concentração de compostos fenólicos presentes em 100 g de polpa do BRS Pérola do Cerrado varia de 50 mg a 77 mg, o que corresponde a mais do que o dobro do encontrado na polpa do maracujá comercial. Em relação às aminas bioativas, cada 100 g de polpa do BRS Pérola do Cerrado apresentam teores na faixa de 14 mg, o que corresponde ao dobro do valor encontrado no maracujá comercial (EMBRAPA CERRADOS, 2015b).

O Pérola do Cerrado é uma alternativa para o mercado de frutas especiais destinadas a indústrias de sucos, sorvetes, doces, e para o consumo in natura. Suas belas cores brancas e sua ramificação densa evidenciam seu potencial ornamental para paisagismos de grandes áreas. Por ser altamente vigoroso e resistente a doenças e pragas, apresenta grande potencial para cultivo em sistema orgânico. Outro ponto relevante para o lançamento do material é o grande potencial produtivo e a qualidade

físico-química e funcional da polpa. Esse maracujá silvestre é também uma alternativa interessante para plantio em quintais e pequenas chácaras para fornecimento de sombra, flores e frutos. Assim como o maracujazeiro azedo (comercial), o maracujazeiro silvestre é autoincompatível, sendo necessário o plantio de, pelo menos, duas plantas para realização da fecundação cruzada (EMBRAPA CERRADOS, 2015a).

Segundo Guimarães et al. (2013), por se tratar de uma espécie que ainda se encontra em fase intermediária de domesticação para adequação a condições de cultivos comerciais, as informações sobre os diversos fatores que afetam seu desempenho agrônomo, propriedades funcionais e potencial comercial dessa nova cultivar ainda estão sendo estudados e consolidados por ações de pesquisa e desenvolvimento.

2.3 Irrigação

A irrigação é indispensável para o maracujazeiro, pois aumenta a produtividade, permite a obtenção de produção de forma contínua e uniforme, com frutos de boa qualidade. O maracujazeiro responde bem à irrigação, e o teor de umidade no solo é um dos fatores que mais influenciam o florescimento da cultura (VASCONCELOS; CEREDA, 1994). A baixa umidade do solo provoca a queda de folhas e frutos do maracujazeiro, principalmente no início de seu desenvolvimento. Quando os frutos permanecem na planta numa situação de deficiência hídrica, podem crescer com enrugamento, e isso prejudica a qualidade da produção (MANICA, 1981; RUGGIERO et al., 1996).

O efeito da umidade do solo para o maracujazeiro relaciona-se com a absorção de nutrientes. O estresse hídrico reduz o acúmulo de nutrientes na parte aérea (MALAVOLTA, 1994).

Menzel et al. (1986) verificaram que o estresse hídrico reduziu a extensão total do maracujazeiro. As plantas estressadas apresentaram menor produção de nós e maior alongação de entrenós, diminuição no peso seco, na área foliar, no comprimento dos ramos, no crescimento das folhas, na produção de flores, no tamanho dos frutos e no volume de polpa produzida. Os autores concluíram que, sob alta tensão de umidade do solo, houve limitações no crescimento vegetativo e na

produtividade. O melhor desenvolvimento da planta foi observado quando se manteve a umidade do solo próxima à capacidade de campo durante todo o estágio fenológico da cultura.

Paula (2009) salienta que a quantidade de água aplicada na irrigação deve ser suficiente para repor a água evapotranspirada pela cultura. A frequência da irrigação depende de características do solo, do clima e da planta. Na decisão sobre o horário da irrigação, deve ser considerado o preço da energia elétrica, a disponibilidade de mão de obra e a eficiência de aplicação da água. A importância de manejar a irrigação apropriadamente envolve mais vantagens do que a economia de água. A água transporta os nutrientes e seu excesso pode afastá-los das raízes.

No manejo racional de qualquer projeto de irrigação, devem-se considerar os aspectos sociais e ecológicos da região e procurar maximizar a produtividade e a eficiência do uso da água e minimizar os custos, quer de mão de obra, quer de capital, mantendo as condições de umidade do solo e de fitossanidade favoráveis ao bom desenvolvimento da cultura irrigada (BERNARDO et al., 2006).

Giovanelli (2012) salienta que a técnica do manejo da irrigação consiste em determinar o momento de irrigar e o tempo de funcionamento do equipamento de irrigação, no caso de sistemas de irrigação por aspersão e localizada, ou a velocidade de deslocamento em sistemas tipo pivô central e linear.

A lâmina líquida requerida, função da evapotranspiração da cultura (ET_c), pode ser medida cultivando-se as plantas em lisímetros, ou estimada através de uma série de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_0), quando se conhece os valores dos coeficientes de cultura (K_c) nos diferentes estádios de desenvolvimento da planta (SILVA, 1989; KLAR, 2001).

Um dos métodos indiretos para a estimativa da ET_0 é o método de Penman-Monteith-FAO 56. Segundo Allen (1986) e Allen et al. (1998), esse método inclui todos os parâmetros que governam a troca de energia e o correspondente fluxo de calor latente (evapotranspiração) para a vegetação uniforme e extensa. Os parâmetros são medidos ou podem ser, em sua maioria, calculados prontamente a partir de dados meteorológicos. Allen et al. (1998) recomendam esse método como padrão, pois apresenta estimativa confiável e consistente da ET_0 , considerado o modelo de melhor desempenho entre os métodos combinados.

Com relação à escolha do método de irrigação mais adequado para o maracujazeiro, Ruggiero et al. (1996) salientam que se trata do gotejamento, pois

este proporciona a aplicação de água e nutrientes próxima ao caule da planta, onde há maior concentração das raízes, permitindo melhor controle da umidade, como também não molha a parte aérea das plantas, reduzindo a incidência de doenças. Os mesmos autores citam que a umidade do solo deve ser mantida de forma que garanta à máxima capacidade de água disponível.

Resultados obtidos por Martins et al. (1998), no Estado do Rio de Janeiro, mostraram a relação entre a lâmina da água total aplicada (chuva + irrigação) e a produtividade da cultura do maracujazeiro irrigado por gotejamento. Para os autores, a produtividade máxima econômica ($39.051 \text{ kg ha}^{-1}$) foi obtida com uma lâmina em torno de 1.360 mm. Os resultados evidenciaram ainda que o uso da irrigação propiciou um aumento de 36% na produtividade da cultura.

Resultados de pesquisas realizadas por Martins (1998) e Sousa (2000) mostram que os rendimentos máximos da cultura (entre 35 a 45 t ha^{-1}) foram obtidos com irrigação suplementar em torno de 1.300 a $1.400 \text{ mm ano}^{-1}$. Carvalho et al. (2000) estudando a influência da irrigação sobre a produtividade e peso médio dos frutos do maracujazeiro amarelo, em Campos de Goytacazes-RJ, encontraram uma produtividade máxima de $41.300 \text{ kg ha}^{-1}$, com aplicação de lâminas de irrigação correspondentes a 75% da evapotranspiração estimada pelo método do tanque Classe A.

Alencar (2000), em experimento conduzido em Piracicaba-SP, durante o primeiro ano de produção do maracujazeiro amarelo, verificou que o consumo hídrico da cultura foi de 432,9 mm até 180 dias após o transplântio das mudas no campo. O consumo máximo de água encontrado foi de $4,68 \text{ mm d}^{-1}$, durante o início da floração.

2.4 Adubação nitrogenada

Adubação é uma prática extremamente importante para qualquer espécie frutífera explorada comercialmente. Com uma adubação adequada e bem equilibrada, o produtor se beneficiará da qualidade dos frutos obtidos, do estado fitossanitário e do vigor das plantas, bem como da produtividade de seu pomar (ABREU et al., 2005).

Para crescimento e produção, o maracujazeiro requer estado nutricional adequado em todas as fases do processo produtivo, pois, desde o início da frutificação, há grande demanda por energia na planta e forte drenagem de nutrientes das folhas para os frutos em desenvolvimento. Assim, o crescimento vegetativo da planta é reduzido, necessitando de um esquema de adubação que permita a manutenção da cultura em estado nutricional adequada (BORGES et al., 2002).

De acordo com Baumgartner (1987), Primavesi e Malavolta (1980), os nutrientes mais absorvidos pelo maracujazeiro até os 262 dias após plantio são nessa ordem: N>K>Ca>S>Mg>P>B>Mn>Zn>Cu>Mo, sendo que somente as deficiências de N, S, Ca e Cu mostraram um efeito acentuado no desenvolvimento das plantas do maracujazeiro. Contudo, é importante salientar que o maior aumento na absorção de N, P e Ca ocorre no período da pré- frutificação, sendo que o acúmulo de N e de K é mais intenso nos frutos, estabilizando-se no amadurecimento (KLIEMANN et al., 1986). Menzel et al. (1991) também consideram o N como o mais importante nutriente envolvido no crescimento e desenvolvimento do maracujazeiro.

Uma adubação desbalanceada, principalmente em nitrogênio e potássio – nutrientes mais absorvidos pela planta –, pode afetar negativamente a produtividade da cultura e a qualidade dos frutos (BORGES et al., 2003). A nutrição exerce papel fundamental no desenvolvimento das plantas, principalmente a adubação nitrogenada (SIQUEIRA et al., 2002). Levando-se em conta os processos fisiológicos das plantas, o nitrogênio, comparado aos outros nutrientes, tem maior efeito sobre as taxas de crescimento e absorção de elementos (HUETT; DETTMANN, 1988).

O nitrogênio é fundamental no crescimento, na formação vegetativa da planta e na produção (BAUMGARTNER, 1987; KLIEMANN et al., 1986). Estimula o desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas, aumentando também o teor de proteínas (MALAVOLTA et al., 1989). Assim, na sua ausência, o crescimento é lento e o porte da planta é reduzido, apresentando ramos finos e em menor número (MARTELETO, 1991).

Segundo Scivittaro et al. (2004), a uréia destaca-se entre as fontes comerciais de nitrogênio, pela facilidade de acesso no mercado, menor custo por unidade de N, elevada solubilidade – favorecendo a aplicação por meio da fertirrigação – e compatibilidade para uso em mistura com outros fertilizantes. O aproveitamento do N proveniente da aplicação da uréia pode ser maximizado se a água for usada em

níveis adequados, o que sugere também que o próprio manejo pode evitar as perdas do fertilizante (KIEHL, 1996).

Em condições de deficiência de nitrogênio, a planta apresenta lento crescimento, com redução do porte, ramos finos, em menor número e com tendência ao crescimento vertical, folhas em menor número, com redução da área foliar, clorose generalizada e queda prematura das folhas (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA et al., 1989, KLIEMANN et al., 1986).

Uma redução na concentração de N na solução causou efeitos negativos, em escala crescente, no peso da matéria seca dos ramos, das raízes, das folhas e dos frutos de maracujazeiro amarelo (BLONDEAU; BERTIN, 1980). Confirmando esses resultados, Menzel et al. (1991) verificaram que, tanto o crescimento vegetativo como o reprodutivo, foram drasticamente reduzidos na ausência do suprimento ou com suprimentos de N em pequenas doses.

Avaliando a resposta da adubação nitrogenada de forma manual e por fertirrigação, no município de Travessão (Campos dos Goytacazes - RJ), quando foi aplicada a adubação nitrogenada manualmente, a resposta para a produtividade foi linear crescente, tendo uma produtividade máxima estimada de 15,02 ton ha⁻¹ com a aplicação de 643,9 kg ha⁻¹ de N (FONTES, 2005).

A utilização de 78 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de adubação orgânica (5 kg de esterco bovino por planta, com 1,25% de N da massa seca) do maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Dryand) promoveu um maior número de frutos e maior produtividade, além de os frutos apresentarem bom rendimento de polpa, baixa acidez e moderados valores de SST (DAMATTO JÚNIOR et al., 2005).

2.5 Manejo da adubação nitrogenada e da irrigação visando à qualidade fitoquímica da matéria-prima vegetal

O aumento da demanda por medicamentos naturais com fins terapêuticos deve-se a alguns fatos, como: à insatisfação das pessoas com os resultados da medicina convencional; aos efeitos colaterais provocados pela utilização excessiva e/ou incorreta de medicamentos sintéticos; à dificuldade de acesso a medicamentos; à preocupação com questões ambientais e ecológicas; e à opinião popular de que produtos naturais são mais saudáveis (SIMÕES et al., 2004).

A literatura registra grande utilização das folhas de *Passiflora* pela medicina popular na forma de chá, como ansiolíticos, diuréticos, emenagogas e antipiréticas, sendo suas raízes utilizadas como anti-helmínticas, vermífugas e no tratamento de histerias (DHAWAN et al., 2004), despertando assim o interesse da indústria farmacêutica no seu uso em preparações de fitoterápicos (RUDNICKI, 2005).

Os principais grupos de constituintes químicos presentes em folhas de espécies de *Passiflora* são: flavonoides, alcaloides, glicosídeos, fenóis e terpenos (DHAWAN et al., 2004).

Os flavonoides englobam uma classe muito importante de pigmentos naturais encontrados com grande frequência na natureza, unicamente em vegetais (BOBBIO; BOBBIO, 2001). Esses compostos apresentam atividade antioxidante, anti-mutagênica e anti-cancerígena em diferentes sistemas (ANDERSON et al., 2000; MIDDLETON; KANDASWAMI, 1994).

Todos os flavonoides têm a estrutura -C6-C3-C6-, sendo que as duas partes da molécula com seis carbonos são anéis aromáticos. São compostos bem caracterizados por medidas espectroscópicas (BOBBIO; BOBBIO, 2001). A estrutura básica dos flavonoides consiste de 15 carbonos distribuídos em dois anéis aromáticos interligados via carbono heterocíclico do pirano, que pode conter um grupo carbonila, denominado anel C (Figura 1).

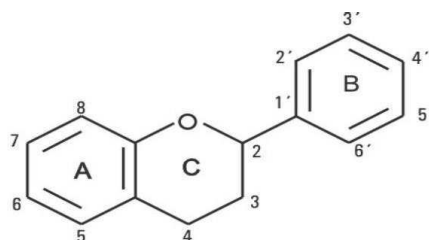


Figura 1. Estrutura dos flavonoides. Fonte: Trueba (2003).

O potencial dos flavonoides em reduzir a ocorrência de doenças cardiovasculares e câncer está associado às bioatividades: antioxidante (DISILVESTRO, 2001; NIELSEN et al., 1999; FIANDER; SCHENEIDER, 2000), antiestrogênico (MIKISICEK, 1995; MÄKELÄ et al., 1998) e inibidor da proliferação celular (WENZEL et al., 2000). Até muito recentemente, flavonoides raramente eram utilizados na constituição de fitoterápicos, principalmente pela dificuldade de identificação, pois poucos padrões químicos destes metabólitos podiam ser adquiridos comercialmente (ERLUND, 2004).

Os flavonoides são utilizados como marcadores químicos para controle de qualidade de fitoterápicos de *Passiflora*, destacando-se, principalmente, a rutina e a vitexina, utilizadas como padrão para avaliar a qualidade do material vegetal com fins medicinais (BOKSTALLER; SCHMIDT, 1997).

Devido à característica de “marcador” dos flavonoides, é possível diferenciar as espécies de *Passiflora* (PETRY et al., 1998), cujos flavonoides encontrados são do tipo C-glicosídeo baseados em apigenina (como vitexina e isovitexina) e luteolina (como orientina e isoorientina) (Figura 2). De acordo com estudos feitos por Harborne (1993), 50 flavonoides desse tipo já foram descobertos em folhas da família Passifloraceae. Os flavonoides C-glicosídicos são pigmentos polifenólicos presentes em abundância nas plantas e possuem atividade biológica. Nesses flavonoides (C-glicosídeos), os açúcares estão conectados ao núcleo aromático através de uma ligação carbono-carbono, que resiste à hidrólise. Tais açúcares estão localizados somente nas posições 6 e 8 do núcleo dos flavonoides (HARBORNE, 1993).

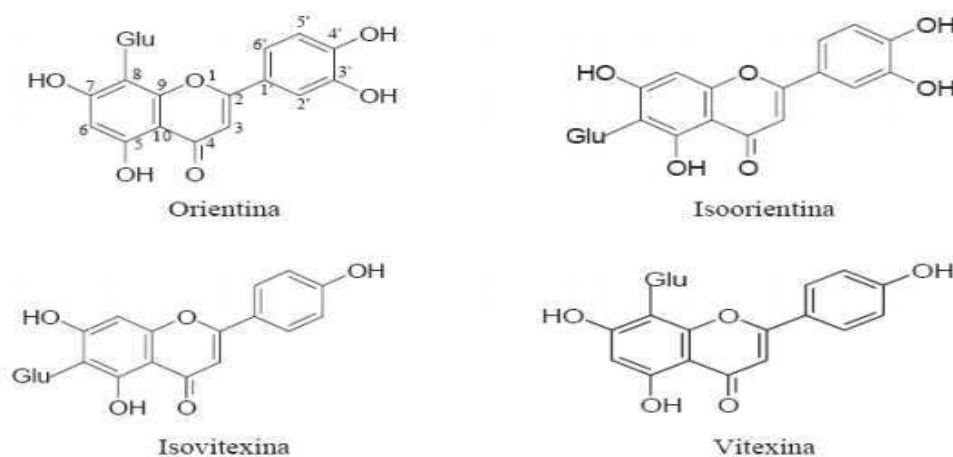


Figura 2. Estrutura química dos quatro principais flavonoides usualmente encontrados em *Passiflora*. Fonte: Pereira e Vilegas (2000).

Freitas et al. (2007) relatam que praticamente são desconhecidos os teores de flavonoides nas espécies de *Passiflora*, encontradas em determinadas regiões do Brasil. Isso mostra que há grande possibilidade de comercialização das folhas originárias de podas, mas as indústrias farmacêuticas só adquirem material vegetal de produtores quando as amostras apresentam teor adequado de flavonoides – na Farmacopéia Brasileira (2010), o teor mínimo de 1% de flavonoides totais, expressos em apigenina é mencionado como adequado para obtenção do efeito terapêutico desejado nos fitoterápicos; e são poucas as práticas conhecidas que podem contribuir

para que esses compostos de interesse sejam produzidos em quantidade ideal pelas plantas.

Normalmente, esses compostos podem ser ativados apenas em determinada fase do crescimento ou estágio do desenvolvimento vegetal. Ou ainda, em algumas estações do ano, tendo relação direta com condições de estresse, disponibilidade de nutrientes – entre eles, o nitrogênio – ou outro fator associado ao desenvolvimento da planta (TAIZ; ZEIGER, 2013).

No maracujazeiro, o nitrogênio tem função estrutural e faz parte de moléculas de aminoácidos e proteínas, além de ser constituinte de bases nitrogenadas e ácidos nucleicos. Esse nutriente atua em processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA et al., 1989); é fundamental no crescimento, na formação vegetativa da planta e na produção (KLIEMANN et al., 1986; BAUMGARTNER, 1987); estimula o desenvolvimento de gemas floríferas e frutíferas e aumenta o teor de proteínas (MALAVOLTA et al., 1989).

A maior parte das pesquisas relacionadas a metabólitos secundários em *Passifloraceas* encontra-se vinculada apenas ao processo de extração (MÜLLER, 2006), composição química e bioatividade dos extratos obtidos (DHAWAN et al., 2004; RUDNICKI, 2005; MONTANHER, 2006). Os aspectos relacionados à influência dos fatores ambientais e nutricionais dessas espécies na produção de metabólitos secundários ainda têm sido pouco estudados, ressaltando-se o trabalho pioneiro de Freitas et al. (2007) e Freitas et al. (2008), que relacionaram os aspectos nutricionais da cultura à produção de alguns flavonoides em *Passiflora edulis* e *Passiflora alata*, respectivamente.

De maneira geral, são poucas as informações disponíveis do ponto de vista agrônomo que evidenciem o comportamento das espécies medicinais, quando submetidas às técnicas de produção agrícola. Dessa maneira, também são poucos os trabalhos referentes ao efeito do estresse hídrico em espécies medicinais (SCHEFFER, 1992; SILVA et al., 2002b).

Uma espécie medicinal, se cultivada sob diferentes condições hídricas, pode apresentar alterações qualitativas e quantitativas no metabolismo secundário. Para determinar se a alteração foi benéfica ou prejudicial, deve ser feita uma análise química baseada na relação massa seca/teor de princípios ativos (MONTANARI JUNIOR, 2000; SANTOS et al., 2004).

2.6 Análise econômica

De acordo com Gazzoni (2003), a ausência de planejamento estratégico acarreta atrasos na entrega de produtos e serviços, escassez de dinheiro por aplicação inadequada, pagamento de juros por mau planejamento financeiro, entre outros problemas.

Conforme Segundo Filho (2005), a boa gestão de caixa é um dos fatores mais importantes para a liquidez e rentabilidade da empresa. Ainda conforme o autor, o gestor deve ter, como objetivo principal, maximizar essas duas variáveis. Assim, faz-se necessário o controle eficiente da utilização dos recursos da empresa, seja através da redução de gastos, seja através da aceleração dos valores a receber.

As mudanças no cenário econômico geram instabilidade para os empresários, em especial para os pequenos e médios empreendedores, que, por conseguinte, necessitam de informações que lhes deem suporte em todas as etapas da gestão empresarial, seja no planejamento, seja na execução ou na avaliação e análise dos resultados (GAZZONI, 2003).

Mendonça et al. (2009) relatam que a análise de projetos é fundamental na condução das decisões de investimento, sobretudo nos agropecuários. Isso porque o investimento agrícola está sujeito a grande variabilidade em seu retorno, uma vez que os produtos agrícolas estão sujeitos a grandes oscilações de oferta e, conseqüentemente, de preços.

O conhecimento dos custos permite ao empresário e/ou técnico analisar economicamente a atividade e, por meio dessa análise, passar a conhecer com detalhes e a utilizar, eficientemente, os fatores de produção (terra, trabalho e capital). Sendo assim, o levantamento desses custos pode servir de auxílio para se localizarem os pontos de estrangulamento e atingir os seus objetivos de maximização de lucros ou minimização de custos (LOPES; CARVALHO, 2003).

Dados sobre custos de produção têm sido usados para muitas finalidades e podem servir para análise de rentabilidade dos recursos empregados numa atividade produtiva, útil ao processo de tomada de decisão do produtor. Os custos de produção são utilizados para verificar se e como os recursos empregados em um processo de produção estão sendo remunerados, possibilitando também verificar como está a rentabilidade da atividade em questão, comparada a alternativas de emprego de tempo e capital (REIS, 2002).

A estimativa do custo de produção está ligada à gestão de tecnologia, ou seja, à alocação eficiente de recursos produtivos e ao conhecimento dos preços desses recursos (REIS, 2002). De acordo com Gottschal et al. (2002), essa estimativa é o detalhamento de todas as despesas e receitas diretas ou indiretas das atividades produtivas envolvidas.

O acompanhamento dos custos de produção e a avaliação de rentabilidade constituem instrumentos fundamentais para a tomada de decisão na propriedade agrícola. Isso é essencial pelo fato do mercado de produtos agrícolas tenderem à competição perfeita, em que os preços são definidos pelas forças de oferta e demanda, e um agente isoladamente não pode exercer influência sobre o preço do mercado. Além disso, informações sobre custos de produção possibilitam subsidiar ações gerenciais de curto prazo, ou mesmo para a implementação de políticas econômicas e/ou agrícolas para mensurar a sustentabilidade de um empreendimento agrícola em longo prazo através da viabilidade econômica (ALVES et al., 2009).

Segundo Castro Junior (2012), estudos de análise econômica na área da agricultura irrigada têm se intensificado, mormente com o intuito de obter maior produtividade com menor utilização do insumo água. Pois, além dos gastos inerentes ao recalque da água de irrigação, há que se mencionar custos com a outorga dessa água.

Para Rigby et al. (2010), com a crescente escassez de água doce, tem-se focado na alocação de água entre os usuários irrigantes, sendo que a cobrança pelo uso da água na irrigação é interpretada como um meio de melhorar a sua utilização e promover a sua conservação. Ademais, as mudanças climáticas tornam cada vez mais necessária a atenção ao uso dos recursos hídricos e a adoção de um manejo sustentável econômica e ambientalmente.

Para Espíndula Neto (2007), os resultados do estudo da viabilidade econômica de um projeto de irrigação trazem ao produtor as informações necessárias referentes aos procedimentos no desenvolvimento da adoção da irrigação, tal como atenção aos componentes de manutenção do sistema. Pois, conforme Silva et al. (2007), a irrigação é uma tecnologia que requer investimentos significativos e está associada à utilização intensiva de insumos agrícolas, tornando importante o estudo econômico dos componentes envolvidos no sistema. E, segundo Vilas Boas et al. (2011), a determinação da viabilidade econômica de um empreendimento que se inicia é fundamental para o seu sucesso.

Arêdes (2006) analisou a viabilidade econômica da implantação de alternativas tecnológicas de irrigação na produção de café em uma região tradicionalmente produtora, como em Viçosa, MG. Para tanto, estudou produções irrigadas e não irrigadas. Concluiu que a cafeicultura irrigada é economicamente viável e superior à alternativa de produção não-irrigada, pois além de elevar o retorno econômico reduziu o risco na produção de café.

Objetivando analisar a viabilidade econômica da irrigação na cultura do maracujá, em frente à produção não-irrigada em regiões com índices pluviométricos favoráveis à produção, Arêdes et al. (2009) analisaram dados referentes à cidade de Paulínia, SP, concluindo que a irrigação da cultura do maracujá é economicamente viável e superior à alternativa não-irrigada, mesmo em regiões com índices pluviométricos favoráveis ao seu cultivo, visto que, além de ter elevado o retorno econômico, a irrigação ainda reduziu o risco da atividade.

De acordo com Frizzone e Andrade Júnior (2005), as decisões de investimento resultam de análises das posições econômicas no instante presente, intermediário e futuro. O levantamento dessas posições econômicas ao longo do tempo chama-se fluxo de caixa. Por este, faz-se a representação das contribuições monetárias (entradas e saídas de dinheiro) ao longo do tempo.

O fluxo de caixa, também conhecido pela expressão inglesa como cash flow, corresponde a um planejamento do fluxo de ingressos e desembolsos ocorridos no caixa, em certo período, comumente de curto prazo. Ele é o utensílio mais importante para o administrador financeiro, pois, com a sua utilização, o profissional tem a possibilidade de contar com informações gerenciais, que lhe proporcionem uma visão ampla dos negócios, facilitando, assim, a transmissão desses dados aos executivos, numa empresa, focando desde o operacional até o estratégico (ZDANOWICZ, 2004).

O fluxo de caixa é um instrumento gerencial que controla e informa todas as movimentações financeiras (entradas e saídas de valores) de um dado período. Pode ser diário, semanal, mensal etc., e é composto por dados obtidos dos controles de contas a pagar, contas a receber, de vendas, de despesas, de saldos de aplicações e de todos os demais elementos que representem as movimentações de recursos financeiros da empresa (SEBRAE, 2008).

O fluxo de caixa pode ser também conceituado, conforme Gitman (1997), como o instrumento utilizado pelo administrador financeiro com o objetivo de apurar

os somatórios de ingressos e somatórios financeiros da empresa em determinado momento, prognosticando assim se haverá excedente ou escassez de caixa, em função do nível desejado de caixa pela empresa.

Para Yoshitake e Hoji (1997), o fluxo de caixa é um esquema que representa os benefícios e os dispêndios ao longo do tempo. E sua gestão visa fundamentalmente manter um certo nível de liquidez imediata, para fazer frente à incerteza associada ao fluxo de recebimento e pagamento.

Segundo Zdanowicz (2004), a empresa que mantém continuidade ao seu fluxo de caixa atualizado poderá dimensionar com mais facilidade o volume de ingressos e de desembolsos dos recursos financeiros, assim como fixar o seu nível desejado para o período seguinte.

A idealização e construção do fluxo de caixa podem evitar situações prejudiciais às empresas, tais como: insuficiência de caixa; cortes nos créditos; suspensão de entregas de materiais e mercadorias, fatos que podem causar uma série de descontinuidades nas operações (GAZZONI, 2003).

Para a sobrevivência e o sucesso de qualquer empresa, é fundamental que o fluxo de caixa apresente liquidez, com ou sem inflação ou recessão, de forma a cumprir com seus compromissos financeiros, e que suas operações tenham continuidade, pois, se a empresa tem liquidez, ela pode gerar lucro. A gestão dos fluxos financeiros é tão relevante quanto a capacidade de produção e de vendas da empresa (SILVA, 2005).

O principal interesse em análise de investimento é medir os fluxos em valores reais, os quais podem ser obtidos de duas maneiras diferentes, conforme as pressuposições feitas quanto a preços: calcular os fluxos usando preços constantes, ou calcular os fluxos usando preços correntes e deflacioná-los usando o índice de inflação adequado. Quando os fluxos são calculados com base em preços constantes ao longo de todo o horizonte do projeto, usa-se, normalmente, o conjunto de preços observados na época em que se está elaborando o projeto, sendo que as pressuposições implícitas são de que os preços relativos dos insumos e produtos envolvidos permanecerão inalterados durante todo o horizonte traçado e que a taxa de inflação afeta igualmente os preços dos insumos e produtos. Os fluxos a preços correntes, por seu turno, baseiam-se em projeções de preços que consideram tanto as variações nos preços relativos como as variações devidas à inflação (FRIZZONE; ANDRADE JÚNIOR, 2005).

Noronha (1987) também destacou a adoção de preços variáveis (correntes) ou constantes no tempo tangente aos valores monetários das variáveis de entrada e saída do fluxo de caixa, ao longo da vida útil do projeto. O autor enfatizou, ainda, que os preços constantes são mais utilizados em análises ex-ante, em razão dos erros de estimação, associados à adoção dos preços variáveis, e de sua simplicidade.

Para a realização da análise econômica, deve-se adotar uma taxa de desconto no fluxo de caixa. Essa é uma taxa de juros utilizada em avaliações que consideram a variação do capital no tempo, estabelecida a partir do valor máximo arbitrado pelo investidor, para remunerar o custo do capital (JOBIM et al., 2009).

Woiler e Mathias (1996) citam a determinação da taxa de desconto por meio do custo do capital emprestado ou pela média ponderada do capital próprio e de terceiros empregados no projeto. Assim, pode-se considerar uma taxa de desconto que tenha como referência o custo de oportunidade do capital investido na atividade sob consideração, ou seja, a rentabilidade obtida pelo investimento se ele fosse realizado em seu uso alternativo. Conforme Buarque (1991), essa seria a melhor forma de se determinar a taxa de desconto a ser considerada. Uma forma de se fazer isto seria adotar a taxa de juros do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Rural do Nordeste (FNE Rural), que financia projetos com uma taxa de 5,3% ao ano para os pequenos produtores rurais (BNB, 2014).

Quanto à escolha do horizonte temporal do projeto, Woiler e Mathias (1996) defendem que se deve levar em consideração a obsolescência do processo produtivo e a conseqüente necessidade de novos investimentos ou o ciclo de vida do produto.

Assim, com o fluxo de caixa estruturado, pode-se partir para estudos das decisões sobre viabilidade econômica de um investimento. Essas decisões, segundo Matos (2002), resultam da estimativa e análise de indicadores de rentabilidade.

Como mencionado por Cardoso Sobrinho (2001), além da análise de rentabilidade ser considerada sob a ótica da teoria de investimentos, pode-se analisá-la sob a ótica da renda e do custo. Quando pela primeira, Noronha (1987) relata que os indicadores mais utilizados são a taxa interna de retorno, o valor presente líquido e a razão benefício/custo. Já pela segunda, pode-se utilizar da função de custo, relacionando a quantidade de água e nitrogênio utilizados e o custo total de produção.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do experimento

3.1.1 Local e Características do Solo

O experimento foi conduzido na Área Experimental de Hidráulica, Irrigação e Drenagem, pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (UFV) e localizada no município de Viçosa-MG. As coordenadas da área experimental são: 20° 45' de latitude Sul; 42° 51' de longitude Oeste; e altitude de 651 m.

Após análise física do solo na área experimental, o mesmo foi classificado como franco-argilo-arenoso (LEMOS; SANTOS, 2005), apresentando valores de 33,00 g 100 g⁻¹ de argila, 19,00 g 100 g⁻¹ de silte e 48,00 g 100 g⁻¹ de areia e densidade de 0,97 g cm⁻³. Os valores de umidade volumétrica referentes à capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP) foram de 0,36 e 0,22 m³ m⁻³, respectivamente, obtidos por meio do extrator de Richards nas tensões de 0,3 atm e 15 atm, respectivamente. Já a análise química forneceu as seguintes características do solo: pH:5,6, utilizando-se pHmetro; saturação por bases (V): 52%; teor médio de matéria orgânica, determinado pelo método de Walkley-Black: 1,45 dag kg⁻¹; teores disponíveis de P e K, extraídos com Mehlich I: 20,7 e 81,0 mg dm⁻³, respectivamente; teores trocáveis de Ca²⁺ e Mg²⁺, extraídos com KCl 1,0 mol L⁻¹: 2,0 e 0,6 cmolc dm⁻³, respectivamente; acidez potencial (H+Al), extraída com acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0: 2,64 cmolc dm⁻³ e CTC pH 7,0, determinada por meio da soma Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺ + (H+Al): 5,45 cmolc dm⁻³. A fim de corrigir o pH do solo, aplicaram-se 50 g de calcário por cova.

3.1.2 Condução da cultura

O experimento foi iniciado em outubro de 2014, com a aquisição das mudas em tubetes (Figura 3A), em viveiro credenciado pela Embrapa Cerrados, em Planaltina/DF, e posterior plantio das mesmas em sacolas plásticas. Para fins de aclimação das plantas e diminuição do risco de morte no transplântio, as mudas permaneceram nas sacolas até atingirem, em média, um metro de altura (Figura 3B).



Figura 3. A: mudas adquiridas em tubetes; B: plantas em fase final de desenvolvimento nas sacolas, prontas para transplântio.

Após 3 meses, realizou-se o transplântio para a área experimental, em janeiro de 2015. O espaçamento adotado foi de 2 m entre fileiras e 1 m entre plantas, com sistema de condução da cultura do tipo espaldeira vertical (Figura 4).



Figura 4. Vista geral do experimento com detalhe do sistema de condução em espaldeira vertical.

Realizado o transplante, iniciou-se a poda de formação com eliminação dos brotos laterais, deixando crescer o ramo principal que, posteriormente, foi podado (Figura 5) para forçar o desenvolvimento de brotos laterais, selecionando-se dois brotos vigorosos, que foram conduzidos para lados opostos sobre o fio superior.



Figura 5. Poda do ramo principal para forçar desenvolvimento dos brotos laterais.

Posteriormente, os brotos laterais também foram podados, forçando o desenvolvimento dos ramos terciários, em cortina. De modo a isolar as unidades experimentais, à medida que os ramos terciários cresciam, os mesmos eram guiados a permanecer na posição vertical, sendo isolados dos ramos das unidades experimentais adjacentes. Na figura abaixo, é apresentado o manejo realizado com a brotação, como descrito anteriormente.

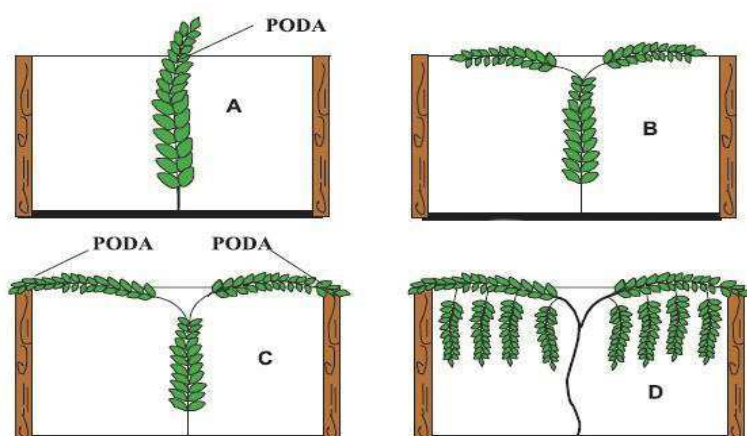


Figura 6. A: poda do ramo principal; B: condução dos brotos laterais para sentidos opostos no fio superior; C: poda dos brotos laterais; D: desenvolvimentos dos ramos terciários, em cortina. Fonte: adaptado de EMBRAPA (1994).

3.1.3 Adubação nitrogenada

A adubação nitrogenada foi realizada na forma de ureia, em cobertura, dissolvida em água, a partir de março de 2015, com aplicação das seguintes doses: 0, 150, 250 e 350 kg ha⁻¹ de N. Essas doses foram distribuídas percentualmente ao longo do ciclo fenológico do maracujazeiro, de acordo com recomendação de Borges e Sousa (2009): 5,5% no primeiro e segundo meses; 7,5% no terceiro e quarto meses; 9,5% no quinto e sexto meses; 12,0% no sétimo e oitavo meses; 23,0% no nono e décimo meses e 42,5% no décimo primeiro e no décimo segundo meses.

3.1.4 Irrigação e evapotranspiração da cultura

A irrigação foi realizada por gotejamento, com aplicação de lâminas de água correspondentes a 40; 70; 100 e 130% da evapotranspiração da cultura (ET_c), a partir de março de 2015. As linhas laterais foram constituídas de mangueiras de polietileno com diâmetro nominal de 16 mm e gotejadores inseridos sobre as mesmas, espaçados de 1,0 m – um gotejador por planta – com vazão nominal de 4,4 L h⁻¹. As linhas laterais foram dispostas paralelamente às linhas de plantio (Figura 7), espaçadas de 2,0 m.



Figura 7. Tubulações com gotejadores dispostas paralelamente às linhas de plantio.

A evapotranspiração da cultura foi estimada pela seguinte equação (MANTOVANI et al., 2009):

$$ET_c = K_L K_s K_c ET_o \quad (1)$$

em que:

ET_c = evapotranspiração da cultura, mm d^{-1} ;

K_L = coeficiente de localização, adimensional;

K_s = coeficiente de déficit hídrico, adimensional;

K_c = coeficiente de cultura, adimensional; e

ET_o = evapotranspiração de referência, mm d^{-1} .

O valor de K_L foi determinado por meio da metodologia proposta por Keller (BERNARDO et al., 2006):

$$K_L = \frac{P_a}{100} + 0,15 \left(1 - \frac{P_a}{100} \right) \quad (2)$$

em que P_a representa o valor da percentagem de área sombreada ou molhada, em decimal, devendo sempre utilizar a que fornecer o maior valor.

O valor de P_a foi medido, mensalmente, às 12:00 horas – condição na qual os raios solares incidiam perpendicularmente sobre a fileira de plantas, projetando sua sombra sobre a linha lateral de irrigação – com auxílio de uma régua.

Pelo fato de tratar-se de sistema de gotejamento, o qual era operado diariamente, o valor de K_s foi assumido igual a 1,0.

Os valores de K_c utilizados nesse experimento são aqueles recomendados por Reis et al. (2012) para o maracujazeiro: 0,58; 0,80; 1,18 e 0,78 para os estádios fenológicos de crescimento vegetativo apical; crescimento vegetativo lateral; floração, frutificação e maturação; e repouso vegetativo, respectivamente.

O programa computacional Ref-ET (ALLEN, 2000) foi utilizado no cálculo da evapotranspiração de referência. Os dados meteorológicos necessários foram obtidos por meio de uma estação meteorológica automática instalada na área experimental, assim, a ET_o foi calculada com aplicação da equação abaixo de Penman-Monteith FAO-56 (ALLEN et al., 1998). A evapotranspiração diária foi obtida por integralização dos valores horários.

$$ET_0 = \frac{0,408 \Delta(R_n - G) + \gamma \frac{37}{T + 273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + Cd U_2)} \quad (3)$$

em que:

ET_0 = evapotranspiração de referência, $mm\ h^{-1}$;

R_n = saldo de radiação à superfície, $MJ\ m^{-2}\ h^{-1}$;

G = densidade do fluxo de calor no solo, $MJ\ m^{-2}\ h^{-1}$;

T = temperatura do ar de hora em hora, $^{\circ}C$;

U_2 = velocidade do vento a 2 m de altura, $m\ s^{-1}$;

e_s = pressão de saturação de vapor, kPa ;

e_a = pressão parcial de vapor, kPa ;

Δ = declividade da curva de pressão de saturação de vapor, $kPa\ ^{\circ}C^{-1}$;

γ = coeficiente psicrométrico, $kPa\ ^{\circ}C^{-1}$; e

Cd = coeficiente de resistência da superfície/aerodinâmica.

Os tratamentos e suas respectivas lâminas de irrigação aplicadas durante o período experimental são apresentados na tabela abaixo.

Tabela 2. Tratamentos e as lâminas de irrigação, em mm, aplicadas durante o período experimental.

Tratamentos	Lâmina (mm)
40 %ETc	1956,9
70 %ETc	3424,7
100 %ETc	4892,4
130 %ETc	6115,5

3.1.5 Componentes e características de produção

Além da produtividade de frutos ($PF - ton\ ha^{-1}$) e teor de flavonoides totais ($F - mg\ g^{-1}$), foram avaliados os seguintes componentes e características da produção: número de frutos por planta (NFP), massa média do fruto (MMF – g), comprimento médio do fruto (CMF – cm), diâmetro equatorial do fruto (DEF – cm) e diâmetro caulinar na altura 15 cm (DCA – mm). Na Figura 8 verifica-se o desenvolvimento da cultura do longo do período experimental.



Figura 8. Desenvolvimento do maracujazeiro Pérola do Cerrado em Viçosa, MG, durante o período experimental.

Abaixo são apresentados os frutos do Pérola do Cerrado, em um ramo do maracujazeiro, ainda verdes.



Figura 9. Frutos verdes em ramo do maracujazeiro Pérola do Cerrado, em Viçosa, MG.

As colheitas foram realizadas semanalmente, no intuito de evitar a perda da qualidade dos frutos, haja vista que, devido à fisiologia da planta, os maduros caem ao chão (Figura 10).



Figura 10. Frutos maduros do maracujazeiro Pérola do Cerrado.

Ao decorrer do período experimental, foram avaliados 21.179 frutos. Os frutos coletados em uma das colheitas, são mostrados na figura abaixo.



Figura 11. Frutos colhidos para análise.

3.1.6 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi instalado em um esquema de parcelas sub-divididas; tendo, nas parcelas, as lâminas de irrigação em quatro níveis ($L_1 = 40\%$ da ETC; $L_2 = 70\%$ da ETC; $L_3 = 100\%$ da ETC; e $L_4 = 130\%$ da ETC) e, nas subparcelas, as doses de nitrogênio em quatro níveis ($D_0 = 0\text{ kg ha}^{-1}$; $D_1 = 150\text{ kg ha}^{-1}$; $D_2 = 250\text{ kg ha}^{-1}$; e $D_3 = 350\text{ kg ha}^{-1}$), no delineamento inteiramente casualizado, com nove repetições. Cada unidade experimental foi representada por duas plantas, totalizando uma área útil de 4 m^2 .

Os dados foram analisados por meio da metodologia da superfície de resposta. Os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste “t”, adotando-se o nível de 5% de probabilidade, e no coeficiente de determinação ($R^2 = \frac{SQ\text{Reg}}{SQ\text{Trat}}$). Para as análises utilizou-se o software SAEG (2007).

3.2 Quantificação de flavonoides totais

Para quantificação de flavonoides totais, retiraram-se, em média, 3,3 g de folhas frescas de cada unidade experimental. Coletou-se a terceira folha completamente desenvolvida de cada ramo, haja vista que a mesma é indicada para fins de análise foliar, conforme Silva (2009).

O material vegetal colhido foi acondicionado em sacos de papel Kraft, identificado e submetido à secagem em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 40 °C, por aproximadamente 72 horas, até atingir peso constante. Após secagem, pesou-se 1g de material vegetal e deu-se início ao protocolo para esgotamento da droga vegetal das folhas, conforme apresentado na Figura 12.

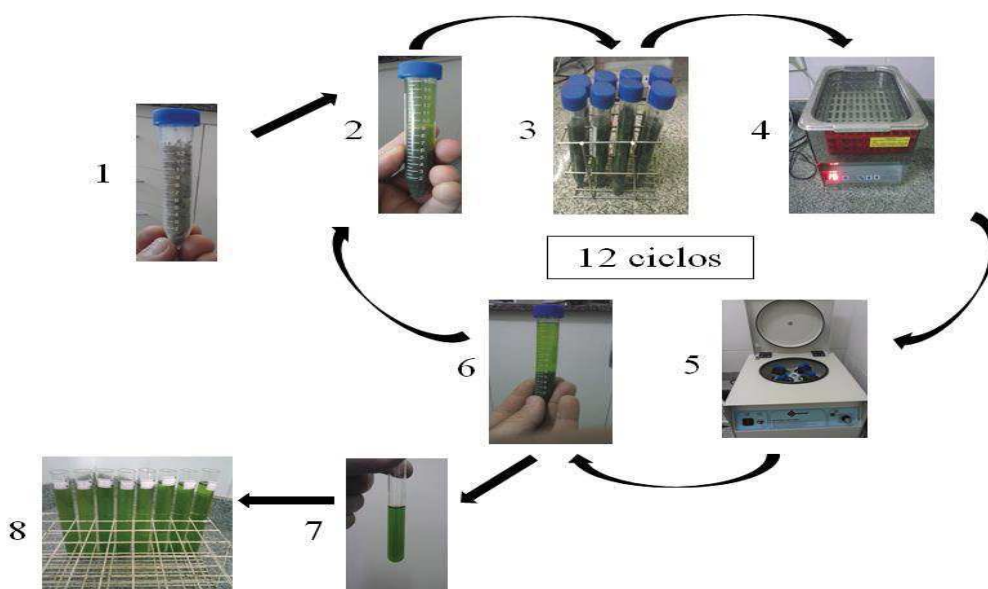


Figura 12. Protocolo realizado para esgotamento da droga vegetal: 1 – Tubo Falcon com material vegetal seco; 2 – Tubo Falcon com material vegetal imerso em 10 ml de etanol 95%; 3 – Posicionamento dos tubos em suporte; 4 – Imersão em banho ultrassom por 15 minutos; 5 – Centrifugação do material a 3500 rpm por 15 minutos; 6 – Tubo Falcon após centrifugação, com sobrenadante a ser filtrado. Após filtração, acrescentaram-se 10 ml de etanol 95% e iniciou-se um novo ciclo; 7 – O sobrenadante é filtrado e disposto em tubo de ensaio; e 8 – Após 12 ciclos, os sobrenadantes foram separados e identificados.

A adoção de 12 ciclos para esgotamento da droga vegetal deu-se após verificação de descoloração do material vegetal ao final dos 12 ciclos. Na Figura 13, são apresentados os sobrenadantes filtrados e dispostos em tubo de ensaio (etapa 7 da Figura 12) após a realização de cada ciclo. Pode-se verificar a descoloração – esgotamento da droga vegetal – à medida que os ciclos eram realizados.

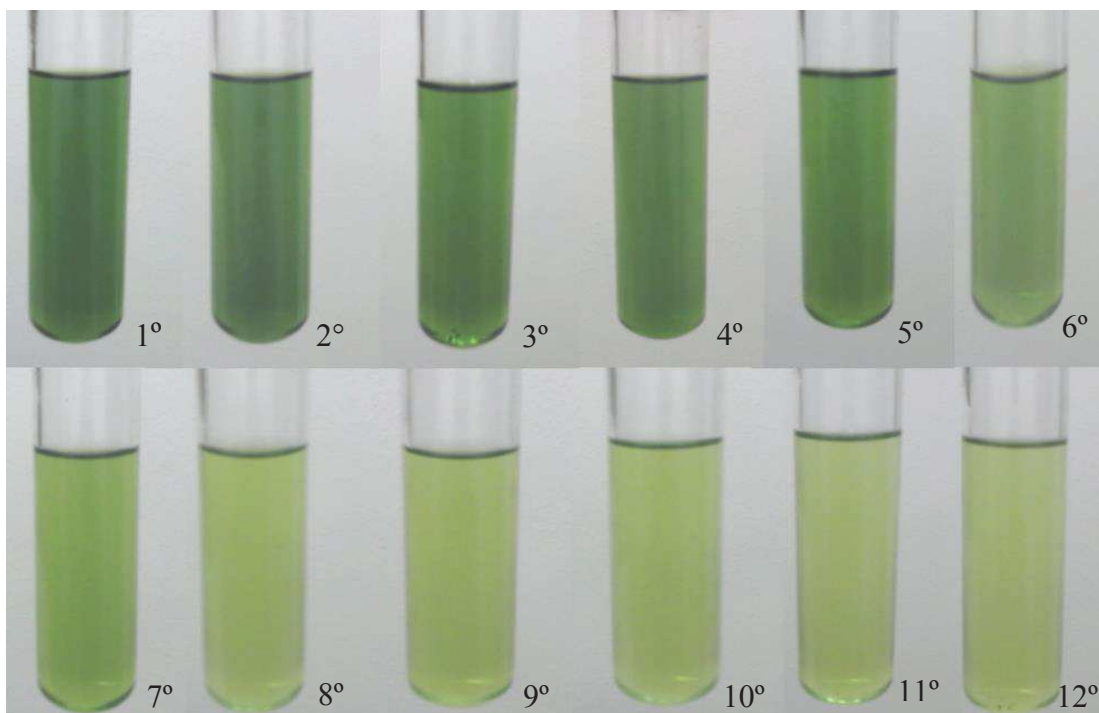


Figura 13. Tubos de ensaio com sobrenadante filtrado, após centrifugação (12 ciclos).

Os filtrados foram reunidos (etapa 8 da Figura 12) e o solvente (etanol) evaporado em evaporador rotativo sob pressão reduzida a 40 °C. O resíduo desse processo foi acondicionado em tubos de ensaio e levados ao banho maria para completa evaporação do solvente, resultando assim no extrato etanólico bruto (EEB), utilizado para a quantificação de flavonoides. Para tal, adotou-se o método colorimétrico, utilizando-se espectrofotômetro e quercetina como padrão.

Na confecção da curva de calibração, preparou-se uma solução padrão de Quercetina 1:1, pesando-se 25 mg de Quercetina e adicionando-se 25 ml de metanol em um balão volumétrico. Prepararam-se, também, as soluções A (Vanilina 1%) e B (Ácido Clorídrico 4%, $\delta = 1,19 \text{ g ml}^{-1}$). No preparo da solução A, colocou-se 1 g de Vanilina em um balão volumétrico de 100 ml e completou-se o volume com Etanol. Para a Solução B, colocaram-se 25 ml água destilada em balão volumétrico de 100

ml, adicionaram-se lentamente 4,8 ml de Ácido Clorídrico e completou-se o volume do balão com água destilada.

Foram retiradas seis alíquotas da solução padrão e dispostas em tubos de ensaio. Nos mesmos, foram adicionadas alíquotas das soluções A e B, de forma que o volume final em cada tubo fosse de 5 ml, como apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Alíquotas retiradas da solução padrão e das soluções A e B para confecção da curva de calibração.

n° Tubo	Solução Padrão	Solução A	Solução B	Volume Final
1	1,5	1,75	1,75	5
2	1,25	1,875	1,875	5
3	1,0	2	2	5
4	0,8	2,1	2,1	5
5	0,4	2,3	2,3	5
6	0,1	2,45	2,45	5

Posteriormente, colocaram-se os tubos de ensaio ao abrigo da luz por 30 minutos. Feito isso, depositou-se parte do volume dos tubos em cubetas e leu-se em espectrofotômetro ajustado para o comprimento de onda de 420 nm, padronizando o ponto “0” da curva com Metanol, obtendo-se a curva padrão, como apresentada abaixo.

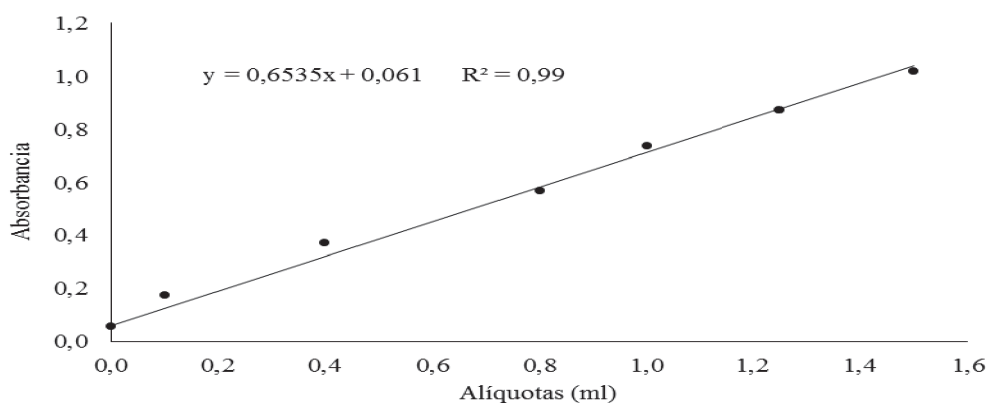


Figura 14. Curva de calibração para quantificação de flavonoides.

No preparo das soluções (3:1) de cada tratamento, pesaram-se 30 mg do EEB e diluíram-se com 10 ml de Etanol 95% em tubo de ensaio. Retirou-se uma alíquota de 0,4 ml de cada tubo e adicionaram-se 2,3 ml da solução A e 2,3 ml da solução B, totalizando 5 ml. Posteriormente, depositaram-se os volumes em cubetas e leram-se em espectrofotômetro (420 nm). Após as leituras, anotaram-se as absorbâncias obtidas e, com auxílio da equação da curva padrão, calculou-se o teor de flavonoides em cada tratamento.

3.3 Análise econômica

Um dos objetivos deste trabalho foi analisar economicamente a produção de frutos do maracujazeiro Pérola do Cerrado, submetido a diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio, em Viçosa, MG.

Para tanto, levantou-se o custo de investimento em um sistema de irrigação por gotejamento, capaz de irrigar uma área de um hectare, com o maracujazeiro sendo cultivado de maneira análoga ao experimento realizado nesta pesquisa, como descrito a seguir: espaçamento de 2 m entre fileiras de plantas e 1 m entre plantas (5.000 plantas ha⁻¹); linha lateral do sistema de irrigação por gotejamento em polietileno linear de baixa densidade (PELBD) com 16 mm de diâmetro; uma linha lateral por fileira de planta (um gotejador por planta); gotejadores autocompensantes inseridos sobre a linha lateral, com vazão unitária de 4,4 L h⁻¹; linha principal do sistema de irrigação em PVC com 32 mm de diâmetro; linha de recalque do sistema de irrigação em PVC com 50 mm de diâmetro; filtro de disco de 2''; e conjunto motobomba de 2cv de potência. Assim, o valor estimado e considerado nesta pesquisa, para o referido sistema, ficou em R\$ 15.806,33 em um hectare. Entretanto, não fizeram parte desse valor as obras civis, os custos inerentes à elaboração do projeto de irrigação, montagem do sistema de irrigação no campo e à mão de obra da instalação elétrica. Nesta análise, considerou-se a realização do cultivo do maracujazeiro no período de outubro de 2014 (aquisição das mudas) a junho de 2016 (término dos tratamentos).

Adotou-se, neste estudo, a metodologia descrita em Castro Júnior (2012), com adaptação para a cultura do maracujá. Primeiramente, foi analisada a situação financeira da produção do maracujazeiro irrigado sob as variadas condições de adubação e lâminas de água aplicadas, procedendo-se com análise dos custos de produção. No segundo momento, foi realizada uma análise da viabilidade econômica do empreendimento, ou seja, além da análise da rentabilidade sob a ótica da renda e do custo, realizou-se uma análise da rentabilidade considerada sob a ótica da teoria de investimento.

O custo de produção é diretamente proporcional à lâmina de irrigação e dose de nitrogênio e, como ocasionaram produtividades de frutos distintos, a receita também foi diferente. Portanto, poder-se-ia obter alta produtividade de frutos com aplicação de elevadas lâminas de irrigação e doses de nitrogênio, consequentemente,

com um custo de produção mais elevado, podendo implicar em diminuição da receita líquida. Assim, busca-se, entre as lâminas de irrigação e doses de nitrogênio experimentados, qual par deles proporcionaria a maior rentabilidade de produção de frutos no maracujazeiro Pérola do Cerrado.

3.1.1 Análise da rentabilidade sob a ótica da renda e do custo

Uma parte dos recursos necessários para a produção varia diretamente com o volume de produção. Outra parte, todavia, não varia no curto prazo, ou seja, trata-se de um conjunto de recursos capazes de suportar volumes diferentes de produção. Assim, no curto prazo, há recursos fixos e variáveis.

A diferente natureza dessas duas categorias de recursos conduz à ocorrência de custos de natureza também diferentes. Os recursos fixos e os variáveis conduzem, respectivamente, a custos também fixos e variáveis. Dessa maneira, os custos fixos incluem todas as formas de remuneração ou ônus decorrentes da manutenção dos correspondentes recursos e, portanto, esses custos existem mesmo que o produtor não esteja produzindo. Quanto aos custos variáveis, eles decorrem de todos os pagamentos dirigidos aos recursos que variam diretamente com a produção (MENDES, 1998).

O custo total de produção decorre do somatório dos custos fixos e variáveis da produção de frutos, conforme a Equação 4.

$$CT = CF + CV \quad (4)$$

em que:

CT = custo total de produção, R\$ ha⁻¹;

CF = custo fixo associado à produção de frutos, R\$ ha⁻¹; e

CV = custo variável associado à produção de frutos, R\$ ha⁻¹.

Como este estudo tem o intuito de avaliar a produção de frutos sob a recomendação de lâminas de irrigação e doses de nitrogênio, foram realizados investimentos para aquisição do sistema de irrigação e do sistema de condução do maracujazeiro, do tipo espaldeira vertical, logo, a função custo total de produção pode ser escrita como se segue:

$$CT = CTo + Cci + Cce \quad (5)$$

em que:

CT = custo total de produção, R\$ ha⁻¹;

CTo = custo total operacional associado à produção de frutos, R\$ ha⁻¹;

Cci = custo de capital referente ao investimento com o equipamento de irrigação, R\$ ha⁻¹; e

Cce = custo de capital referente ao investimento com o sistema de condução do maracujá, do tipo espaldeira vertical, R\$ ha⁻¹.

O custo total operacional foi obtido por:

$$CTo = CFo + CVo \quad (6)$$

em que:

CFo = custo fixo operacional, R\$ ha⁻¹; e

CVo = custo variável operacional, R\$ ha⁻¹; e

No cálculo do custo fixo operacional (CFo) considerou-se o custo fixo com mão de obra (CF_{MO}) – atribuído aos funcionários que executam os tratos culturais no maracujazeiro (poda, capina, aplicação de defensivos, tutoramento, adubação, irrigação, etc.) e executam outras atividades na propriedade, além disso, esses funcionários normalmente recebem remuneração fixa; e o custo incorrido na manutenção, conservação e reparo de equipamentos (CMCR).

O CMCR foi calculado de acordo com Marques (2005). Pela equação 10, percebe-se que foi fixada uma percentagem sobre o valor de investimento, mormente nos referentes à irrigação e ao sistema de condução do maracujazeiro, a ser diluído no horizonte temporal do projeto. Assim, esse custo não variaria com a produção e, portanto, foi considerado como custo fixo operacional.

$$CMCR = 0,03 \times Vi \quad (7)$$

No cálculo do custo variável operacional (CVo) considerou-se o custo variável com mão de obra (CV_{MO}) – atribuído à necessidade de mão de obra adicional para o plantio e para a colheita dos frutos; e os demais custos para manutenção da lavoura referentes à irrigação (Ci), à adubação nitrogenada (C_{ad}), aos demais fertilizantes, aos defensivos, às mudas, à sacaria, às sacolas para preparo das mudas até transplantio e materiais para enchimento das sacolas – areia e esterco.

Considerou-se, para o cálculo do custo operacional da irrigação (C_i), o custo do bombeamento da água utilizada para irrigação, estimado pelo custo da energia elétrica consumida pelo conjunto motobomba instalado na área, o qual pode ser estimado pela equação adaptada de Franke (1996), citado por Frizzone e Andrade Júnior (2005), como segue:

$$CE = (Eb \times tc) + (Dp \times td) + [Dp \times td \times y \times (12 - X)] \quad (8)$$

em que:

CE = custo de energia elétrica durante o ciclo do maracujazeiro, R\$ ha^{-1} ;

Eb = energia requerida pela unidade de bombeamento, kWh ha^{-1} ;

tc = tarifa média mensal de consumo de energia elétrica, R\$ kWh $^{-1}$;

Dp = demanda de potência da unidade de bombeamento, kWh ha^{-1} ;

td = tarifa média mensal da demanda de potência, R\$ kWh $^{-1}$;

y = coeficiente aplicado à demanda faturável = 0,1 da maior demanda verificada por medição nos últimos 11 meses; e

X = número de meses que o sistema opera pelo menos uma vez.

Entretanto, no presente estudo, considerou-se que o produtor realizará as irrigações no período das 21h30 às 6h (bandeira verde), e a propriedade é enquadrada na classe rural de energia elétrica, sobre a qual incide apenas a tarifa relativa ao consumo de energia, que independe da potência elétrica instalada na propriedade. Sobre essas propriedades, não incide a cobrança da tarifa de demanda; logo, o custo de energia elétrica passou a ser estimado por uma simplificação da Equação 8, como se segue:

$$CE = Eb \times tc \quad (9)$$

Sendo,

$$Eb = \left(\frac{10 \times W \times Hm \times \gamma_a}{3,6 \times 10^6 \times \eta} \right) \quad (10)$$

Logo,

$$CE = Ci = \left(\frac{10 \times W \times Hm \times \gamma_a}{3,6 \times 10^6 \times \eta} \right) \times tc \quad (11)$$

em que:

Ci = custo operacional da irrigação, R\$ ha⁻¹;

W = lâmina bruta de irrigação, mm ha⁻¹;

Hm = altura manométrica total, m;

γ_a = peso específico da água, N m⁻³;

η = eficiência do conjunto motobomba, decimal;

Analisando-se a Equação 11, nota-se que o componente W é o único que variaria entre as lâminas de irrigação. Portanto, para determinar o custo da lâmina de irrigação, fez-se:

$$Cli = \left(\frac{10 \times Hm \times \gamma_a}{3,6 \times 10^6 \times \eta} \right) \times tc \quad (12)$$

em que Cli = custo da lâmina de irrigação, R\$ ha⁻¹ mm⁻¹.

O custo da lâmina de irrigação (Cli) foi calculado utilizando-se o preço da tarifa da energia elétrica igual a R\$ 0,12271 kWh⁻¹, resultado do desconto de 67% no valor inicial da tarifa rural – R\$ 0,37185 kWh⁻¹ –, conforme Resolução Homologatória n° 2076 especificada em CEMIG (2016), haja vista que as irrigações serão realizadas em período noturno. Com uso da Equação 12, obtém-se o custo da lâmina de irrigação (Cli), que foi de R\$ 0,17944 mm⁻¹ ha⁻¹.

O custo associado às doses de adubação nitrogenada pode ser representado por:

$$C_{ad} = pf \times D \quad (13)$$

em que:

C_{ad} = custo associado às doses de nitrogênio, R\$ ha⁻¹;

pf = preço do fertilizante nitrogenado, R\$ kg⁻¹; e

D = dose de adubação nitrogenada, kg ha⁻¹ de N.

O custo advindo da aplicação das doses de nitrogênio, de acordo com o preço do fertilizante no mercado à época do cultivo (R\$ 99,00 – saco de 50 kg, logo, R\$ 1,98 kg⁻¹), utilizando-se a Equação 13, pode ser assim resumido:

$$C_{ad} = 1,98 \times D \quad (14)$$

em que:

C_{ad} = custo associado às doses de nitrogênio, R\$ ha⁻¹; e

D = dose de adubação nitrogenada, kg ha⁻¹.

Como em Frizzone (2005) e Frizzone e Andrade Júnior (2005), o custo de capital foi obtido pela utilização da Equação 7. Observa-se, pela equação, que há consideração da depreciação e da remuneração do capital investido, que é referente ao valor que o produtor receberia se esses recursos estivessem aplicados em outra oportunidade. Assim, essa equação leva em consideração não somente a reposição do bem, como também busca contemplar o juro sobre o capital investido. Ou seja, o custo de capital C_c representa o custo anual uniforme equivalente ao investimento efetuado com a aquisição de equipamentos. De forma análoga, utilizando a Equação 15, serão calculados o custo de capital referente ao investimento com o equipamento de irrigação (C_{ci}) e o custo de capital referente ao investimento com o sistema de condução do maracujazeiro, do tipo espaldeira vertical (C_{ce}).

$$C_c = (V_i - V_r) \left[\frac{j}{(1+j)^n - 1} \right] + V_i j \quad (15)$$

em que:

V_i = valor inicial do investimento, R\$ ha⁻¹;

V_r = valor residual do investimento, R\$ ha⁻¹;

n = vida útil do equipamento, ano; e

j = taxa de juros sobre o capital investido, decimal.

Sendo que o valor residual do investimento foi obtido por meio de orientações contidas em CONAB (2009), como segue:

$$Vr = Vi - D \times n \quad (16)$$

em que D = depreciação anual do equipamento, R\$ ano⁻¹.

A depreciação é o custo necessário para substituir os bens de capital quando tornados inúteis pelo desgaste físico ou quando perdem o valor com o decorrer dos anos, em razão das inovações técnicas, e foi calculada pela seguinte equação:

$$D = \frac{Vi - Vr}{n} \quad (17)$$

Dessa maneira, para fins desta pesquisa, adotaram-se 15 anos como o horizonte temporal do projeto, que, por sua vez, está sendo tomado como a vida útil do equipamento de irrigação e do sistema de condução do maracujazeiro, do tipo espaldeira vertical. Assim, após serem verificadas as entradas e saídas, construiu-se o fluxo de caixa com taxa de desconto de 5,3% ao ano – considerando-se o cultivo de um pequeno produtor rural – (BNB, 2014),

O custo de capital referente ao investimento no equipamento de irrigação (Cci) foi de R\$ 1.553,85 ha⁻¹. Esse custo foi obtido partindo-se de um valor inicial de investimento igual a R\$ 15.806,33 ha⁻¹, com uma taxa de desconto de 5,3% ao ano – considerando-se o cultivo de um pequeno produtor rural – (BNB, 2014), e uma vida útil do equipamento de 15 anos. Já o custo de capital referente ao investimento no sistema de condução do maracujazeiro, do tipo espaldeira vertical (Cce) foi de R\$ 1.835,86 ha⁻¹. Esse custo foi obtido partindo-se de um valor inicial de investimento igual a R\$ 18.675,00 ha⁻¹, considerando-se a mesma taxa de desconto e mesma vida útil do equipamento, citadas anteriormente.

O custo total de produção de frutos no maracujazeiro, com variadas lâminas de irrigação e doses de nitrogênio, passou a ser expresso como:

$$CT = CFo + CVo + Cci + Cce \quad (18)$$

Isolando os custos operacionais referentes às lâminas de irrigação (C_i) e às doses de adubação nitrogenada (C_{ad}), a fim de compreender melhor a influência de ambas sobre o custo total, tem-se:

$$CT = CFo + CVo + Cci + Cce + Ci + Cad \quad (19)$$

Logo:

$$CT = CFo + CVo + Cci + Cce + (Cli \times W) + (pf \times D) \quad (20)$$

Assumindo, como condição simplificadora, que a soma dos custos fixos operacionais (CFo), dos custos variáveis operacionais (CVo), dos custos de capital referentes ao investimento no equipamento de irrigação (Cci) e dos custos de capital referentes ao investimento no sistema de condução do maracujazeiro (Cce) produz um custo básico (Co) associado à produção, a função custo total de produção pode ser expressa como:

$$CT = Co + (Cli \times W) + (pf \times D) \quad (21)$$

Dessa maneira, utilizando-se a Equação 21, observou-se que o custo total por hectare da produção de frutos do maracujazeiro Pérola do Cerrado, irrigado por gotejamento, nas condições edafoclimáticas da região de Viçosa, MG, pode ser expresso por:

$$CT(W, D) = Co + 0,17944 \times W + 1,98 \times D \quad (22)$$

sendo:

W = lâmina de irrigação (mm); e

D = dose de nitrogênio (kg ha^{-1}).

Após a obtenção dos custos de produção para cada tratamento – correspondente à associação de uma lâmina de irrigação com uma dose de adubação nitrogenada –, pôde-se proceder com o estudo da rentabilidade do cultivo de maracujazeiro irrigado e adubado com nitrogênio, que foi analisada por meio dos indicadores econômicos definidos em Martin et al. (1998):

a) Receita Bruta (RB): é a receita esperada para determinada produção de frutos por hectare, para um preço de venda pré-definido.

$$RB = PM \times Pv \quad (23)$$

em que:

PM = produtividade do maracujazeiro, kg ha⁻¹;

Pv = preço de venda do produto, R\$ kg⁻¹.

b) Ponto de Equilíbrio Operacional (PEo): determina qual a produção mínima necessária para cobrir o custo operacional com a produção de frutos no maracujazeiro, dados os preços de venda dos produtos.

$$PEo = \frac{CFo}{Pv - (CVo_u)} \quad (24)$$

em que CVo_u = custo variável operacional unitário.

c) Receita Líquida (RL): constitui a diferença entre a receita bruta e o custo de produção de maracujá. Desse modo, tem-se:

$$RL = RB - CT \quad (25)$$

O indicador de resultado Receita Líquida mede a lucratividade da atividade no curto prazo, mostrando as condições financeiras e operacionais da atividade.

d) Índice de Lucratividade (IL): esse indicador mostra a relação entre a receita líquida (RL) e a receita bruta (RB), em percentagem. É uma medida importante de rentabilidade da produção de frutos no maracujazeiro, uma vez que mostra a taxa disponível de receita da atividade após o pagamento de todos os custos operacionais, encargos, entre outros, inclusive as depreciações. Foi obtida por:

$$IL = \left(\frac{RL}{RB} \right) \times 100 \quad (26)$$

3.1.2 Análise da rentabilidade sob a ótica da teoria de investimentos

O estudo da viabilidade econômica da produção de frutos no maracujazeiro submetido a diferentes lâminas de irrigação e doses de adubação nitrogenada foi realizado por meio dos métodos que consideram a dimensão do tempo de valores monetários.

Todas as propostas de investimento apresentam fluxos de entrada e saída de recursos. A diferença entre esses fluxos chama-se fluxo líquido, sobre o qual se aplicam as técnicas de desconto para calcular a rentabilidade dos investimentos. Dessa maneira, como já mencionado anteriormente, para fins desta pesquisa, adotaram-se 15 anos como o horizonte temporal do projeto, que, por sua vez, está sendo tomado como a vida útil do equipamento de irrigação e do sistema de condução do maracujazeiro. Assim, após serem verificadas as entradas e saídas, construiu-se o fluxo de caixa com taxa de desconto de 5,3% ao ano – considerando-se o cultivo de um pequeno produtor rural – (BNB, 2014), sendo que os critérios de análise da viabilidade econômica estudados foram:

a) Valor Presente Líquido (VPL)

O valor presente líquido é definido como a diferença entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos. A característica essencial desse critério é que os benefícios e os custos são referenciados ao presente, isto é, os fluxos de caixa esperados durante a vida útil do projeto são descontados para o tempo zero a uma taxa de juros que representa o mínimo retorno para o capital, ou seja, a Taxa Mínima de Atratividade – TMA – (FRIZZONE; ANDRADE JÚNIOR, 2005). O critério do valor presente líquido tem como finalidade determinar o valor no instante inicial (ou na data zero), a partir do fluxo de caixa líquido do projeto.

Assim, o VPL considera a diferença, ano a ano, entre as entradas e saídas de caixa (fluxo líquido de caixa) durante o horizonte do projeto, e são descontados todos os valores futuros para o presente (ano zero). Portanto, o VPL com valor positivo representa a viabilidade econômica do investimento, dado o custo de oportunidade do capital, a taxas mínimas de atratividade (taxas de desconto). Ou seja, o critério de decisão consiste em aceitar o investimento se o VPL for maior que zero. O VPL pode ser calculado por meio da seguinte equação:

$$VPL = \sum_{t=0}^N \frac{Ft}{(1+j)^t} \quad (27)$$

em que:

VPL = valor presente líquido, em R\$ ha⁻¹;

j = taxas de desconto ou taxa mínima de atratividade (TMA), em decimal;

N = horizonte do projeto, em anos;

t = tempo (período) do projeto, em anos;

Ft = fluxo de caixa líquido em cada ano, em R\$ ha⁻¹.

b) Taxa Interna de Retorno (TIR)

A TIR é a taxa de desconto que iguala o valor atual das receitas futuras ao valor atual dos custos futuros do projeto, constituindo uma medida relativa que reflete o aumento no valor do investimento ao longo do tempo, com base nos recursos requeridos para produzir o fluxo de receitas (REZENDE; OLIVEIRA, 2001; SILVA et al., 2002a). A TIR é a taxa de desconto que torna nulo o VPL, logo,

$$\text{TIR} = \rho, \text{ tal que } VPL = \sum_{t=0}^N \frac{Ft}{(1+\rho)^t} = 0 \quad (28)$$

A TIR representa exatamente a taxa de retorno sobre o capital empatado no projeto durante sua vida útil, enquanto o capital inicial está sendo recuperado.

As maiores vantagens atribuídas à TIR são:

- ✓ Representa uma taxa de juros sobre o investimento, podendo, por isso, ser comparada diretamente ao custo do capital ou às alternativas de aplicação dos recursos no mercado financeiro;
- ✓ é calculada internamente a partir do fluxo de caixa do projeto, não necessitando o conhecimento da taxa de desconto.

Ao se obter uma TIR de um projeto qualquer, deve-se compará-la à taxa de juros de mercado (correspondente ao custo de oportunidade do capital). Se a TIR for maior que a taxa de juros vigente no mercado, aceita-se o projeto, visto que ele teria maior rentabilidade que no mercado financeiro. Um projeto será considerado viável sob esse critério de avaliação, se a TIR for maior que a taxa de juros considerada, ou seja, se o VPL for > 0. Na Figura 15, é possível melhor interpretar essa afirmativa (VALE et al., 2001; MAGALHÃES, 1992).

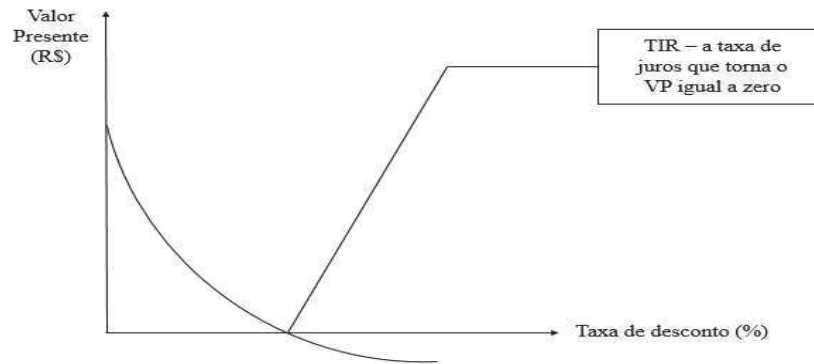


Figura 15. Variação do VPL em função da taxa de desconto (%).

A TIR indica o quanto rendeu, por período, o capital investido no projeto durante todo o horizonte de planejamento. Na Figura 15, pode-se visualizar que, para taxas de juros maiores que a TIR, o VPL de um projeto é negativo; e, para taxas de juros menores que a TIR, o VPL é positivo.

c) Razão Benefício/Custo

No que diz respeito a um fluxo de caixa, existem benefícios e custos. Obtendo-se a soma dos valores presentes de todos os benefícios, bem como de todos os custos, pode-se encontrar o valor presente líquido do fluxo de caixa.

A razão benefício/custo possibilita verificar se os benefícios atualizados são maiores que os desembolsos atualizados. No caso da relação B/C ser superior a 1, pressupõe-se um VPL positivo, bem como a viabilidade econômica do investimento, dada a taxa de desconto considerada. Essa razão pode ser calculada por meio da seguinte equação:

$$B / C = \frac{\sum_{t=0}^N B / (1 + j)^t}{\sum_{t=0}^N C / (1 + j)^t} \quad (29)$$

em que:

B/C = razão benefício/custo;

B = receitas, em R\$ ha⁻¹; e

C = despesas, em R\$ ha⁻¹.

A relação B/C expressa a quantidade que cada unidade monetária investida no projeto retorna para o investidor, ou seja, verifica se os benefícios são maiores do que os custos, para determinada taxa de juros ou descontos.

Um projeto é considerado viável economicamente se $B/C > 1$. Entre dois ou mais projetos, o mais viável é aquele que apresentar o maior valor de B/C (REZENDE; OLIVEIRA, 2001). Quando $B/C = 1$, resulta em $VPL = 0$; nesse caso, a TIR associada a um projeto pode também ser determinada como sendo a taxa que faz com que $B/C = 1$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Elementos meteorológicos

Nas Figuras 16, 17, 18 e 19, são apresentadas as variações dos valores dos elementos meteorológicos que foram utilizados no cálculo da evapotranspiração de referência, para o período experimental.

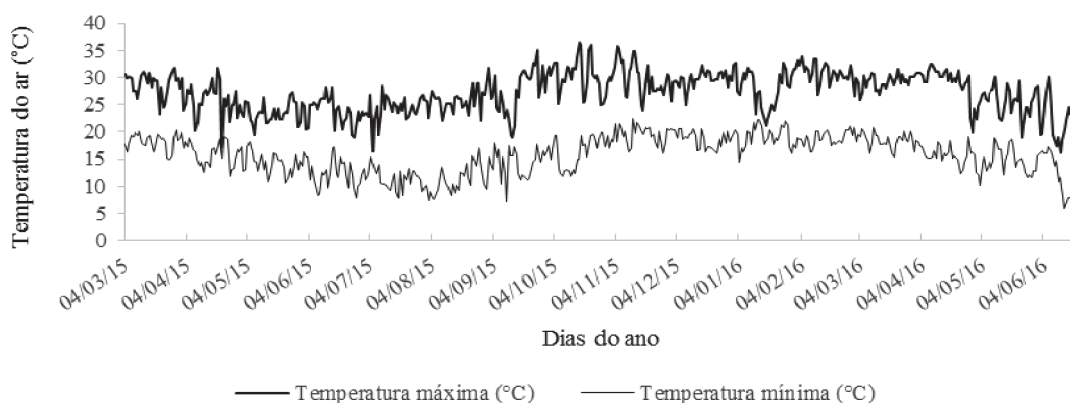


Figura 16. Variação diária dos valores de temperatura máxima e mínima para o período experimental.

Durante o período experimental, os valores médios da temperatura máxima e da mínima foram de 27,3°C e 15,7°C, respectivamente. A temperatura máxima no período foi 36,4°C e a mínima 5,9°C.

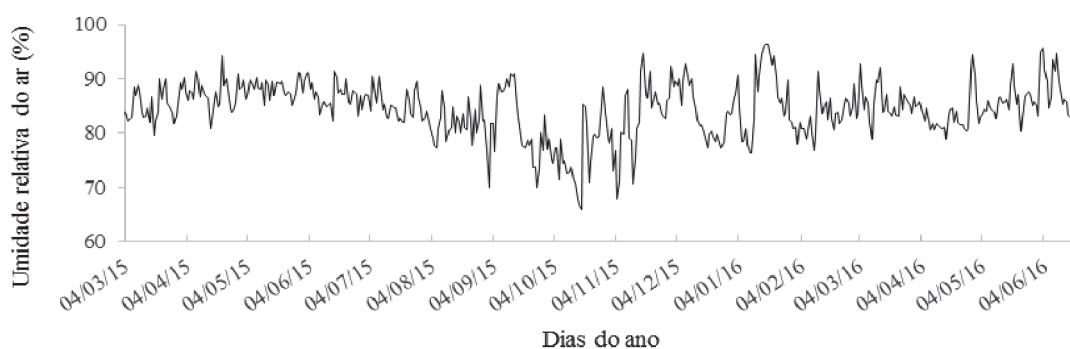


Figura 17. Variação diária da umidade relativa média do ar durante o período experimental.

Verifica-se, na Figura 17, que ocorreu uma maior variação da umidade nos meses de setembro de 2015 a fevereiro de 2016, período esse que apresentou o menor valor de umidade relativa do ar durante o experimento – 65,9%. O valor médio da umidade relativa do ar, durante o experimento, foi de 84,4%.

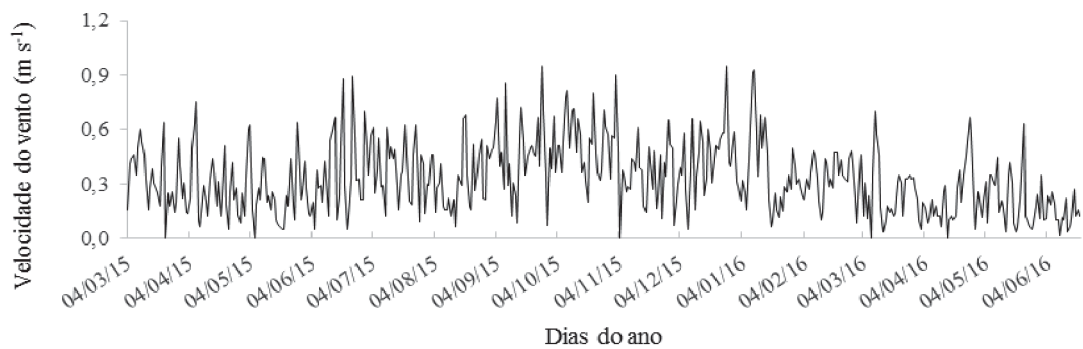


Figura 18. Variação da velocidade do vento média diária medida no período experimental, a 2 metros de altura.

Observa-se, na Figura 18, uma maior variabilidade e maiores valores da velocidade do vento no período entre julho de 2015 e janeiro de 2016. A velocidade média do vento, durante o período experimental, foi de $0,33 \text{ m s}^{-1}$, medida a 2 m de altura.

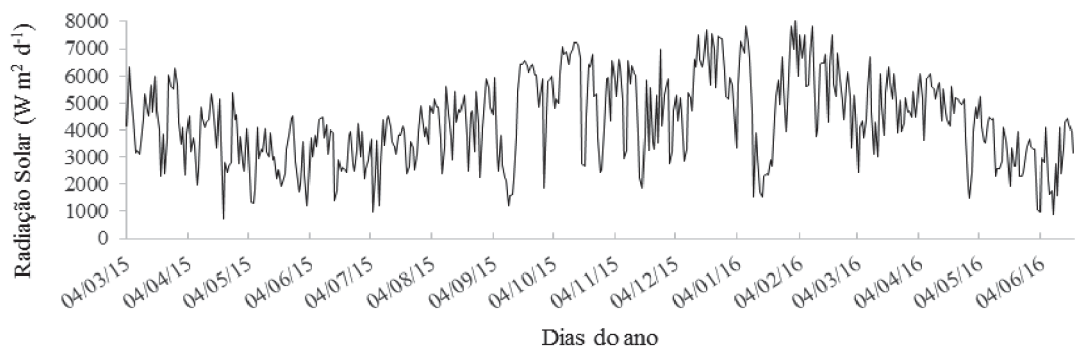


Figura 19. Variação dos valores de radiação solar diária durante o período experimental.

Na Figura 19, visualiza-se que a radiação solar apresentou menores valores a partir do mês de maio de cada ano. Os maiores valores, registrados entre o início da primavera (setembro de 2015) e o fim do verão (março de 2016), evidenciam a influencia da altura do sol – o ângulo de elevação do sol acima do horizonte – na quantidade de radiação que chega à superfície. Entre a primavera e o verão as alturas do sol vão aumentando, os dias ficando mais longos, e a radiação mais intensa. As maiores variações diárias dos valores de radiação também foram observadas neste período, fato atrelado à maior concentração de nuvens nesse período, interferindo diretamente na quantidade de radiação incidente na superfície.

O valor médio diário, durante o período experimental, foi de 4341,05 W m⁻². A máxima e a mínima radiação solar para o período analisado foi de 8107,0 e 753,0 W m⁻² d⁻¹, respectivamente.

Na figura abaixo, são apresentados os valores diários de precipitação, obtidos para o período experimental. O maior valor de precipitação foi de 117,0 mm, registrado para o dia 23 de março de 2015. A precipitação total, durante o experimento, foi de 1.430 mm. Durante boa parte do período experimental, registraram-se pequenos, ou quase nulos, valores de precipitação diários, fato esse que destaca a importância da irrigação no cultivo do maracujazeiro em Viçosa-MG.

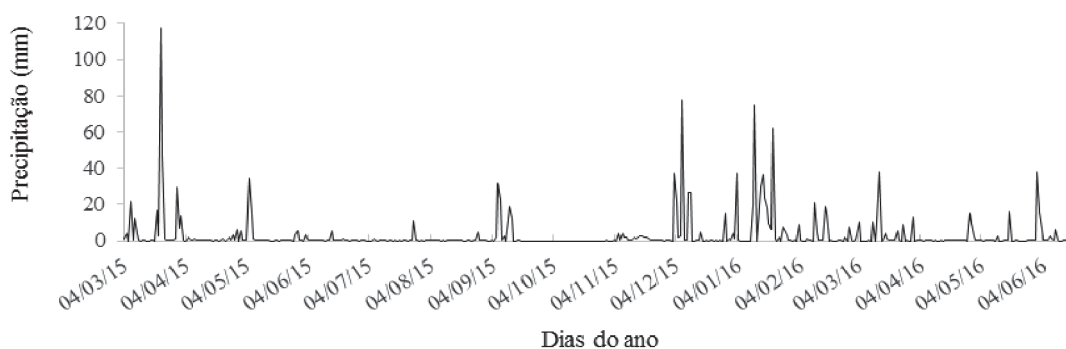


Figura 20. Variação diária dos valores de precipitação durante o período experimental.

4.2 Teor de flavonoides totais (F)

Após análise dos teores de flavonoides obtidos para cada tratamento, verificou-se que as variáveis independentes – lâmina de irrigação e dose de nitrogênio – apresentaram efeito linear sobre o teor de flavonoides. Tal afirmativa é confirmada observando-se a equação ajustada para os dados experimentais, como se segue:

$$\hat{F} = 10,8165 + 0,0796563 ** L + 0,0531819 ** D - 0,00034183 ** LxD \quad R^2=0,8059 \quad (30)$$

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

em que:

\hat{F} = teor de flavonoides, mg g⁻¹;

L = lâmina de irrigação, %ETc; e

D = dose de nitrogênio, kg ha⁻¹.

Estima-se, por meio da Equação 30, o teor máximo de flavonoides totais – 27,83 mg g⁻¹ – obtido nas folhas do maracujazeiro Pérola do Cerrado, com aplicação da lâmina de 40 %ETc e dose de 350 kg ha⁻¹ de N. Na Farmacopéia Brasileira (2010), verifica-se que o teor adequado de flavonoides totais na amostra vegetal, para que se tenha efeito terapêutico, é de 1%. O resultado obtido – 2,78% – é superior ao valor mínimo adequado, evidenciando o potencial terapêutico – associado aos flavonoides totais – presentes na folha do Pérola do Cerrado.

O teor mínimo – 14,0 mg g⁻¹ (também acima do mínimo adequado) – é estimado com a lâmina L1 (40 %ETc) dose D0 (ausência de nitrogênio), evidenciando a influência do N no teor de flavonoides totais das folhas do maracujazeiro Pérola do Cerrado. De fato, os metabólitos secundários representam uma interface química entre as plantas e o ambiente circundante; portanto, sua síntese é, frequentemente, afetada por condições ambientais (KUTCHAN, 2001).

Os flavonoides são produzidos através da via fenilpropanóide em plantas; e a enzima chave que catalisa a biossíntese é fenilalanina amônio-liase (PAL). A enzima PAL é uma ligação entre metabolismo primário e metabolismo secundário; e sua alta expressão é, frequentemente, encontrada em paralelo com altos níveis de flavonoides (LILLO et al., 2008). A PAL é de especial interesse em relação à nutrição por nitrogênio porque o libera a partir da fenilalanina, e, assim, torna-o disponível para redistribuição. Melin (1975) e Gleitz et al. (1991) detectaram que a síntese de flavonoides é diretamente proporcional à atividade enzimática da PAL, responsável pela regulação da biossíntese de compostos fenólicos.

Logo, pode-se inferir neste trabalho, que o maior fornecimento de N às plantas proporcionou um aumento do teor de flavonoides pelo fato do nitrogênio ser constituinte essencial da rota do metabolismo secundário das plantas. Assim, uma maior disponibilidade de N, para o maracujazeiro Pérola do Cerrado, favoreceu a síntese dos flavonóides.

Essa resposta do teor de flavonoides à disponibilidade de N é confirmada por outros autores, como Freitas et al. (2007), que obtiveram maiores concentrações de flavonoides nas folhas mais jovens do ramo do maracujazeiro amarelo, quando comparadas às folhas mais velhas. As folhas mais jovens possuíam maiores teores de nitrogênio que as folhas mais antigas, ressaltando a relação direta do N com o teor de flavonoides na folha. O máximo teor obtido pelos autores foi de 24,4 mg g⁻¹,

resultado semelhante ao obtido por esta pesquisa, haja vista que também foram coletadas as folhas novas para quantificação de flavonoides totais.

Caliman et al. (2016) verificaram um incremento nos teores de flavonoides em *Passiflora setacea* à medida que houve maior fornecimento de N para a cultura. Os autores obtiveram um teor máximo de 44,8 mg g⁻¹, no tratamento que recebeu a dose de 122,5 kg ha⁻¹ de N. Os autores utilizaram o Irrigâmetro para o manejo da irrigação, o que pode ter contribuído para a manutenção adequada da umidade do solo do pomar, favorecendo à absorção dos nutrientes presentes no solo, principalmente o N, pelas plantas. Resultados semelhantes foram obtidos por Albuquerque Junior (2013), que verificou o aumento do teor de rutina com maiores doses de N nas espécies *P. alata* e *P. actinia*.

Langenheim et al. (1986) estudando a influência da idade das folhas de *Copaifera langsdorffii* no teor de compostos fenólicos, verificaram um maior teor desses compostos em folhas mais novas. As folhas novas apresentaram 46% a mais de compostos fenólicos em relação a uma folha totalmente expandida. Tal diferença pode ser atribuída ao fato dos metabólitos secundários estarem relacionados ao mecanismo de defesa das plantas, logo, por serem menos resistentes a interações com o meio, o acúmulo desses metabólitos nas folhas jovens é maior. Nessas folhas, segundo os autores, foram verificados 36% a mais de N em relação às folhas mais velhas.

Lou e Baldwin (2004) avaliando o efeito do suprimento de nitrogênio na biossíntese de três metabólitos secundários (nicotina, tripsina e cafeoilputrecina), encontrados em plantas de *Nicotiana attenuata*, observaram que os teores de nicotina e tripsina foram maiores nas plantas bem supridas com N.

4.3 Número de frutos por planta (NFP)

Abaixo é apresentada a equação ajustada para a variável número de frutos por planta, bem como a significância de seus coeficientes e o coeficiente de determinação.

$$\hat{NFP} = -47,38195 + 3,055785^{**}L - 0,0162731^{**}L^2 \quad R^2 = 0,6056 \quad (31)$$

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

em que:

\hat{NFP} = número de frutos por planta; e

L = lâmina de irrigação, %ETc.

Por meio da Equação 31, percebe-se que não houve efeito das doses de adubação nitrogenada sobre a variável número de frutos por planta do maracujazeiro Pérola do Cerrado. Independentemente das doses aplicadas, essa variável sofreu influência apenas da lâmina de irrigação. Utilizando-se a equação descrita anteriormente, verifica-se que uma lâmina de 93,9 %ETc maximiza a produção de frutos por planta – aproximadamente 96.

Borges et al. (2003) – avaliando produtividade e qualidade de maracujá amarelo irrigado, adubado com nitrogênio e potássio – verificaram que o nitrogênio influenciou negativamente o número de frutos *in natura*. O tratamento no qual não houve aplicação de nitrogênio proporcionou uma produtividade de 178 frutos por planta; já a aplicação de 800 kg ha⁻¹ resultou em 151 frutos por planta. Como o espaçamento adotado pelos autores – 3,5 x 5,0 m – foi maior que o utilizado no presente trabalho – 2,0 x 1,0 –, pode-se ter favorecido a produção de frutos por plantas, haja vista que uma mesma planta possuía maior área “disponível” para crescimento dos ramos sobre o sistema de condução, sem que houvesse competição com a planta adjacente.

Segundo Carvalho et al. (2000), a provável causa do decréscimo no número de frutos, quando da aplicação excessiva de fertilizantes nitrogenados, é o fato de que, quando aplicado em períodos de florescimento, o N é alocado, preferencialmente, para crescimento vegetativo, resultando em excesso de folhagem e diminuição do número de flores.

4.4 Massa média do fruto (MMF)

Não houve efeito das lâminas de irrigação e doses de nitrogênio na massa média do fruto, sendo que os frutos apresentaram massa média de 50,5 g.

Segundo Venâncio et al. (2013), trabalhando com variação da adubação nitrogenada no maracujazeiro-amarelo, a massa dos frutos foi, significativamente,

influenciada pelas doses de N com valor máximo de 175,7 g, quando da dose de 86 kg ha⁻¹ de N.

Já Carvalho et al. (2000), avaliando adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro amarelo, verificaram que apenas a irrigação influenciou a massa média do fruto, obtendo-se um valor médio de 161 g fruto⁻¹, quando aplicada a lâmina de 89,8% da ET₀. Cabe ressaltar, porém, que os frutos do maracujazeiro amarelo são naturalmente maiores que os do Pérola do Cerrado, podendo atingir massas maiores.

4.5 Comprimento médio do fruto (CMF)

No presente trabalho não foi observado efeito das lâminas de irrigação e doses de nitrogênio no comprimento médio do fruto. O comprimento médio foi de 4,3 cm.

Carvalho et al. (2000) verificaram apenas a influência da lâmina de irrigação no comprimento dos frutos do maracujazeiro amarelo. Segundo os autores, a resposta dessa variável, ao aumento da lâmina de irrigação, foi quadrática. O comprimento máximo do fruto – aproximadamente 7,5 cm – foi obtido com a lâmina de 72,9 % da ET₀.

Venâncio et al. (2013) observaram a influência significativa da adubação nitrogenada sobre o comprimento dos frutos do maracujazeiro amarelo. A resposta do comprimento do fruto, ao aumento da dose de adubação nitrogenada, foi linear. Os autores verificaram que o maior comprimento do fruto – 9,16 cm – foi obtido com aplicação da dose de 210 kg ha⁻¹.

Cabe ressaltar que, de forma análoga ao abordado na massa média dos frutos, o fruto do maracujazeiro amarelo é naturalmente maior que o fruto do Pérola do Cerrado, fato que explica essa variação de tamanho.

4.6 Diâmetro equatorial do fruto (DEF)

Em relação ao diâmetro equatorial dos frutos, o comportamento é semelhante ao já abordado para a variável massa média do fruto (MMF) e comprimento médio do fruto (CMF), ou seja, dentre as lâminas de irrigação e doses de nitrogênio utilizadas, não houve efeito sobre o diâmetro do fruto. Os frutos apresentaram um diâmetro equatorial médio de 4,29 cm.

Esse resultado é semelhante ao observado por Lucas (2002), que não verificou efeito significativo das lâminas de irrigação sobre o diâmetro do fruto no maracujazeiro amarelo.

4.7 Diâmetro caulinar (DCA)

A equação que melhor ajustou-se aos dados obtidos para essa variável, as significâncias dos seus coeficientes e seu respectivo coeficiente de determinação são apresentados abaixo.

$$\hat{DCA} = 15,5159 + 0,112729^{**}L - 0,000623976^{**}L^2 \quad R^2 = 0,5197 \quad (32)$$

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

em que:

\hat{DCA} = diâmetro caulinar, cm; e

L = lâmina de irrigação, %ETc.

Não houve efeito das doses de adubação nitrogenada sobre o diâmetro caulinar do maracujazeiro Pérola do Cerrado. Independentemente das doses aplicadas, houve influência apenas da lâmina de irrigação. Verifica-se, por meio da Equação 30, que a lâmina de irrigação correspondente a 90,3 %ETc proporciona um maior valor de diâmetro caulinar – 20,6 cm. O aumento do diâmetro do caule do maracujá, atrelado ao fato de tratar-se de uma planta perene, pode auxiliar a sustentação da planta ao longo de seu desenvolvimento. Ademais, em um caule

maior pode-se ter o xilema e o floema mais desenvolvidos, contribuindo, assim, para um melhor transporte de seiva bruta e elaborada, respectivamente.

No que se refere à resposta do diâmetro caulinar em função do nitrogênio disponibilizado para a cultura, os resultados estão de acordo com Ripardo (2010), que avaliou o suprimento de N, por meio da adubação com NPK, no maracujazeiro “Roxinho do Kênia”, e não observou efeito no diâmetro caulinar da planta.

Quanto ao efeito significativo das lâminas de irrigação sobre o diâmetro do caule, Koetz (2006) – avaliando o efeito de lâminas de irrigação e doses de potássio dentro e fora de ambiente protegido, no desenvolvimento, produtividade e qualidade dos frutos do maracujazeiro amarelo – encontrou resultados diferentes ao presente trabalho.

4.8 Produtividade de frutos (PF)

A equação que melhor se ajustou aos dados obtidos para a variável PF em função das lâminas de irrigação e doses de nitrogênio, bem como a significância de seus coeficientes e seu respectivo coeficiente de determinação são apresentados abaixo.

$$\hat{PF} = -16,7350 + 0,758649 ** L - 0,00418573 ** L^2 + 0,0684781 ** D - 0,000161684 ** D^2 \quad (33)$$

$$R^2 = 0,8138$$

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

em que:

\hat{PF} = produtividade de frutos, ton ha⁻¹;

L = lâmina de irrigação, %ETc; e

D = dose de nitrogênio, kg ha⁻¹.

Verifica-se, na Equação 33, que tanto as lâminas de irrigação quanto as doses de nitrogênio influenciaram, significativamente, na produtividade de frutos neste experimento. Dentre as variáveis independentes, a lâmina de irrigação foi a que apresentou maior influência sobre a produtividade de frutos, haja vista que os coeficientes da variável lâmina (L), na equação acima, são maiores que os coeficientes da variável dose (D).

A produtividade máxima de frutos – 24,89 t ha⁻¹ – foi estimada com aplicação de uma lâmina de irrigação de 90,6 %ETc e dose de 211,76 kg ha⁻¹ de N (Equação 27).

Uma adubação desbalanceada, principalmente em nitrogênio e potássio – nutrientes mais absorvidos pela planta –, pode afetar negativamente a produtividade da cultura e a qualidade dos frutos (BORGES et al., 2003).

Resultado semelhante foi obtido por Borges et al. (2002), trabalhando com doses de NPK sobre a produtividade do maracujazeiro *Passiflora edulis*. Os autores verificaram que a produtividade máxima foi atingida com a dose de 244 kg ha⁻¹ de N, indicando uma demanda de N, pela planta, bem próxima à desta pesquisa, para obtenção da máxima produtividade.

Fontes (2005), avaliando a resposta da adubação nitrogenada de forma manual e por fertirrigação, no município de Travessão (Campos dos Goytacazes - RJ), quando foi aplicada a adubação nitrogenada manualmente, a resposta para a produtividade foi linear crescente, tendo uma produtividade máxima estimada de 15,61 ton ha⁻¹ com a aplicação de 642,86 kg ha⁻¹ de N. Ao comparar esses dados com os do presente estudo, nota-se que o Pérola do Cerrado, não somente apresentou uma maior produtividade, como também necessitou de um menor fornecimento de N para tal. A diferença das doses recomendadas para a máxima produtividade, nos dois trabalhos, é de 432,14 kg ha⁻¹, o que, atualmente, considerando o preço médio do saco de 50 kg de uréia – R\$ 99,00 –, equivale a uma economia de, aproximadamente, R\$ 1.900,00 por hectare.

Carvalho et al. (2000), estudando a influência da irrigação sobre a produtividade e peso médio dos frutos do maracujazeiro amarelo, em Campos de Goytacazes-RJ, encontraram uma produtividade máxima de 41.300 kg ha⁻¹, com aplicação da lâmina de irrigação correspondente a 75% da evapotranspiração estimada pelo método do tanque Classe A.

Damatto Junior et al. (2005) obtiveram uma produtividade máxima de 19,9 ton ha⁻¹, quando foi aplicada a dose de 100 kg ha⁻¹ no maracujazeiro-doce (*Passiflora alata* Dryand). Embora a dose recomendada pelos autores foi 52,7% menor que a dose recomendada neste estudo, ressalta-se que a forma pela qual o nitrogênio foi fornecido às plantas é diferente. Enquanto no estudo citado acima foi na forma de adubação orgânica – o que promoveu uma melhoria nas condições físicas e químicas

do solo, bem como auxiliou na manutenção da umidade do solo –, no presente estudo foi na forma de adubação mineral, limitando os benefícios descritos acima.

Há de se destacar, também, que a lâmina de irrigação que proporciona a maior produtividade – 90,6 %ETc –, é bem próxima às lâminas que maximizam o número de frutos por planta – 93,9 %ETc – e o diâmetro caulinar – 90,3 %ETc, Logo, evidencia-se que o aumento da produtividade do maracujazeiro Pérola do Cerrado está atrelado, principalmente, ao aumento do número de frutos por planta. O fato de não ter sido observado efeito significativo das lâminas de irrigação e doses de nitrogênio sobre os demais componentes de produção – comprimento e diâmetro médio do fruto e massa média do fruto – corroboram para tal afirmação.

4.9 Análise Econômica

Na Tabela 4, são apresentados os custos fixos operacionais (CFo), os custos variáveis operacionais (CVo), o custo variável operacional unitário (CVou_u) e o custo total operacional (CTo) de produção, por hectare, para as condições experimentais propostas por esta pesquisa.

Tabela 4. Custos por hectare, em reais, para cultivo do maracujazeiro Pérola do Cerrado irrigado por gotejamento, no período de 10/2014 a 06/2016, em Viçosa, MG.

Trat	CFo ¹	CVo ²	CTo ³	CVou ⁴
	R\$ ha ⁻¹			R\$ kg ⁻¹
L1D0	3.237,88	23.943,58	27.181,45	3,68
L1D1	3.387,88	24.497,17	27.885,05	1,97
L1D2	3.487,88	24.729,08	28.216,96	1,87
L1D3	3.587,88	24.797,58	28.385,45	2,43
L2D0	3.652,96	24.564,98	28.217,94	1,67
L2D1	3.802,96	25.314,99	29.117,94	1,01
L2D2	3.902,96	25.593,40	29.496,36	0,95
L2D3	4.002,96	25.649,49	29.652,45	1,08
L3D0	4.068,04	24.933,92	29.001,96	1,45
L3D1	4.218,04	25.511,02	29.729,06	1,08
L3D2	4.318,04	25.498,03	29.816,07	1,36
L3D3	4.418,04	25.659,70	30.077,74	1,43
L4D0	4.413,94	24.954,08	29.368,01	1,98
L4D1	4.563,94	24.703,83	29.267,77	1,42
L4D2	4.663,94	25.741,90	30.405,84	1,33
L4D3	4.763,94	25.808,32	30.572,26	1,58

1:CFo – custos fixos operacionais; 2:CVo – custo variável operacional; 3:CTo – custo total operacional; 4:CVou – custo variável operacional unitário; L1 – 40 %ETc; L2 – 70 %ETc; L3 – 100 %ETc; L4 – 130 %ETc; D0 – 0 kg ha⁻¹ de N; D1 – 150 kg ha⁻¹ de N; D2 – 250 kg ha⁻¹ de N; e D3 – 350 kg ha⁻¹ de N.

O custo fixo operacional sofreu influência das lâminas de irrigação e das doses de adubação nitrogenada (Tabela 4), no que se refere a mão de obra fixa responsável por realizar as irrigações e aplicar o nitrogênio na lavoura. Quanto maiores as lâminas e as doses aplicadas, maiores foram os gastos com mão de obra fixa. O maior valor foi obtido no tratamento L4D3 – R\$ 4.763,94 ha⁻¹ –, referente a aplicação da lâmina de 130% da ETc e dose de 350 kg ha⁻¹ de N e o menor valor – R\$ 3.237,8 ha⁻¹ –, obtido com aplicação da lâmina de 40% da ETc e ausência de aplicação de nitrogênio.

O custo fixo de mão de obra (CF_{MO}) referente à adubação foi diferente conforme as doses de nitrogênio aplicadas, sendo maior para aplicação da dose D3 (350 kg ha⁻¹ de N) – R\$ 350,00 ha⁻¹ – e nulo para a dose D0. Já o custo fixo de mão de obra referente à irrigação variou conforme as lâminas aplicadas, sendo menor para aplicação da lâmina L1 (40%ETc) – R\$ 331,00 ha⁻¹ – e maior para a aplicação da lâmina L4 (130% ETc) – R\$ 1035,67 ha⁻¹.

O custo fixo de mão de obra (CF_{MO}) para manutenção da lavoura (exceto para irrigação e adubação nitrogenada) no período experimental – R\$ 1.650,00 ha⁻¹ – e do CMCR – R\$ 1034,44 –, não sofrem alteração com aplicação das lâminas, tampouco com as doses.

Seguindo o mesmo comportamento do custo fixo operacional, o custo variável operacional (Tabela 4) foi menor para o tratamento L1D0 – R\$ 23.943,58 ha⁻¹ – e maior para o tratamento L4D3 – R\$ 25.808,32 ha⁻¹. Tal fato deu-se, principalmente, pelo custo com energia elétrica aumentar devido ao maior tempo de funcionamento do sistema de irrigação para aplicação das maiores lâminas; pelo custo de aquisição de insumos nitrogenados para aplicação das maiores doses; e pela mão de obra variável contratada para realizar a colheita, proporcional à produtividade.

Nota-se, na Tabela 4, que o custo total operacional de produção de frutos no maracujazeiro Pérola do Cerrado, para as condições experimentais, foi maior quando aplicou-se a maior lâmina de irrigação (L4), combinada com a maior dose de nitrogênio (D3), resultando em um custo de R\$ 30.572,26 ha⁻¹. O menor custo – R\$ 27.181,45 ha⁻¹ –, em contrapartida, foi obtido aplicando-se a menor lâmina de irrigação (L1), na ausência de adubação nitrogenada.

Nota-se, por meio da Tabela 4, que o custo variável operacional unitário, ou seja, o custo variável operacional necessário para produzir 1kg do maracujá Pérola

do Cerrado é maior – R\$ 3,68 kg⁻¹ – no tratamento L1D0, devido, principalmente, à baixa produtividade obtida nesse tratamento – 6.508,89 kg ha⁻¹. O menor CVou – R\$ 0,95 kg⁻¹, foi obtido no tratamento L2D2, referente à aplicação da lâmina de 70% ETc e 250 kg ha⁻¹ de N.

Como o custo unitário é inversamente proporcional à quantidade produzida e, por meio da aplicação do tratamento L2D2 obtivemos a maior produtividade neste estudo – 27.014,07 kg ha⁻¹, o custo unitário foi 74,2% menor do que no tratamento L1D0.

4.9.1 Sob a ótica da renda e do custo

O estudo da rentabilidade do cultivo do maracujazeiro Pérola do Cerrado, irrigado por gotejamento, sob a ótica da renda e do custo, foi analisado por meio dos indicadores econômicos: receita bruta, receita líquida, ponto de equilíbrio e índice de lucratividade, e estão expostos na Tabela 5.

Tabela 5. Indicadores econômicos da rentabilidade do maracujazeiro Pérola do Cerrado, irrigado com quatro lâminas de irrigação e quatro doses de nitrogênio, no período de 10/2014 a 10/2016, em Viçosa, MG.

Trat.	PM ¹ (kg ha ⁻¹)	Pv ² (R\$ kg ⁻¹)	RB ³ (R\$ ha ⁻¹)	PEo ⁴ (kg ha ⁻¹)	RLo ⁵ (R\$ ha ⁻¹)	IL ⁶ (%)
L1D0	6.508,9	5,00	32.544,50	2.450,32	5.363,05	16,48
L1D1	12.411,1	5,00	62.055,50	1.119,52	34.170,45	55,06
L1D2	13.191,1	5,00	65.955,50	1.116,01	37.738,54	57,22
L1D3	10.212,2	5,00	51.061,00	1.395,10	22.675,55	44,41
L2D0	14.744,4	5,00	73.722,00	1.095,69	45.504,06	61,72
L2D1	25.164,4	5,00	125.822,00	952,16	96.704,06	76,86
L2D2	27.014,1	5,00	135.070,50	963,08	105.574,14	78,16
L2D3	23.750,0	5,00	118.750,00	1.021,16	89.097,55	75,03
L3D0	17.172,6	5,00	85.863,00	1.146,56	56.861,04	66,22
L3D1	23.615,6	5,00	118.078,00	1.076,10	88.348,94	74,82
L3D2	18.762,2	5,00	93.811,00	1.185,95	63.994,93	68,22
L3D3	17.926,7	5,00	89.633,50	1.238,02	59.555,76	66,44
L4D0	12.587,8	5,00	62.939,00	1.462,73	33.570,99	53,34
L4D1	17.344,4	5,00	86.722,00	1.276,38	57.454,23	66,25
L4D2	19.323,3	5,00	96.616,50	1.271,58	66.210,66	68,53
L4D3	16.296,7	5,00	81.483,50	1.394,45	50.911,24	62,48

1: PM – produtividade do maracujazeiro; 2: Pv – preço de venda do produto; 3: RB – receita bruta; 4: PEo – ponto de equilíbrio operacional; 5: RLo – receita líquida operacional; 6: IL – índice de lucratividade; L1 – 40% ETc; L2 – 70% ETc; L3 – 100%ETc; L4 – 130% ETc; D0 – 0 kg ha⁻¹ de N; D1 – 150 kg ha⁻¹ de N; D2 – 250 kg ha⁻¹ de N; e D3 – 350 kg ha⁻¹ de N.

A receita bruta (RB) foi obtida como o produto da multiplicação da produtividade de frutos pelo preço unitário do maracujazeiro Pérola do Cerrado. Após pesquisa de mercado e consulta aos pesquisadores da Embrapa Cerrados, considerou-se o preço médio de R\$ 5,00 kg⁻¹ para realização desta análise.

No tratamento em que houve a combinação da lâmina de 70% ETc com a dose de 250 kg ha⁻¹ de N, obtiveram-se os maiores valores de receita bruta – R\$ 135.070,50 ha⁻¹ –, receita líquida – R\$ 105.574,14 ha⁻¹ – e índice de lucratividade – 78,16%.

Vale ressaltar que, mesmo apresentando o menor custo total (Tabela 4) dentre os tratamentos avaliados, o tratamento L1D0 proporcionou os menores valores de receita bruta – R\$ 32.544,50 ha⁻¹ –, receita líquida – R\$ 5.363,05 ha⁻¹ –, e índice de lucratividade de 16,48%. Tal fato deve-se à baixa produtividade de frutos obtida nesse tratamento – 6.508,9 kg ha⁻¹.

Fixando-se as lâminas de irrigação, a dose D2 é a que proporciona os maiores valores de RLo para L1, L2 e L4. Nota-se, nesse caso, que o aumento da dose D2 para a dose D3 não proporciona um aumento de produtividade que compense o aumento no custo com adubação. Já para a lâmina L3, a melhor combinação deu-se com a dose D1.

Fixando-se as doses de nitrogênio, a lâmina L2 é a que proporciona os maiores valores de RLo para D1, D2 e D3. Somente para a dose D0 a melhor combinação deu-se com a lâmina L3. Observa-se, nesse caso, a importância no manejo adequado da irrigação, haja vista que a lâmina L2 corresponde a 70% ETc.

Ainda pela Tabela 5, percebe-se a variação entre os pontos de equilíbrio operacional (PEo) dos tratamentos. Esse ponto representa a quantidade de produto que deve ser produzido e comercializado para que as receitas se igualem aos custos operacionais. Nos dizeres de Horngren et al. (2004), esse é o ponto a partir do qual os custos operacionais incorridos na produção serão cobertos.

Assim, verificou-se que o ponto de equilíbrio operacional (PEo) do tratamento L1D0 foi o maior entre os tratamentos avaliados, haja vista a menor produtividade obtida nesse tratamento. Há a necessidade de se produzir, no mínimo, 2.450,32 kg ha⁻¹ para cobrir os custos operacionais de produção, dado o preço de mercado. Sendo que, para o menor ponto de equilíbrio observado (tratamento L2D1 – lâmina de 70% ETc e dose de 150 kg ha⁻¹ de N), os custos operacionais de

produção seriam cobertos desde que se obtivesse uma produtividade mínima de 952,16 kg ha⁻¹.

Essa análise é importante no sentido de identificar a produtividade mínima da cultura, mantidos o nível de preço de venda e os custos de produção, a partir da qual as receitas superam os custos operacionais de produção. Dentre todas as produtividades obtidas, nenhuma é menor que o valor máximo de P_{Eo} calculado neste experimento. Fato esse que comprova o bom rendimento do maracujazeiro Pérola do Cerrado nas condições edafoclimáticas de Viçosa.

O índice de lucratividade (IL) mostra a taxa disponível de receita da produção do maracujazeiro Pérola do Cerrado após o pagamento de todos os custos. Na Tabela 5, pode-se verificar que o menor valor – 16,48% – desse parâmetro foi obtido com o tratamento L1D0. A aplicação do tratamento L2D2 fornece o maior valor de IL – 78,16% –, mesmo não apresentando o menor custo total. Isso se deve à boa resposta da cultura a essa combinação de lâmina e dose, fato que ocasionou a maior produtividade no período experimental.

4.9.2 Sob a ótica da teoria de investimento

A análise de viabilidade econômica da produção de frutos do maracujazeiro Pérola do Cerrado, irrigado por gotejamento com diferentes lâminas de irrigação e variadas doses de nitrogênio, para as condições edafoclimáticas da região de Viçosa, MG, no período entre 2014 e 2028, foi efetuada com base nos fluxos líquidos de caixa esperados (exibidos no APÊNDICE A). Estes foram elaborados partindo-se de um investimento inicial de R\$ 34.481,33 ha⁻¹, referente à aquisição do sistema de irrigação por gotejamento e aquisição do sistema de condução do maracujazeiro, do tipo espaldeira vertical, por um horizonte temporal de 15 anos, a uma taxa de desconto igual a 5,3% ao ano. O valor residual foi considerado nulo, visto que o horizonte temporal do projeto e a vida útil do equipamento de irrigação coincidiram para esta análise.

Os resultados dos tratamentos com diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio, sobre a produção do maracujazeiro Pérola do Cerrado, na análise da viabilidade econômica, estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Indicadores de viabilidade econômica da produção do maracujazeiro Pérola do Cerrado, cultivado com diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio, no período de 10/2014 a 10/2016, em Viçosa, MG.

Trat.	VPL ¹ R\$ ha ⁻¹	TIR ² %	B/C ³
L1D0	93.404,20	28,31	1,52
L1D1	334.809,81	80,67	2,83
L1D2	364.153,17	86,56	2,96
L1D3	236.705,66	59,19	2,25
L2D0	432.574,26	101,44	3,37
L2D1	862.425,53	189,37	5,61
L2D2	936.385,30	203,51	5,92
L2D3	797.042,14	174,52	5,12
L3D0	529.505,59	121,08	3,83
L3D1	793.466,60	174,27	5,14
L3D2	587.832,21	131,77	4,02
L3D3	549.787,48	123,48	3,78
L4D0	334.637,32	79,89	2,76
L4D1	528.259,49	119,51	3,71
L4D2	607.610,93	135,17	4,06
L4D3	478.170,51	108,33	3,37

1: VPL – Valor presente líquido; 2: TIR – taxa interna de retorno; 3: B/C – relação benefício custo; L1 – 40% ETc; L2 – 70% ETc; L3 – 100% ETc; L4 – 130% ETc; D0 – 0 kg ha⁻¹ de N; D1 – 150 kg ha⁻¹ de N; D2 – 250 kg ha⁻¹ de N; e D3 – 350 kg ha⁻¹ de N.

Verifica-se, na Tabela 6, que, independente do tratamento utilizado, os indicadores apontam para um investimento viável, considerando as condições edafoclimáticas da região de Viçosa, MG.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 6, verifica-se que o menor valor do VPL, dentre os tratamentos utilizados, é o apresentado pelo tratamento L1D0 – R\$ 93.404,20 ha⁻¹. Assim, percebe-se que mesmo os menores valores de VPL sugerem bom retorno da atividade ao investidor. Ou seja, o produtor recuperaria seu capital, incrementando seu valor em um montante igual ao valor apresentado pelo VPL. Logo, em uma lavoura de 1 ha, conduzida utilizando-se a combinação de lâmina de irrigação e dose de nitrogênio representada pelo tratamento L1D0, nos 15 anos considerados, a “riqueza” do produtor seria acrescida de R\$ 93.404,20.

A maior TIR calculada nesta pesquisa foi de 203,51%, referente à utilização do tratamento L2D2, fato que assegura um maior retorno do capital investido nesse tratamento. Já a menor TIR foi de 28,31%, referente à adoção do tratamento L1D0 na propriedade. Comparando-se os valores da TIR com a taxa de desconto de 5,3% ao ano, nota-se que todos os tratamentos apresentam-se economicamente viáveis; logo, pode-se classificar o investimento na produção do maracujazeiro Pérola do Cerrado, em Viçosa, MG, como bastante atrativo.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições em que esta pesquisa foi desenvolvida, pode-se concluir, a respeito do cultivo do maracujazeiro Pérola do Cerrado, em Viçosa, MG, que:

- O teor de flavonoides totais nas folhas do maracujazeiro foi influenciado tanto pelas lâminas de irrigação, quanto pelas doses de nitrogênio. O teor máximo – 27,83 mg g⁻¹ – foi estimado com aplicação da lâmina de irrigação de 40 %ETc e da dose de 350 kg ha⁻¹ de N;
- O teor de flavonoides obtido nas folhas do maracujazeiro Pérola do Cerrado evidencia o potencial terapêutico dessa cultivar.
- O número de frutos por planta e o diâmetro caulinar foram influenciados somente pelas lâminas de irrigação;
- As variáveis massa média do fruto, comprimento médio do fruto e diâmetro equatorial do fruto não foram influenciadas pelas lâminas de irrigação e doses de nitrogênio;
- A produtividade máxima – aproximadamente 25 ton ha⁻¹ – foi estimada com aplicação da lâmina de irrigação de 90,6 %ETc e dose de 211,76 kg ha⁻¹ de N;
- O investimento na produção do maracujazeiro Pérola do Cerrado, irrigado por gotejamento, foi viável para todos os tratamentos testados.
- A maior rentabilidade foi obtida no tratamento L2D2 – correspondente à aplicação da lâmina de irrigação de 70 %ETc e da dose de 250 kg ha⁻¹ de N.

6. REFERÊNCIAS

- ABREU, N.A.A.; MENDONÇA, V.; FERREIRA, B.G.; TEIXEIRA, G.A.; SOUZA, H.A.; RAMOS, J.D. Crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) em substratos com utilização de superfosfato simples. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 6, p. 1117-1124, 2005.
- ALBUQUERQUE JUNIOR, C.L. **Propagação vegetativa, pH do solo e adubação nitrogenada no teor de flavonoides e produtividade de maracujazeiro**. 2013. 99 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2013.
- ALENCAR, C.A. **Consumo de água do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa* Deg.)**. 2000. 49 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2000.
- ALLEN, R.G. A Penman for all seasons. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v. 112, n. 4, p. 348-386, 1986.
- ALLEN, R.G. **REF-ET**: reference evapotranspiration calculator, version 2.1. Idaho: Idaho University, 2000. 82 p.
- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 310 p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALVES, L.R.A.A.; FELIPE, F.I.; OSAKI, M. Competitividade na produção de mandioca no estado de São Paulo com culturas concorrentes em área: safra 2005/2006. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 13., 2009, Botucatu. **Resumos...** Botucatu: UNESP, 2009. 1 CD-ROM.
- ANDERSON, R.F.; AMARASINGHE, C.; FISHER, L.J.; MAK, W.B.; PACKER, J.E. Reduction in free radical- induced DNA strand breaks and base damage through fast chemical repair by flavonoids. **Free Radic. Res.**, v. 33, n. 3, p. 91-103, 2000.
- ARÊDES, A.F. **Avaliação econômica da irrigação do cafeeiro em uma região tradicionalmente produtora**. 2006. 89 p. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2006.
- ARÊDES, A.F.; PEREIRA, M.W.G.; GOMES, M.F.M.; RUFINO, J.L.S. Análise econômica da irrigação na cultura do maracujá. **Revista de Economia da UEG**, Anápolis, GO, v. 5, n. 1, 2009.
- BALBACHAS, A. **As plantas curam**. 6.ed. São Paulo: Missionária, 1957. 432 p.
- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL – BNB. **Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste**: FNE 2014 - programação regional. Fortaleza, CE, 2014.
- BAUMGARTNER, J.G. Nutrição e adubação. In: RUGGIERO, C. (ed.). **Maracujá**. Ribeirão Preto: UNESP, 1987. p. 86-96.

BERNACCI, L.C.; MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D.; PASSOS, I.R.S. Espécies de maracujá: caracterização e conservação da biodiversidade. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (ed.). **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Embrapa Cerrados, 2005. p. 559-586.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 625 p.

BLONDEAU, J.P.; BERTIN, Y. Mineral deficiencies of passionfruit (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa*). 1. Total deficiencies in N, P, K, Ca and Mg. **Growth and symptoms. Fruits**, v. 33, p. 433-443, 1980.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 3.ed. São Paulo: Varela, 2001. p. 103-118.

BOKSTALLER, S.E.; SCHMIDT, P.C. A comparative study on the content of passionflower flavonoids and sesquiterpenes from valerian roots extracts in pharmaceutical preparations by HPLC. **Pharmazie**, v. 52, n. 7, p. 552-557, 1997.

BORGES, A.L.; CALDAS, R.C.; LIMA, A.A.; ALMEIDA, I.E. Efeito de doses de N P K sobre os teores de nas folhas e no solo, e na produtividade do maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 208-213, 2002.

BORGES, A.L.; RODRIGUES, M.G.V.; LIMA, A.A.; ALMEIDA, I.E.; CALDAS, R.C. Produtividade e qualidade de maracujá-amarelo irrigado, adubado com nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 259-262, 2003.

BORGES, A.L.; ROSA, R.C.C. Manejo da fertilidade do solo e nutrição mineral. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 269, p. 107-113, 2012.

BORGES, A.L.; SOUSA, V.F. Maracujá. In: BORGES, A.L.; COELHO, E.F. (org.). **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. 2.ed. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2009. p. 149-156.

BRAGA, M.F.; JUNQUEIRA, N.T.V. Uso potencial de outras espécies do gênero *Passiflora*. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 1, n. 206, p. 72-75, 2000.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. 6.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 226 p.

CALIMAN, M.A.; GIOVANELLI, L.B.; OLIVEIRA, R.A.; FONSECA, M.C.M.; SOUZA, C.S.; DÔRES, R.G.R.; CECON, P.R. Teor de flavonoides em função da dose de adubação nitrogenada em *Passiflora setacea* manejado com o irrigâmetro. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 24., Belo Horizonte, 2016. **Anais...** Belo Horizonte, MG, 2016.

CANÇADO JÚNIOR, F.L.; ESTANISLAU, M.L.L.; PAIVA, B.M. Aspectos econômicos da cultura do maracujá. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 206, p. 10-17, 2000.

CARDOSO SOBRINHO, J. **Simulação e avaliação de sistemas de secagem de café**. 2001. 120 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.

CARVALHO, A.J.C.; MARTINS, D.P.; MONNERAT, P.H.; BERNARDO, S. Adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro-amarelo. I. Produtividade e qualidade dos frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 6, p. 1101-1108, 2000.

CASTRO JUNIOR, W.L. **Análise técnico-econômica de tecnologias de manejo da irrigação na produção de feijão-caupi na região dos Cocais-MA**. 2012. 95 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS – CEMIG. **Valores de tarifas e serviços**. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/valores_de_tarifa_e_servicos.aspx>. Acesso em: 15 out. 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Metodologia de cálculo dos custos de produção agrícola**. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 15 out. 2016.

CONCEIÇÃO, A.O.; ARAÚJO, L.M. Maracujá: etnofarmacologia e ciência. In: PIRES, M.M.; SÃO JOSÉ, A.R.; CONCEIÇÃO, A.O. (org.). **Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade**. Ilhéus: Editus, 2011. p. 14.

CORRÊA, R.M.; PINTO, J.E.B.P.; REIS, E.S.; COSTA, L.C.B.; ALVES, P.B.; NICULAN, E.S.; BRANT, R.S. Adubação orgânica na produção de biomassa de plantas, teor e qualidade de óleo essencial de orégano (*Origanum vulgare* L.) em cultivo protegido. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v. 12, n. 1, p. 80-89, 2010.

COSTA, A.F.S.; COSTA, A.N.; VENTURA, J.A.; FANTON, C.J.; LIMA, I.M.; CAETANO, L.C.S.; SANTANA, E.N. **Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro**. Vitória: Incaper, 2008. 56 p. (Documentos, 162).

DAMATTO JÚNIOR, E.R.; LEONEL, S.; PEDROSO, C.J. Adubação orgânica na produção e qualidade de frutos de maracujá-doce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 1, p. 188-190, 2005.

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

DISILVESTRO, R.A. Flavonoids as antioxidants. In: WIDMAN REC. **Handbook of nutraceuticals and functional foods**. Boca Raton: CRC/Press LLC, 2001.

DUKE, J.A. **The green pharmacy**: herbal remedies for common diseases and conditions from the world's foremost authority on healing herbs. London: Rodale Press, 1997. 507 p.

DUKE, J.A. **Handbook of medicinal herbs**. 2.ed. Boca Raton: CRC Press, 2002. 870 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **A cultura do maracujá**. 1994. 76 p. (Coleção Plantar, 13).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Embrapa Cerrados. **Cultivar de maracujazeiro silvestre com quádrupla aptidão**: consumo in natura, processamento industrial, ornamental e funcional (BRS PC). Brasília, DF, 2015a. (Folder técnico). Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/publico/usuarios/uploads/lancamentoperola/folderperola2015.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Embrapa Cerrados. **Propriedades e usos da *Passiflora setacea* (BRS PC)**. Brasília, DF, 2015b. (Folder técnico). Disponível em: <[http://www.cpac.embrapa.br/publico/usuarios/uploads/lancamentoperola/propriedadeseusos\(1\).pdf](http://www.cpac.embrapa.br/publico/usuarios/uploads/lancamentoperola/propriedadeseusos(1).pdf)>. Acesso em: 15 out. 2016.

ERLUND, I. Review of the flavonoids quercetin, hesperetin, and naringenin. Dietary sources, bioactivities, bioavailability, and epidemiology. **Nutrition Research**, v. 24, p. 851-874, 2004.

ESPÍNDULA NETO, D. **Resposta do mamoeiro a diferentes lâminas de irrigação, sistemas de microaspersão e manejo do solo utilizados na região norte do Espírito Santo**. 2007. 133 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

FARMACOPÉIA BRASILEIRA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: **Anvisa**, 2010. 546p.

FIANDER, H.; SCHINEIDER, H. Dietary ortho phenols that induce glutathione S-transferase and increase the resistance of cells to hydrogen peroxide are potential cancer chemopreventives that act by two mechanisms: the alleviation of oxidative stress and the detoxification of mutagenic xenobiotics. **Cancer Lett.**, v. 156, p. 17-24, 2000.

FISCHER, I.H. **Seleção de plantas resistentes e de fungicidas para o controle da “morte prematura” do maracujazeiro, causada por *Nectria hematococca* e *Phytophthora parasítica***. 2003. 48 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2003.

FONTES, P.S.F. **Eficiência da fertirrigação com nitrogênio e avaliação do estado nutricional do maracujazeiro amarelo utilizando o DRIS**. 2005. 100 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2005.

FRANKE, A.E. **Avaliação econômica da irrigação, sob condições de risco, nas condições edafoclimáticas do Planalto Médio de Missões, RS.** 1996. 116 p. Tese (Doutorado em Pesquisas Hidráulicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1996.

FREITAS, A. **Estrutura de mercado do segmento de fitoterápicos no contexto atual da indústria farmacêutica brasileira.** Brasília: Ministério da Saúde, Núcleo Nacional de Economia da Saúde, 2007. 15 p.

FREITAS, M.S.M.; MONNERAT, P.H.; VIEIRA, I.J.C.; CARVALHO, A.J.C. Flavonóides e composição mineral de folhas de maracujazeiro amarelo em função da posição da folha no ramo. **Ciência Rural (UFSM. Impresso)**, Santa Maria, RS, v. 37, p. 1634-1639, 2007.

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.

FRIZZONE, J.A. **Análise de decisão econômica em irrigação.** Piracicaba: ESALQ/LER, 2005. 371 p.

FRIZZONE, J.A.; ANDRADE JÚNIOR, A.S. **Planejamento de irrigação: análise de decisão de investimento.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 626 p.

GARCIA, A.A. **Fitoterapia: vademécum de prescripción.** 3.ed. Barcelona: Masson, 2000. 1148 p.

GAZZONI, E.I. **Fluxo de caixa: ferramenta de controle financeiro para a pequena empresa.** 2003. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2003.

GIOVANELLI, L.B. **Estimativa da evapotranspiração de referência pelo irrigâmetro nas condições climáticas do sul do estado do Tocantins.** 2012. 57 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2012.

GITMAN, L.J. **Princípios de administração financeira.** 7.ed. São Paulo: Harbra, 1997.

GLEITZ, J.; SCHNITZLER, J.P.; STEIMLE, D.; SEITZ, H.U. Metabolic changes in carrot cells in response to simultaneous treatment with ultraviolet light and a fungal elicitor. **Planta**, v. 184, p. 362-367, 1991.

GLÓRIA, B.A.; VIEIRA, M.L.C.; DORNELAS, M.C. Anatomical studies of in vitro organogenesis induced in leaf-derived explants of passion fruit. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 11, 1999.

GONDIM, P.J.S. **Aplicação de cloreto de cálcio na conservação de maracujazeiro-amarelo sob refrigeração**. 2000. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2000.

GOTTSCHALL, C.S.; FLORES, A.W.; RIES, L.R.; ANTUNES, L.M. **Gestão e manejo para bovinocultura leiteira**. Guaíba: Pallotti, 2002. 182 p.

GRIEVE, M.; LEYEL, C.F. (ed.). **A modern herbal: the medicinal, culinary, cosmetic, and economic properties, cultivation, and folklore of herbs, grasses, fungi, shrubs, and trees with all their modern scientific uses**. New York: Dorset Press, 1994. 912 p.

GUIMARÃES, T.G.; DIANESE, A.C.; OLIVEIRA, C.M.; MADALENA, J.O.M.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; LIMA, H.C.; CAMPOS, G.A. **Recomendações técnicas para o cultivo de *Passiflora setacea* cv. BRS Pérola do Cerrado**. Planaltina, DF, 2013. 6 p. (Comunicado Técnico, 174).

HARBORNE, J.B. **The flavonoids: advances in research since 1986**. London: Chapman and Hall, 1993. 676 p.

HORNGREN, C.T.; FOSTER, G.; DATAR, S.M. **Contabilidade de custos**. 11.ed. São Paulo: Pearson-Prentice Hall, 2004. v. 1 e 2.

HUETT, D.O.; DETTMANN, E.B. Effect of nitrogen on growth, fruit quality and nutrient uptake of tomatoes grown in sand culture. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 28, n. 3, p. 391-399, 1988.

INGESTÃO DIÁRIA RECOMENDADA – IDR. Portaria SVS/MS nº 33, de 13 de janeiro de 1998. **Tabelas de Ingestão Diária Recomendada (IDR)**. Diário Oficial da União de 16 de janeiro de 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção agrícola municipal: banco de dados SIDRA**. 2015. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 out. 2016.

JOBIM, C.I.; MATTUELLA, J.; LOUZADA, J.A. Viabilidade econômica da irrigação do feijão no Planalto Médio do Rio Grande do Sul. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 6, n. 1, p. 5-15, 2009.

KIEHL, J.C. Comentário do artigo "Como evitar a perda do nitrogênio de adubos por volatilização". **Boletim Informativo**, v. 21, n. 3, p. 118-119, 1996.

KLAR, A.E. Irrigação na medida. **Cultivar Máquinas**, ano 1, n. 1, 2001.

KLIEMANN, H.J.; CAMPELO JÚNIOR, J.H.; AZEVEDO, J.A.; GUILHERME, M.R.; GENU, P.J.C. Nutrição mineral e adubação do maracujazeiro. In: HAAG, H.P. (ed.). **Nutrição mineral e adubação de fruteiras tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 247-284.

KOETZ, M. **Maracujazeiro-amarelo**: cultivo protegido e natural, irrigação e adubação potássica. 2006. 119 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2006.

KRUGER, A. **An illustrated guide to herbs**: their medicine and magic. London: Parkgate Books, 1992. 192 p.

KUTCHAN, T.M. Ecological Arsenal and Developmental Dispatcher. The Paradigm of Secondary Metabolism. **Plant Physiologists**, v. 125, n.1, p. 58-60, 2001.

LANGENHEIM, C.A.; MACEDO, C.A.; ROSS, M.K.; STUBBLEBINE, W.H. Leaf development in the tropical leguminous tree *Copaifera* in relation to microlepidopteran herbivory. **Biochemical Systematics and Ecology**, v. 14, p. 51-59, 1986.

LE MOS, R.; SANTOS, R. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 5.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100 p.

LILLO, C.; LEA, U.S.; RUOFF, P. Nutrient depletion as a key factor for manipulating gene expression and product formation in different branches of the flavonoid pathway. **Plant, Cell & Environment**, v. 31, p. 587-601, 2008.

LIMA, A.A. Aspectos fitotécnicos: desafios da pesquisa. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. **Maracujá**: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 643-677.

LOPES, M.A.; CARVALHO, F.M. Gestão na pecuária de corte: custo de produção e análise de rentabilidade. In: SIMPÓSIO PFIZER SOBRE REPRODUÇÃO, DOENÇAS INFECCIOSAS E VACINAS, 6, 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: PFIZER: 2003. p. 33-46.

LOU, Y.; BALDWIN, I.T. Nitrogen supply influences herbivore-induced direct and indirect defenses and transcriptional responses in *Nicotiana attenuata*. **Plant Physiology, American Society of Plant Biologists**, v. 135, p. 496-506, 2004.

LUCAS, A.A.T. **Resposta do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa* Deg) a lâminas de irrigação e doses de adubação potássica**. 2002. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2002.

MAGALHÃES, C.A. **Planejamento da empresa rural**: métodos de planejamento e processo de avaliação. Viçosa, MG: UFV, 1992. (Série Cadernos Didáticos, 313).

MAHADY, G.B.; PENDLAND, S.L.; STOIA, A.; HAMILL, F.A.; FABRICANT, D.; DIETZ, B.M.; CHADWICK, L.R. In vitro susceptibility of *Helicobacter pylori* to botanical extracts used traditionally for the treatment of gastrointestinal disorders. **Phytotherapy Research**, v. 19, n. 11, p. 988-991, 2005.

- MÄKELÄ, S.; POUTANEN, M.; KOSTIAN, M.L.; LEHTIMÄKI, N.; STRAUSS, L.; SANTTI, R.; VIHKO, R. Inhibition of 17 β -hydroxysteroid oxidoreductase by flavonoids in breast and prostate cancer cells. **Exp. Biol. Med. (Maywood)**, v. 217, p. 310-316, 1998.
- MALAVOLTA, E. **Nutrición y fertilización del maracujá**. Piracicaba: CENA, 1994. 52 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201 p.
- MANICA, I. **Fruticultura tropical: maracujá**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981. 151 p.
- MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 355 p.
- MARQUES, P.A.A. **Modelo computacional para determinação do risco econômico em culturas irrigadas**. 2005. 142 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2005.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889 p.
- MARTELETO, L.O. Nutrição e adubação. In: SÃO JOSÉ, A.R.; FERREIRA, F.R.; VAZ, R.L. (ed.). **A cultura do maracujá no Brasil**. Jaboticabal: Funep, 1991. p. 125-237.
- MARTIN, N.B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M.D.M.; ÂNGELO, J.A.; OKAWA, H. Sistema integrado de custos agropecuários - CUSTAGRI. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 7-28, 1998.
- MARTINS, D.P. **Resposta do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa* Deg) a lâminas de irrigação e doses de nitrogênio e potássio**. 1998. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologia) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacases, RJ, 1998.
- MARTINS, D.P.; CARVALHO, A.J.C.; BERNARDO, S.; MONNERAT, P.H. Produtividade do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa* Deg.) em função das lâminas totais de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Poços de Caldas, MG, 1998. v. 2, p. 214-216.
- MATOS, C.M. **Viabilidade e análise de risco de projetos de irrigação: estudo de caso do Projeto Jequitai (MG)**. 2002. 142 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002.
- MELETTI, L.M.M. **Maracujá: produção e comercialização em São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. 26 p. (Boletim Técnico, 158).

MELETTI, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 83-91, 2011.

MELETTI, L.M.M.; BRUCKNER, C.H. Melhoramento genético. In: BRUCKNER, C.H.; PICANÇO, M.C.; MANICA, I. (ed.). **Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p. 345-385.

MELETTI, L.M.M.; OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C. **Maracujá**. Jaboticabal: FUNEP, 2010. (Série Frutas Nativas, 6).

MELIN, D. Acides aminés libres, port et activité révolutive des rameaux du *Periploca graeca* L. Publisher Springer Berlin / Heidelberg. **Journal Planta**, v. 125, n. 2, p. 105-114, 1975.

MELO JÚNIOR, H.B.; ALVES, P.R.B.; MELO, B.; DUARTE, I.N.; TEIXEIRA, L.M. Produção do maracujazeiro amarelo sob diferentes sistemas de condução. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 15, 2012.

MENDES, J.T.G. **Economia agrícola: princípios básicos e aplicações**. 2.ed. Curitiba, PR: ZNT, 1998. 458 p.

MENDONÇA, T.G.; LÍRIO, V.S.; MOURA, A.D.; REIS, B.C.; SILVEIRA, S.F.R. Avaliação da viabilidade econômica da produção de mamão em sistema convencional e de produção integrada de frutas. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 40, n. 4, 2009.

MENEZES, J.M.T.; OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C.; BANZATTO, D.A. Avaliação da taxa de pagamento de enxertos de maracujá-amarelo sobre espécies tolerantes à “morte prematura de plantas”. **Científica**, v. 22, n. 1, p. 95-104, 1994.

MENZEL, C.M.; SIMPSON, D.R.; DOWLING, A.J. Water relations in passion fruit: effect of moisture stress on growth, flowering and nutrient uptake. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, NL, v. 29, p. 239-349, 1986.

MENZEL, C.M.; HAYDON, G.E.; SIMPSON, D.R. Effect of nitrogen on growth and flowering of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *edulis* x *P. edulis* f. *flavicarpa*) in sand culture. **Journal of Horticultural Science**, v. 66, p. 689-702, 1991.

MIDDLETON, E.; KANDASWANI, C. Free radical scavenging and antioxidant activity of plant flavonoids. **Adv. Exp. Med. Biol.**, v. 366, p. 351-376, 1994.

MIKISICEK, R.J. Estrogenic flavonoids: structural requirements for biological activity, **Proc. Soc. Exp. Biol. Med.**, p. 44-50, 1995.

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

MONTANHER, A.B.P. **Estudo do mecanismo de ação dos extratos de *Passiflora edulis* variação *flavicarpa* Degener em modelos de inflamação aguda, em camundongos.** 2006. 134 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2006.

MOREIRA, C.P.S.; SILVA, C.G.; ALMEIDA, V.L. Propriedades químicas e medicinais do maracujá. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 269, p. 107-113, 2012.

MÜLLER, S.D. **Determinação de alcalóides e flavonóides através de CLAE e UV de extratos de *Passiflora alata* Curtis, Passifloraceae – Maracujá doce.** 2006. 91 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, SC, 2006.

NETO, A.V. **Avaliação da atividade antiúlcera e segurança de uso de *Passiflora setacea* D.C (Passifloraceae) e *Passiflora tenuifila* Killip (Passifloraceae).** 2015. 161 f. Tese (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2015.

NIELSEN, S.E.; YOUNG, J.F.; DANESHVAR, B.; LAURIDSEN, S.T.; KNUTHSEN, P.; SANDSTRÖM, B.; DRAGSTED, L.O. Effects of parsley intake on urinary apigenin excretion, blood antioxidant enzymes and biomarkers for oxidative stress in human subject. **Br. Journal Nutr.**, v. 81, p. 447-445, 1999.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica.** 2.ed. São Paulo: Atlas, 1987. 269 p.

OLIVEIRA, J.C.; NAKAMURA, K.; CENTURION, M.A.P.C.; RUGGIERO, C.; FERREIRA, F.R.; MAURO, A.O.; SACRAMENTO, C.K. Avaliação de passifloráceas quanto à morte prematura de plantas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13., 1994, Salvador. **Anais...** Salvador: SBF, 1994. v. 3, P. 827.

OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO, C. Espécies de Maracujá com potencial agrônomo. In: FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V.; BRAGA, M.F. (ed.). **Maracujá: germoplama e melhoramento genético.** Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2005. p. 141-158.

PAULA, M.S. **Diversidade genética e reação de *Passiflora* spp. a *Meloidogyne icognita* e a *Meloidogyne javanica*.** 2006. 110 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.

PAULA, A.L.T. **Tecnologia do irrigâmetro e da válvula intermitente para aspersor aplicada no perímetro irrigado do Jaíba.** 2009. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

PEREIRA C.A.M.; VILEGAS J.H.Y. Constituintes químicos e farmacologia do gênero *Passiflora* com ênfase a *P. alata*, *P. edulis* e *P. incarnata*: revisão da literatura. **Revista Brasileira de Medicina**, v. 3, p. 1-12, 2000.

PEREIRA, W.V.S.; VIEIRA, L.M.; NEVES, S.C.; RIBEIRO, L.M.; MERCADANTE-SIMÕES, M.O. Efeito do substrato na emergência e desenvolvimento inicial de *Passiflora setacea* D.C. In: CONGRESSO NACIONAL DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu, MG. **Anais...** Caxambu, MG, 2007.

PETRY, R.D.; SOUZA, K.C.B.; BASSANI, V.L.; PETROVICK, P.R.; GONZÁLEZ-ORTEGA, G. Doseamento do teor de flavonóides totais em extratos em extratos hidroalcóolicos de *Passiflora alata* Dryander (maracujá). **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 79, p. 7-10, 1998.

PONCIANO, N.J., SOUZA, P.M., GOLYNSKI, A. Avaliação econômica da produção de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f.) Na região norte do estado do rio de janeiro. **Revista Economia e Desenvolvimento**, n.18, p.16-32, 2006.

PRIMAVESI, A.C.P.A.; MALAVOLTA, E. Estudos sobre a nutrição mineral do maracujá amarelo. VII – Efeito dos micronutrientes no desenvolvimento e composição mineral das plantas. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, v. 37, n. 1, p. 537-553, 1980.

REIS, R.P. **Fundamentos de economia aplicada**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 96 p.

REIS, J.B.R.S.; COSTA, E.L.; OLIVEIRA, P.M.; VELLAME, L.M.; ELOI, W.M. Irrigação do maracujazeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 269, p. 107-113, 2012.

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A.D. **Análise econômica e social de projetos florestais**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 389 p.

RIGBY, D.; ALCON, F.; BURTON, M. Supply uncertainty and the economic value of irrigation water. **European Review of Agricultural Economics**, v. 37, n. 1, p. 97-117, 2010.

RIPARDO, A.K.S. **Doses de NPK no desenvolvimento, produtividade e qualidade de frutos do maracujazeiro ‘roxinho do kênia’**. 2010. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2010.

RUDNICKI, M. **Propriedades antioxidantes de extratos de *Passiflora alata* Dryander e de *Passiflora edulis* Sims**. 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2005.

RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A.R.; VOLPE, C.A.; OLIVEIRA, J.C.; DURIGAN, J.F.; BAUMGARTNER, J.G.; SILVA, J.R.W.; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M.E.; KAVATI, R.; PEREIRA, V.P. **Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1996. 64 p. (FRUPEX. Publicações Técnicas, 19).

SISTEMA PARA ANÁLISES ESTATÍSTICAS - **SAEG**. v. 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV – Viçosa/MG, 2007.

SANTOS, T.T.; SANTOS, M.F.; MENDONÇA, M.C.; SILVA JÚNIOR, C.D.; SILVA-MANN, R.; ARRIGONI-BLANK, M.F.; BLANK, A.F. Efeito do estresse hídrico na produção de massa foliar e teor de óleo essencial em sambacaitá (*Hyptis pectinata* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 44., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SOB, 2004. v. 22, p. 1-4.

SCAVONE, O.; PANIZZA, S. Aspectos botânicos e medicinais de plantas usadas como tranquilizante, destacando-se as nativas do Brasil. **Anais de Farmácia e Química de São Paulo**, v. 18, p. 185-197, 1978.

SCHEFFER, M.C. Roteiro para estudo de aspectos agronômicos das plantas medicinais selecionadas pela fitoterapia do SUS-PR/Cemepar. **SOB Informa**, v. 11, n. 1, p. 29-31, 1992.

SCIVITTARO, W.B.; OLIVEIRA, R.P.; MORALES, C.F.G.; RADMANN, E.B. Adubação nitrogenada na formação de porta-enxertos de limoeiro 'cravo' em tubetes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 131-135, 2004.

SEGUNDO FILHO, J. **Controles financeiros e fluxo de caixa**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. **Guia do empreendedor: fluxo de caixa e custos na pequena indústria**. 2008. Disponível em: <www.biblioteca.sebrae.com.br>. Acesso em: 22 ago. 2015.

SILVA, A.A.G. **Avaliação da eficiência de métodos da evapotranspiração de referência para o município de Parnaíba-PI**. 1989. 81 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 1989.

SILVA, E.C. **Como administrar o fluxo de caixa das empresas**. São Paulo: Atlas, 2005.

SILVA, F.C. (ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Rio de Janeiro: Embrapa Informação Tecnológica/Embrapa Solos, 2009.

SILVA, M.L.; JACOVINE, L.A.G.; VALVERDE, S.R. **Economia florestal**. Viçosa, MG: UFV, 2002a. 178 p.

SILVA, S.R.S.; DEMUNER, A.J.; BARBOSA, L.C.A.; CASALI, V.W.D.; NASCIMENTO, E.A.; PINHEIRO, A.L. Efeito do estresse hídrico sobre características de crescimento e a produção de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 24, n. 5, p. 1363-1368, 2002b.

SILVA, M.L.O.; FARIA, M.A.; REIS, R.P.; SANTANA, M.J.; MATTIOLI, W. Viabilidade técnica e econômica do cultivo de safrinha do girassol irrigado na região de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 1, p. 200-205, 2007.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; MELLO, J.C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia, da planta ao medicamento**. 5.ed. Florianópolis: UFRGS, 2004. 1102 p.

SIMON, P.; KARNATZ, A. Effect of soil and air temperature on growth and flower formation of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 139, p. 120-128, 1983.

SIQUEIRA, D.L.; ESPOSTI, M.D.D.; NUNES, E.S.; VERGUTZ, L.; BRAZ, V.B.; CAIXETA, S.L. Produção de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) em recipientes e adubadas com doses de nitrogênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: SBF, 2002.

SOUSA, V.F. **Níveis de irrigação e doses de potássio aplicadas via fertirrigação por gotejamento no maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa* Deg.)**. 2000. 145 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2000.

SOUSA, V.F.; FOLEGATTI, M.V.; COELHO FILHO, M.A.; FRIZZONE, J.A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicadas por fertirrigação. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 51-56, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TRUEBA, G.P. Los flavonóides: antioxidantes o prooxidantes. **Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas [online]**, v. 22, n. 1, 2003.

URASHIMIA, A.S. **Aspectos fenológicos do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims. var. *flavicarpa* Den.)**. Botucatu: FCA-UNESP, 1985. 83 p.

VALE, S.M.L.R.; SILVA JUNIOR, A.G.; COSTA, F.A. **ERU 430 – Administração Rural**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 171 p.

VASCONCELOS, M.A.S.; CEREDA, C. O cultivo do maracujá doce. In: SÃO JOSÉ, A.R. (ed.). **Maracujá: produção e mercado**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1994. p. 71-83.

VENANCIO, J.B.; RODRIGUES, E.T.; SILVEIRA, M.V.; ARAÚJO, W.F.; CHAGAS, E.A.; CASTRO, A.M. Produção, qualidade dos frutos e teores de nitrogênio foliar em maracujazeiro-amarelo sob adubação nitrogenada. **Científica**, v. 41, n. 1, p. 11-20, 2013.

VILAS BOAS, R.C.; PEREIRA, G.M.; REIS, R.P.; LIMA JUNIOR, J.A.; CONSONI, R. Viabilidade econômica do uso do sistema de irrigação por gotejamento na cultura da cebola. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 781-788, 2011.

WENZEL, U.; KUNTZ, S.; BRENDEL, M.D.; DANIEL, H. Dietary flavone is a potent apoptosis inducer in human colon carcinoma cells. **Cancer Research**, v. 60, p. 3823-3831, 2000.

WOILER, S.; MATHIAS, W.F. **Projetos**: planejamento, elaboração e análise. São Paulo: Atlas, 1996. 294 p.

YOSHITAKE, M.; HOJI, M. **Gestão de tesouraria**. São Paulo: Atlas, 1997.

ZDANOWICZ, J.E. **Fluxo de caixa**: uma decisão de planejamento e controle financeiro. 10.ed. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2004.

ZUCARELLI, V. **Germinação de sementes de *Passiflora cincinnata* Mast.**: fases, luz, temperatura e reguladores vegetais. 2007. 111 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, 2007.

APÊNDICE A

Fluxos de Caixa esperados para o investimento na produção do maracujazeiro Pérola do Cerrado, irrigado por gotejamento e conduzido com diferentes lâminas de irrigação e doses de nitrogênio, nas condições edafoclimáticas da região de Viçosa, MG.

Há de se ressaltar, nesta análise, a renovação da lavoura a cada cinco anos, logo, nesse ano de renovação não tem-se receita bruta e o custo total aumenta devido a aquisição de novas mudas, preparo das mesmas para transplântio, mão de obra para confecção e preparo de novas covas, adubação de plantio, entre outras atividades inerentes ao primeiro ano da produção.

Tratamento L1D0. Lâmina de 40% da ETc e dose de 0 kg ha⁻¹ de N.

Descrição	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2028
A - Entrada									
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)		32.544,44	32.544,44	32.544,44	32.544,44	-	32.544,44	...	32.544,44
B - Saídas									
Investimento Irrigação + espaldeira (R\$ ha ⁻¹)	34.481,33	-	-	-	-		-	...	-
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	24.556,63	10.241,28	10.241,28	10.241,28	10.241,28	24.556,63	10.241,28	...	10.241,28
C - Fluxo Líquido (R\$ ha ⁻¹)	-59.037,97	22.303,16	22.303,16	22.303,16	22.303,16	-24556,6	22.303,16	...	22.303,16

Tratamento L1D1. Lâmina de 40% da ETc e dose de 150 kg ha⁻¹ de N.

Descrição	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2028
A - Entrada									
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)		62.055,56	62.055,5556	62.055,56	62.055,56	-	62.055,5556	...	62.055,56
B - Saídas									
Investimento Irrigação + espaldeira (R\$ ha ⁻¹)	34.481,33	-	-	-	-		-	...	-
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	25.003,63	10.688,28	10.688,2829	10.688,28	10.688,28	25.003,63	10.688,2829	...	10.688,28
C - Fluxo Líquido (R\$ ha ⁻¹)	-59.484,97	51.367,27	51.367,2727	51.367,27	51.367,27	-25.003,6	51.367,2727	...	51.367,27

Tratamento L1D2. Lâmina de 40% da ETc e dose de 250 kg ha⁻¹ de N.

Descrição	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2028
A - Entrada									
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)		65.955,56	65.955,56	65.955,56	65.955,56	-	65.955,56	...	65.955,56
B - Saídas									
Investimento Irrigação + espaldeira (R\$ ha ⁻¹)	34.481,33	-	-	-	-		-	...	-
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	25.301,63	10.986,28	10.986,28	10.986,28	10.986,28	25.301,63	10.986,28	...	10.986,28
C - Fluxo Líquido (R\$ ha ⁻¹)	-59.782,97	54.969,27	54.969,27	54.969,27	54.969,27	-25.301,63	54.969,27	...	54.969,27

Tratamento L1D3. Lâmina de 40% da ETc e dose de 350 kg ha⁻¹ de N.

Descrição	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2028
A - Entrada							.	...
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)		51.061,11	51.061,11	51.061,11	51.061,11	-	51.061,11	...	51.061,11
B - Saídas								...	
Investimento Irrigação + espaldeira (R\$ ha ⁻¹)	34.481,33	-	-	-	-		-	...	-
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	25.599,63	11.284,28	11.284,28	11.284,28	11.284,28	25.599,63	11.284,28	...	11.284,28
C - Fluxo Líquido (R\$ ha ⁻¹)	-60.080,97	39.776,83	39.776,83	39.776,83	39.776,83	-25.599,63	39.776,83	...	39.776,83

Tratamento L2D0. Lâmina de 70% da ETc e dose de 0 kg ha⁻¹ de N.

Descrição	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2028
A - Entrada							.	...
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)		73.722,22	73.722,22	73.722,22	73.722,22	-	73.722,22	...	73.722,22
B - Saídas								...	
Investimento Irrigação + espaldeira (R\$ ha ⁻¹)	34.481,33	-	-	-	-		-	...	-
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	24.962,89	10.647,54	10.647,54	10.647,54	10.647,54	24.962,89	10.647,54	...	10.647,54
C - Fluxo Líquido (R\$ ha ⁻¹)	-59.444,23	63.074,68	63.074,68	63.074,68	63.074,68	-24.962,89	63.074,68	...	63.074,68

Tratamento L2D1. Lâmina de 70% da ETc e dose de 150 kg ha⁻¹ de N.

Descrição	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2028
A - Entrada							.	...
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)		125.822,22	125.822,22	125.822,22	125.822,22	-	125.822,22	...	125.822,22
B - Saídas								...	
Investimento Irrigação + espaldeira (R\$ ha ⁻¹)	34.481,33	-	-	-	-		-	...	-
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	25.409,89	11.094,54	11.094,54	11.094,54	11.094,54	25.409,89	11.094,54	...	11.094,54
C - Fluxo Líquido (R\$ ha ⁻¹)	-59.891,23	114.727,68	114.727,68	114.727,68	114.727,68	-25.409,89	114.727,68	...	114.727,68

Tratamento L2D2. Lâmina de 70% da ETc e dose de 250 kg ha⁻¹ de N.

Descrição	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2028
A - Entrada							.	...
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)		135.070,37	135.070,37	135.070,37	135.070,37	-	135.070,37	...	135.070,37
B - Saídas								...	
Investimento Irrigação + espaldeira (R\$ ha ⁻¹)	34.481,33	-	-	-	-		-	...	-
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	25.707,89	11.392,54	11.392,54	11.392,54	11.392,54	25.707,89	11.392,54	...	11.392,54
C - Fluxo Líquido (R\$ ha ⁻¹)	-60.189,23	123.677,83	123.677,83	123.677,83	123.677,83	-25.707,89	123.677,83	...	123.677,83

Tratamento L2D3. Lâmina de 70% da ETc e dose de 350 kg ha⁻¹ de N.

Descrição	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2028
A - Entrada							.	...
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)		118.750,00	118.750,00	118.750,00	118.750,00	-	118.750,00	...	118.750,00
B - Saídas									
Investimento Irrigação + espaldeira (R\$ ha ⁻¹)	34.481,33	-	-	-	-		-	...	-
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	26.005,89	11.690,54	11.690,54	11.690,54	11.690,54	26.005,89	11.690,54	...	11.690,54
C - Fluxo Líquido (R\$ ha ⁻¹)	-60.487,23	107.059,46	107.059,46	107.059,46	107.059,46	-26.005,89	107.059,46	...	107.059,46

Tratamento L3D0. Lâmina de 100% da ETc e dose de 0 kg ha⁻¹ de N.

Descrição	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2028
A - Entrada							.	...
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)		85.862,96	85.862,96	85.862,96	85.862,96	-	85.862,96	...	85.862,96
B - Saídas									
Investimento Irrigação + espaldeira (R\$ ha ⁻¹)	34.481,33	-	-	-	-		-	...	-
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	25.369,15	11.053,80	11.053,80	11.053,80	11.053,80	25.369,15	11.053,80	...	11.053,80
C - Fluxo Líquido (R\$ ha ⁻¹)	-59.850,49	74.809,16	74.809,16	74.809,16	74.809,16	-25.369,15	74.809,16	...	74.809,16

Tratamento L3D1. Lâmina de 100% da ETc e dose de 150 kg ha⁻¹ de N.

Descrição	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2028
A - Entrada							.	...
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)		118.077,78	118.077,78	118.077,78	118.077,78	-	118.077,78	...	118.077,78
B - Saídas									
Investimento Irrigação + espaldeira (R\$ ha ⁻¹)	34.481,33	-	-	-	-		-	...	-
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	25.816,15	11.500,80	11.500,80	11.500,80	11.500,80	25.816,15	11.500,80	...	11.500,80
C - Fluxo Líquido (R\$ ha ⁻¹)	-60.297,49	106.576,98	106.576,98	106.576,98	106.576,98	-25.816,15	106.576,98	...	106.576,98

Tratamento L3.D2 - Lâmina de 100% da ETc e dose de 250 kg ha⁻¹ de N.

Descrição	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2028
A - Entrada							.	...
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)		93.811,11	93.811,11	93.811,11	93.811,11	-	93.811,11	...	93.811,11
B - Saídas									
Investimento Irrigação + espaldeira (R\$ ha ⁻¹)	34.481,33	-	-	-	-		-	...	-
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	26.114,15	11.798,80	11.798,80	11.798,80	11.798,80	26.114,15	11.798,80	...	11.798,80
C - Fluxo Líquido (R\$ ha ⁻¹)	-60.595,49	82.012,31	82.012,31	82.012,31	82.012,31	-26.114,15	82.012,31	...	82.012,31

Tratamento L3D3. Lâmina de 100% da ETc e dose de 350 kg ha⁻¹ de N.

Descrição	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2028
A - Entrada							.	...
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)		89.633,33	89.633,33	89.633,33	89.633,33	-	89.633,33	...	89.633,33
B - Saídas								...	
Investimento Irrigação + espaldeira (R\$ ha ⁻¹)	34.481,33	-	-	-	-		-	...	-
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	26.412,15	12.096,80	12.096,80	12.096,80	12.096,80	26.412,15	12.096,80	...	12.096,80
C - Fluxo Líquido (R\$ ha ⁻¹)	-60.893,49	77.536,53	77.536,53	77.536,53	77.536,53	-26.412,15	77.536,53	...	77.536,53

Tratamento L4D0. Lâmina de 130% da ETc e dose de 0 kg ha⁻¹ de N.

Descrição	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2028
A - Entrada							.	...
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)		62.938,89	62.938,89	62.938,89	62.938,89	-	62.938,89	...	62.938,89
B - Saídas								...	
Investimento Irrigação + espaldeira (R\$ ha ⁻¹)	34.481,33	-	-	-	-		-	...	-
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	25.707,70	11.392,35	11.392,35	11.392,35	11.392,35	25.707,70	11.392,35	...	11.392,35
C - Fluxo Líquido (R\$ ha ⁻¹)	-60.189,04	51.546,54	51.546,54	51.546,54	51.546,54	-25.707,70	51.546,54	...	51.546,54

Tratamento L4D1. Lâmina de 130% da ETc e dose de 150 kg ha⁻¹ de N.

Descrição	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2028
A - Entrada							.	...
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)		86.722,22	86.722,22	86.722,22	86.722,22	-	86.722,22	...	86.722,22
B - Saídas								...	
Investimento Irrigação + espaldeira (R\$ ha ⁻¹)	34.481,33	-	-	-	-		-	...	-
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	26.154,70	11.839,35	11.839,35	11.839,35	11.839,35	26.154,70	11.839,35	...	11.839,35
C - Fluxo Líquido (R\$ ha ⁻¹)	-60.636,04	74.882,87	74.882,87	74.882,87	74.882,87	-26.154,70	74.882,87	...	74.882,87

Tratamento L4D2. Lâmina de 130% da ETc e dose de 250 kg ha⁻¹ de N.

Descrição	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2028
A - Entrada							.	...
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)		96.616,67	96.616,67	96.616,67	96.616,67	-	96.616,67	...	96.616,67
B - Saídas								...	
Investimento Irrigação + espaldeira (R\$ ha ⁻¹)	34.481,33	-	-	-	-		-	...	-
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	26.452,70	12.137,35	12.137,35	12.137,35	12.137,35	26.452,70	12.137,35	...	12.137,35
C - Fluxo Líquido (R\$ ha ⁻¹)	-60.934,04	84.479,32	84.479,32	84.479,32	84.479,32	-26.452,70	84.479,32	...	84.479,32

Tratamento L4D3. Lâmina de 130% da ETc e dose de 350 kg ha⁻¹ de N.

Descrição	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2028
A - Entrada							.	...
Receita bruta (R\$ ha ⁻¹)		81.483,33	81.483,33	81.483,33	81.483,33	-	81.483,33	...	81.483,33
B - Saídas								...	
Investimento Irrigação + espaldeira (R\$ ha ⁻¹)	34.481,33	-	-	-	-		-	...	-
Custo total (R\$ ha ⁻¹)	26.750,70	12.435,35	12.435,35	12.435,35	12.435,35	26.750,70	12.435,35	...	12.435,35
C - Fluxo Líquido (R\$ ha ⁻¹)	-61.232,04	69.047,98	69.047,98	69.047,98	69.047,98	-26.750,70	69.047,98	...	69.047,98