

DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DO MARACUJAZEIRO-AMARELO IRRIGADO SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO EM AMBIENTE PROTEGIDO E NATURAL

JACINTO DE A. CARVALHO¹, MARCIO KOETZ², ALEXANDRE M. G. DE SOUSA³,
KLEBER J. DE SOUZA⁴

RESUMO: A irrigação é uma prática que, além de aumentar a produtividade, pode proporcionar a obtenção de um produto com melhor qualidade. O cultivo do maracujazeiro em ambiente protegido não é uma atividade comum, sendo necessária a pesquisa sob esta condição, especialmente sobre a irrigação. Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito das diferentes tensões de água no solo sobre o comportamento da cultura em ambiente protegido e natural, na região de Lavras - MG. O experimento foi instalado em ambiente protegido e natural na área experimental da Engenharia - UFLA, com delineamento em blocos casualizados e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de quatro tensões de água no solo, preestabelecidas em 15; 30; 45 e 60 kPa, à profundidade de 0,20 m. Os resultados obtidos permitiram concluir que: a irrigação do maracujazeiro, sob tensões de até 60 kPa, tanto em ambiente protegido quanto em condições naturais de cultivo, não afetou, significativamente, a produções total, comercial e não comercial; o cultivo em ambiente protegido promoveu crescimento mais rápido das plantas (altura e diâmetro do caule) e, também, a antecipação da colheita em relação ao ambiente natural; a irrigação poderá ser realizada para tensão de água no solo de 60 kPa em ambiente protegido e natural sem comprometer a produtividade da cultura; a tensão de água no solo afetou o crescimento das plantas, entretanto não afetou o diâmetro do caule.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação, manejo de irrigação, ambiente protegido, *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.

YELLOW PASSION FRUIT DEVELOPMENT AND YIELD IRRIGATED UNDER DIFFERENT LEVELS OF IRRIGATION IN GREENHOUSE AND NATURAL CONDITIONS

ABSTRACT: Irrigation is a practice that can offer the possibility of a product with a better quality, and increase the productivity. The cultivation of passion fruit in greenhouse is not a common activity so it is necessary to research this condition, especially irrigation. The objective of this study was to evaluate the effect of different soil water tensions on the culture behavior in greenhouses and natural condition in the region of Lavras - Minas Gerais - Brazil. The experiment was conducted at the experimental area of the UFLA-Engineering Department in a randomized block design with four replications. Four soil water tensions were previously established, which consisted of treatments: 15, 30, 45 and 60 kPa, in a 0.20 m deep. It was concluded by the results obtained that: irrigation of passion fruit, under tensions of up to 60 kPa, both in greenhouse at in natural conditions of cultivation, did not affect the total, commercial and noncommercial productions; cultivation in greenhouses promoted a faster growth of the plants (height and stem diameter), and also anticipated the harvest when compared to the natural conditions; the irrigation can be performed for water tension of 60 kPa in soil, in greenhouses and natural conditions without compromising the crop productivity; the tension of water in the soil affects plant growth, however, did not affect the stem diameter.

KEYWORDS: irrigation, water management, greenhouses, *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.

¹ Prof. Associado III, Departamento de Engenharia, UFLA, Lavras - MG, Fone: (0XX35) 38291489, jacintoc@deg.ufla.br. Bolsista CNPq

² Prof. Adjunto I, ICAT-UFMT, Câmpus de Rondonópolis - MT, Fone: (0XX66) 3410.4098, marciokoetz@yahoo.com.br.

³ Eng^o Agrícola, Unidade Universitária de Ciências Exatas, UEG, Anápolis - GO, alexagricola1@yahoo.com.br.

⁴ Eng^o Agrícola, Assistência Técnica, Indústrias Machina Zaccaria, Limeira - SP, kleberhalwai@yahoo.com.br.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 25-8-2008

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 20-7-2010

INTRODUÇÃO

O Brasil, centro de origem de um grande número de espécies da família Passifloraceae, tem o maracujá-amarelo como o seu principal representante. Segundo o AGRIANUAL (2008), o Brasil produziu, em 2005, um total de 479.813 t em uma área de 35.820 ha, sendo o Estado da Bahia o maior produtor (139.910 t). Apesar de ser o principal produtor, a produtividade média nacional é de 13.395 kg ha⁻¹. No Brasil, o uso de ambiente protegido na exploração agrícola representa uma alternativa para a produção de frutas, cujas explorações em condições de ambiente natural poderiam ser inviáveis. O cultivo em ambiente protegido mostra-se viável pela possibilidade de controle dos fatores ambientais, podendo, assim, haver maior produtividade e produtos de melhor qualidade, produção em épocas de melhores preços, além de amenizar problemas relacionados a pragas e doenças.

Quanto à cultura do maracujazeiro-amarelo em ambiente protegido, existe a necessidade de informações sobre este tipo de exploração, uma vez que são poucos os trabalhos neste tipo de ambiente. Além disso, é justificado pela sua importância e pelos resultados obtidos na produção de outras culturas.

Algumas regiões do sul de Minas têm apresentado, nos últimos anos, expansão da área plantada com maracujá no campo, cuja produção, em sua maioria, é absorvida pelas indústrias de suco. A região apresenta clima favorável ao cultivo de maracujá-amarelo e localiza-se próximo a dois grandes centros consumidores (Belo Horizonte e São Paulo). Por esse motivo, alguns produtores da região estão começando a viabilizar técnicas que possibilitem maior produtividade e qualidade dos produtos.

As maiores limitações da cultura do maracujazeiro são climáticas (MARTIN & NAKASONE, 1970), sendo responsáveis por grandes variações no ciclo produtivo do maracujá em diferentes localidades e épocas do ano (VERAS, 1997). A produtividade do maracujazeiro é muito afetada pela radiação solar, temperatura e número de horas de brilho solar. Fatores como estresse hídrico e deficiências nutricionais, associados a dias curtos e baixas temperaturas do ar e do solo, restringem o crescimento e o potencial produtivo do maracujazeiro (SIMON & KARNATZ, 1983).

A maior parte das regiões produtoras de maracujá no Brasil ainda apresentam rendimento muito baixo em relação a outros países produtores, devido à falta de tecnologia adequada. Entre as técnicas culturais recomendadas, está o uso correto de irrigação (LOPES, 1995). O método de irrigação mais adequado para o maracujazeiro é o gotejamento, pois proporciona a aplicação de água e nutrientes próximos ao tronco 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 (RUGGIERO et al., 1996). Vários autores concordam com a necessidade de irrigação na cultura, nos períodos de baixa precipitação, principalmente na fase de florescimento e pegamento dos frutos, proporcionando a obtenção de um produto com melhor qualidade. Nesse caso, a irrigação poderá antecipar a produção, colocando frutos no mercado ainda no período de entressafra.

Dessa forma, teve-se o objetivo de avaliar o efeito de diferentes tensões da água no solo sobre o comportamento do maracujazeiro-amarelo cultivado em ambiente protegido e natural, na região de Lavras - MG, visando a definir critérios para o manejo da irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), sendo conduzido de janeiro de 2005 a março de 2006, correspondendo ao primeiro ciclo da cultura. As casas de vegetação apresentavam as dimensões de 5,80 m de largura e 15,30 m de comprimento, pé-direito de 2,5 m e altura total, no seu centro, igual a 4 m. Amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m para a determinação da curva característica de água no solo e análise química e física do solo (Tabelas 1 e

2 e Figura 1). O delineamento experimental utilizado em ambiente protegido e natural foi o de blocos casualizados (DBC), com quatro tratamentos e quatro repetições. Portanto, são experimentos independentes com a análise conjunta dos dois ambientes. O ambiente é considerado uma variável independente, pois é uma clara fonte de variação. Cada parcela dos experimentos foi constituída por duas plantas úteis. Os tratamentos foram as tensões da água no solo correspondentes a 15 kPa (L1), 30 kPa (L2), 45 kPa (L3) e 60 kPa (L4). Os dados obtidos foram analisados, estatisticamente, pela análise de variância (teste F), a 5% de significância.

TABELA 1. Caracterização química do solo em ambiente protegido (AP) e natural (AN): pH, matéria orgânica (M.O), macro e micronutrientes, soma de bases trocáveis (SB), capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (T) e índice de saturação por bases (V).
Chemical characterization of soil in greenhouse (AP) and natural conditions (NA): pH, organic matter (OM), macronutrients and micronutrients, sum of bases (SB), cation exchange capacity at pH 7.0 (T) and index of base saturation (V).

Ambiente	Sigla	Descrição	Unidade	Camadas	
				0 a 0,20 m	0,20 a 0,40 m
AP	pH	H ₂ O	-	6,0	5,8
AP	MO	Matéria orgânica	dag kg ⁻¹	1,9	1,9
AP	P	Fósforo	mg dm ⁻³	1,2	0,9
AP	K	Potássio	mg dm ⁻³	20	30
AP	Ca ²⁺	Cálcio	cmolc dm ⁻³	1,8	1,6
AP	Mg ²⁺	Magnésio	cmolc dm ⁻³	0,2	0,4
AP	H + Al	Ac. potencial	cmolc dm ⁻³	2,3	2,3
AP	SB	Soma bases	cmolc dm ⁻³	2,1	2,1
AP	T	CTC a pH 7,0	cmolc dm ⁻³	4,4	4,4
AP	V	Sat. bases	%	47,2	47,7
AN	pH	H ₂ O	-	5,9	6,0
AN	MO	Matéria orgânica	dag kg ⁻¹	2,6	2,5
AN	P	Fósforo	mg dm ⁻³	4,6	3,7
AN	K	Potássio	mg dm ⁻³	67	31
AN	Ca ²⁺	Cálcio	cmolc dm ⁻³	2,4	2,2
AN	Mg ²⁺	Magnésio	cmolc dm ⁻³	1,3	1,1
AN	H + Al	Ac. potencial	cmolc dm ⁻³	2,9	2,6
AN	SB	Soma bases	cmolc dm ⁻³	3,9	3,4
AN	T	CTC a pH 7,0	cmolc dm ⁻³	6,8	6,0
AN	V	Sat. bases	%	57,2	56,7
AP	B	Boro	mg dm ⁻³	0,1	0,1
AP	Cu	Cobre	mg dm ⁻³	5,6	5,9
AP	Fe	Ferro	mg dm ⁻³	29,1	31,5
AP	Mn	Manganês	mg dm ⁻³	26,6	23,8
AP	Zn	Zinco	mg dm ⁻³	1,7	1,4
AN	B	Boro	mg dm ⁻³	0,1	0,1
AN	Cu	Cobre	mg dm ⁻³	5,4	6,0
AN	Fe	Ferro	mg dm ⁻³	21,4	26,0
AN	Mn	Manganês	mg dm ⁻³	66,4	39,8
AN	Zn	Zinco	mg dm ⁻³	4,9	4,0

*Análise de solo realizada no DCS/UFLA.

TABELA 2. Valores de densidade global, teores de argila, silte e areia de amostras de solo em ambiente protegido e natural. **Values of global density, contents of clay, silt and sand of soils samples in greenhouse and natural conditions.**

Local	Camada m	Densidade do Solo kg dm ⁻³	Argila	Silte dag kg ⁻¹	Areia	Classe Textural
AP	0,00-0,20	0,97	70	23	7	Muito argilosa
AP	0,20-0,40	0,94	74	19	7	Muito argilosa
AN	0,00-0,20	0,93	47	44	9	Argilosa
AN	0,20-0,40	0,96	73	18	9	Muito argilosa

Na Figura 1, encontram-se as curvas de retenção de água, evidenciando que os valores de capacidade de campo (-10 kPa) estão bem próximos.

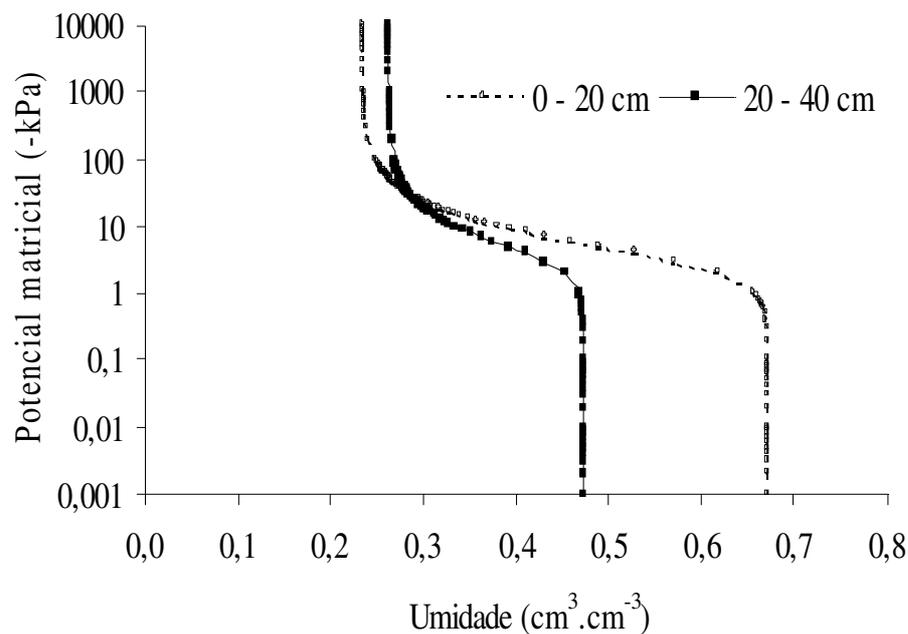


FIGURA 1. Curvas de retenção de água no solo para as duas camadas estudadas do Latossolo Vermelho distrófico típico. **Water retention curves in the soil for two studied layers in the Typical Dystrophic Red Oxisol.**

Os dados climáticos referentes ao período de condução da cultura foram obtidos na estação meteorológica pertencente à rede de plataforma de coleta de dados do INPE, localizada a aproximadamente 100 m da área experimental e por meio de medições em termo-higrômetro em ambiente protegido (Figuras 2 e 3).

Observa-se, na Figura 2, que os menores e maiores valores das temperaturas mínimas e máximas observadas em ambiente protegido foram, respectivamente, 8 °C e 22 °C, 18 °C e 38 °C. Já em ambiente natural, os menores e maiores valores das temperaturas mínimas e máximas foram respectivamente, 6,5 °C e 20 °C, 17 °C e 35 °C (Figura 3).

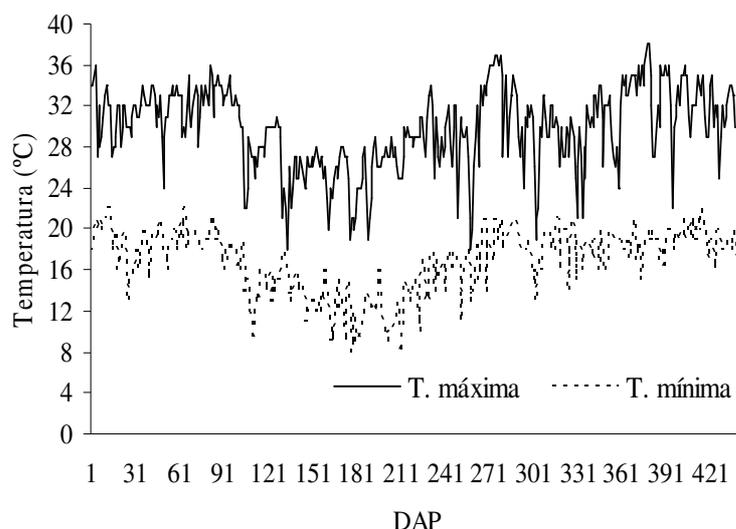


FIGURA 2. Temperaturas mínimas e máximas do ar durante o ciclo da cultura do maracujazeiro-amarelo em ambiente protegido. **Minimum and maximum air temperatures during the crop cycle of the yellow passion fruit in greenhouse.**

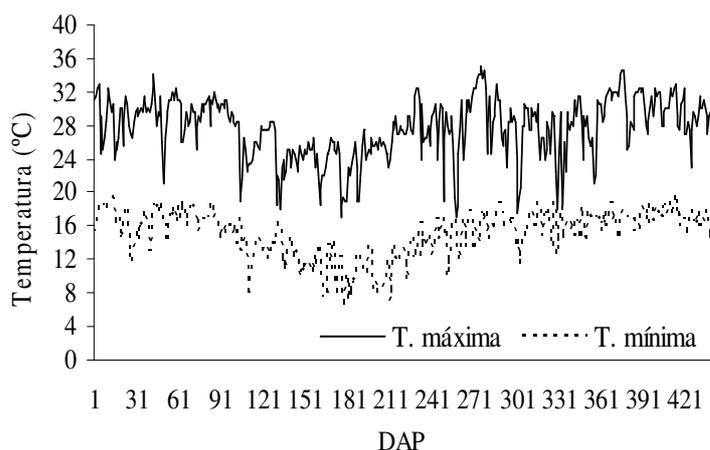


FIGURA 3. Temperaturas mínimas e máximas do ar durante o ciclo da cultura do maracujazeiro-amarelo em ambiente natural. **Minimum and maximum air temperatures during the crop cycle of the yellow passion fruit in normal conditions.**

Utilizou-se o sistema de irrigação por gotejamento, usando uma linha de irrigação com quatro gotejadores por planta ($2,3 \text{ L h}^{-1}$), distanciados 0,40 m entre si. Foram utilizados gotejadores do tipo botão, inseridos na linha, modelo Katif e autocompensante. A adubação de cobertura foi feita manualmente com a aplicação do fertilizante próximo aos gotejadores, uma vez que, neste local, o solo mantém-se úmido com maior frequência. O momento de irrigação foi definido pela tensão de da água no solo, medido em tensiômetros instalados a 0,15 m da planta e a 0,20 m de profundidade. Irrigava-se toda vez que a tensão medida a 0,20 m de profundidade atingia o valor mais próximo possível de 15 kPa, 30 kPa, 45 kPa e 60 kPa de cada tratamento, pois o sistema de irrigação não era automatizado. As leituras nos tensiômetros foram feitas pela manhã e à tarde. Para isso, foi instalada uma bateria de quatro tensiômetros de punção para as tensões de 15 kPa a 60 kPa, sendo um tensiômetro para cada repetição do tratamento, totalizando 16 tensiômetros em ambiente protegido e 16 tensiômetros em ambiente natural.

Utilizou-se, para o cálculo do volume de irrigação necessário a cada tratamento, um valor de porcentagem de área molhada (PW) de 50%, recomendado para a cultura do maracujazeiro e em função do tipo de solo (KELLER & BLIESNER, 1990). A profundidade efetiva do sistema radicular considerada nestes experimentos foi de 0,30 m. A quantidade de água aplicada na cultura do maracujazeiro foi determinada pela eq.(1):

$$V = (\theta_{cc} - \theta)(Az0,5) \quad (1)$$

em que,

V - volume, m³;

θ_{cc} - umidade na capacidade de campo, m³ m⁻³;

θ - umidade a base de volume, m³ m⁻³;

A - área total, m², e

z - profundidade efetiva do sistema radicular, m.

O tempo de irrigação em minutos foi calculado pela eq.(2):

$$T = \left(\frac{V60}{q} \right) \quad (2)$$

em que,

T - tempo de irrigação, min;

V - volume da planta irrigada, m³, e

q - vazão dos gotejadores por planta, m³ h⁻¹.

A umidade do solo foi determinada a partir das leituras do potencial mátrico da água no solo, medida por meio de tensiômetros e da curva de retenção, ajustada pelo modelo de GENUCHTEN (1980). Antes do início do experimento, avaliou-se a uniformidade de distribuição da água por meio do método proposto por KELLER & KARMELI (1975), obtendo-se um CUD igual a 96% em ambiente protegido e de 94% em repetição no campo.

As covas foram abertas no espaçamento de 2,0 x 1,75 m e nas dimensões 0,5 m x 0,5 m x 0,5 m, recebendo 5 L de esterco de galinha curtido como fonte de matéria orgânica, 1 kg de P₂O₅ na forma de superfosfato simples, 0,20 kg de calcário dolomítico, 0,004 kg de Zn na forma de sulfato de zinco, 0,001 kg de B na forma de ácido bórico e 0,0008 kg de Cu, tendo como fonte o sulfato de cobre.

As adubações de formação e de produção, com nitrogênio e potássio, seguiram a recomendação de QUAGGIO & PIZA JÚNIOR (1998) para uma produtividade esperada superior a 35 t ha⁻¹, sendo realizadas por meio de adubação por cobertura. Na fase de formação da cultura (até 90 dias após o transplantio), aplicaram-se três adubações na forma de ureia para o nitrogênio e cloreto de potássio para o potássio, sendo a primeira realizada 30 dias após o transplantio, com 0,01 kg de N planta⁻¹ e 0,01 kg de K₂O planta⁻¹; aos 60 dias, fez-se outra adubação em cobertura, utilizando 0,015 kg de N planta⁻¹ e 15 g de K₂O planta⁻¹, e aos 90 dias, a última adubação com 0,05 kg de N planta⁻¹ e 0,05 kg de K₂O planta⁻¹. No período de produção do maracujazeiro, indicado pelo início da abertura das flores, iniciou-se a adubação com o mesmo princípio químico da adubação de formação.

As adubações foram divididas em cinco aplicações, sendo a primeira realizada em 15-9-2005, a segunda em 20-10-2005, a terceira em 30-11-2005, a quarta em 15-1-2006 e a quinta em 11-3-2006, utilizando 0,0112 kg de N planta⁻¹ e 0,0336 kg de K₂O planta⁻¹ em cada aplicação. As mudas foram adquiridas em sacos plásticos e transplantadas no dia 13 de janeiro de 2005. Utilizou-se o maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg). Foram realizadas pulverizações com inseticidas e fungicidas para o controle de pragas e doenças sempre que ocorriam os sintomas de doenças e/ou pragas. Foram também realizadas pulverizações com micronutrientes à medida que os sintomas de deficiências eram observados. Assim como no campo,

em ambiente protegido também foi realizada a polinização manual. O experimento em ambiente natural foi idêntico ao do ambiente protegido para possibilitar a comparação entre os tratamentos. A colheita dos frutos em ambiente protegido foi iniciada em 28-6-2005 e estendeu-se até 13-9-2005 (78 DAT). Como foram poucos os frutos colhidos nesse período, foram realizadas colheitas semanalmente.

A colheita seguinte, em ambiente protegido, começou em 25-11-2005 e estendeu-se até março de 2006 (127 DAT). Nesse período, passou-se a colher a cada 3 dias, voltando à colheita semanal no mês de março. A colheita dos frutos em ambiente natural começou em 5-12-2005, estendendo-se até março de 2006 (117 DAT). As colheitas foram realizadas semanalmente, em dezembro de 2005.

Nos meses de janeiro e fevereiro de 2005, passou-se a colher a cada 3 dias, voltando à colheita semanal no mês de março. Durante o ciclo da cultura em ambiente protegido e natural, foram avaliados, além da produtividade, os parâmetros de crescimento do maracujazeiro (diâmetro de caule e altura de planta).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O manejo de água foi realizado de modo a aplicar quantidade de água uniforme para todos os tratamentos, no período de 13-1-2005 a 9-2-2005 (28 DAT), garantindo o pegamento das mudas no estabelecimento da cultura. A partir desta data, as quantidades d'água foram diferenciadas (Tabela 3) de acordo com os tratamentos estabelecidos, resultando na aplicação dos valores totais ($\text{mm planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) de 887; 877; 780 e 680 para os respectivos níveis de irrigação: L₁, L₂, L₃ e L₄ em ambiente protegido.

Em ambiente natural, os tratamentos estabelecidos resultaram na aplicação de lâminas totais ($\text{mm planta}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) de 357; 257; 255 e 193 para os respectivos níveis de irrigação: L₁, L₂, L₃ e L₄. Ainda na mesma tabela, podem ser observados os valores mensais de lâmina de água aplicada em ambiente protegido e natural, e os valores mensais de precipitação pluviométrica. Para o período de fevereiro de 2005 a março de 2006 (50 DAT), foram registrados 1.732 mm de precipitação. Todavia, apesar de a precipitação pluviométrica total estar acima da faixa ideal para a cultura, entre 1.350 e 1.600 mm (COELHO et al., 2000), as chuvas não foram bem distribuídas, principalmente no período de junho a agosto. FREITAS (2001) informa que, em condições de sequeiro, sem irrigação, o maracujazeiro pode ser cultivado comercialmente em regiões de precipitação anual variável de 800 a 1.700 mm, sendo que as chuvas devem ser bem distribuídas durante o período de emissão de flores e formação de frutos.

Os dados relativos às irrigações em ambiente protegido e natural aparecem na Tabela 4, mostrando que o número de irrigações é mais elevado tanto em ambiente protegido, como no campo, para uma tensão de 15,3 e 15,5 kPa, respectivamente, em virtude de corresponder a um menor valor de esgotamento da água disponível. Todavia, o número de irrigações é mais elevado em ambiente protegido, com 165 irrigações, enquanto no campo foram 64 irrigações. Isto se deve à ausência da contribuição pluviométrica em ambiente protegido. Quanto ao intervalo médio entre irrigações ou turno de rega, em ambiente protegido, verificou-se uma média de 2,5; 5,1; 6,8 e 8,3 dias entre uma irrigação e outra, respectivamente, para os tratamentos L₁, L₂, L₃ e L₄, com o maior intervalo correspondente a um maior esgotamento permissível de água disponível, ou seja, uma tensão média de 61,9 kPa.

TABELA 3. Valores de lâminas de água mensais e totais provenientes de precipitação pluviométrica (P) e aplicadas por meio da lâmina de irrigação (L). **Monthly and total values of water levels from rainfall (P) and applied by irrigation sheets (L).**

Meses	P mm	Lâmina (mm planta ⁻¹) - AP				Lâmina (mm planta ⁻¹) - AN			
		L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
jan.*	170,25	10,50	10,50	10,50	10,50	1,61	1,61	1,61	1,61
fev.**	39,75	8,21	8,21	8,21	8,21	1,05	1,05	1,05	1,05
fev.***	103,00	44,38	43,78	28,46	22,76	6,01	0,00	0,00	0,00
mar.	135,75	54,03	52,22	49,75	45,00	15,15	0,00	0,00	0,00
abr.	60,00	60,45	60,10	55,98	49,14	16,32	21,33	37,46	40,60
maio	81,75	55,08	54,32	52,85	52,10	10,26	11,19	12,99	13,65
jun.	4,75	58,25	57,75	56,25	48,21	27,83	21,15	25,23	14,11
jul.	31,75	53,95	53,36	51,98	48,48	35,53	22,35	26,08	27,83
ago.	9,75	66,02	65,84	63,78	62,68	55,55	43,05	38,51	41,79
set.	74,25	63,96	63,26	57,18	55,44	44,95	31,76	38,11	0,00
out.	91,00	97,91	95,88	83,96	62,08	60,94	55,08	50,99	41,32
nov.	189,5	84,64	83,03	68,80	54,21	15,98	10,52	0,00	0,00
dez.	254,75	65,12	64,75	52,06	49,14	17,29	0,00	0,00	0,00
jan.	136,5	67,45	67,32	63,49	48,15	34,88	30,66	26,00	0,00
fev.	250,00	52,36	52,06	49,58	40,95	16,57	10,92	0,00	14,14
mar.	270,25	63,82	63,49	46,55	41,88	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	1.902	906	896	799	699	360	260	258	196
P + L	-	-	-	-	-	2.262	2.162	2.160	2.098

*Valores de precipitação e lâminas de irrigação para o pagamento das mudas referente a 13-1-2005 a 31-1-2005; ** Valores de precipitação e lâminas de irrigação para o pagamento das mudas referente a 1-2-2005 a 9-2-2005; ***Valores de precipitação e lâminas de irrigação de 9-2-2005 a 28-2-2005.

TABELA 4. Parâmetros de irrigação obtidos do controle de água nos diferentes tratamentos em ambiente protegido e natural. **Irrigation parameters obtained from water control in different treatments in greenhouse and in natural conditions.**

Tratamentos	Tensão Média (kPa)	Número de Irrigações	Intervalo Médio Irrigação (dias)
L ₁ - Ambiente protegido	15,3	165	2,5
L ₂ - Ambiente protegido	30,6	80	5,1
L ₃ - Ambiente protegido	45,8	61	6,8
L ₄ - Ambiente protegido	61,9	49	8,3
L ₁ - Ambiente natural	15,5	64	5,5
L ₂ - Ambiente natural	29,5	24	13,7
L ₃ - Ambiente natural	44,9	20	15,6
L ₄ - Ambiente natural	62,7	14	24,8

Na Tabela 4, indica-se que havia uma tensão média, portanto a irrigação não era automatizada e feita por faixas. Em ambiente natural, quanto ao intervalo médio de irrigação, devido à contribuição de precipitações pluviométricas, observou-se uma média de 5,5; 13,7; 15,6 e 24,8 dias entre uma irrigação e outra, respectivamente, para os tratamentos L₁, L₂, L₃ e L₄, com o maior intervalo correspondente a uma tensão média de 62,7 kPa.

As medidas de altura das plantas foram realizadas aos 27; 42; 56; 72 e 87 dias após o transplântio das mudas (DAT). A análise de variância para altura de planta em ambiente protegido e natural revelou efeito significativo a 5 %, pelo teste F, para a tensão aos 42 DAT e aos 56 DAT na altura das plantas (Tabela 5). Isto pode ter ocorrido pelo fato de que, em ambiente protegido, as temperaturas máximas e mínimas foram superiores ao ambiente natural, ocasionando um crescimento mais acelerado das plantas quando comparado ao ambiente natural. Como a medição da altura das plantas foi realizada até a haste principal encontrar o fio de arame a 2,0 m de altura, verifica-se, que em ambiente protegido, aos 56 DAT, em média, as plantas já tinham alcançado o fio

de arame, enquanto em ambiente natural, somente aos 87 DAT, aproximadamente, as plantas alcançaram o fio de arame (Figura 4).

TABELA 5. Resumo da análise de variância para altura de planta em ambiente protegido e natural nos cinco períodos de avaliação. **Summary of the analysis of variance for plant height in greenhouse and normal conditions.**

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios				
		27 DAP	42 DAP	56 DAP	72 DAP	87 DAP
Bloco	6	146,6	249,0	153,9	193,8	51,3
Tensão	3	123,3	660,3*	495,9*	400,5	35,3
Ambiente	1	101.888,7	45.602	67.896,1	18.192,7	603,7
Ambiente*Tensão	3	82,0	479,7	219,7	213,5	18,1
Erro	18	81,6	215,7	150,0	263,8	90,9
Média (m)		0,49	0,95	1,55	1,82	2,02
C.V. (%)		18,20	15,41	7,86	8,90	4,70

*significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

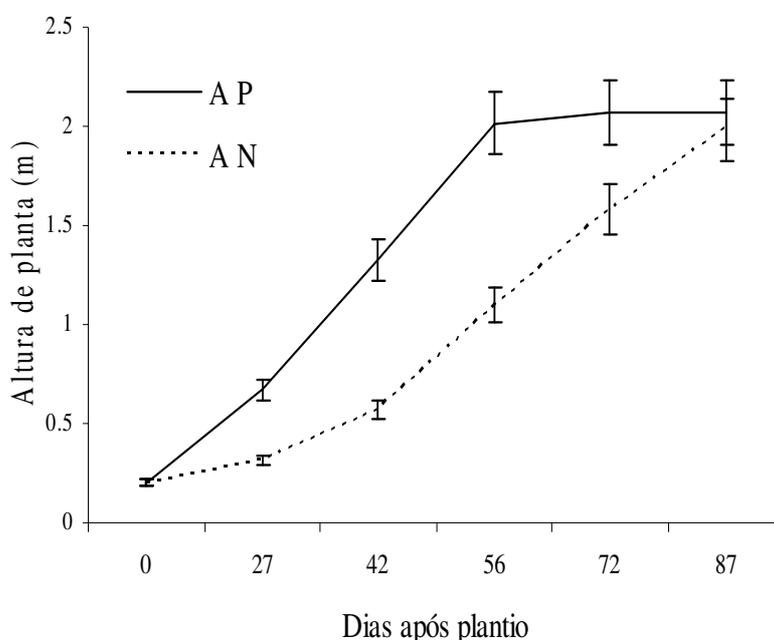


FIGURA 4. Evolução da altura das plantas de maracujazeiro-amarelo em ambiente protegido (AP) e natural (AN). **Evolution of plant height of passion fruit in greenhouse (AP) and natural conditions (NA).**

A análise de variância para diâmetro de caule, em ambiente protegido e natural, não revelou efeito significativo a 5%, pelo teste F, para a tensão nas datas em que foram feitas as medidas de diâmetro de caule (Tabela 6). As medidas de diâmetro de caule foram realizadas aos 27; 56; 87; 117 e 147 DAT. Pode ser constatado na Figura 5 que, em ambiente protegido (AP), para todas as datas observadas, o diâmetro de caule foi superior ao de ambiente natural (AN) devido às condições climáticas em ambiente protegido serem favoráveis a um maior crescimento das plantas.

TABELA 6. Resumo da análise de variância para diâmetro de caule em ambiente protegido e natural nos cinco períodos de avaliação. **Summary of the analysis of variance for stem diameter in greenhouse and natural conditions in five evaluation periods.**

Fonte de Variação	G.L.	Quadrados Médios				
		27 DAP	56 DAP	87 DAP	117 DAP	147 DAP
Bloco	3	0,107	1,252	2,845	7,006	12,787
Lâmina	3	0,115	1,200	2,178	4,542	6,220
Ambiente	1	3,82*	19,68*	58,29*	105,70*	135,91*
Ambiente*Lâmina	3	0,131	1,040	1,098	1,182	0,689
Erro	21	0,151	0,656	0,975	1,708	3,172
Média (mm)		4,92	7,97	11,49	15,69	19,15
C.V. (%)		7,91	10,17	8,59	8,33	9,30

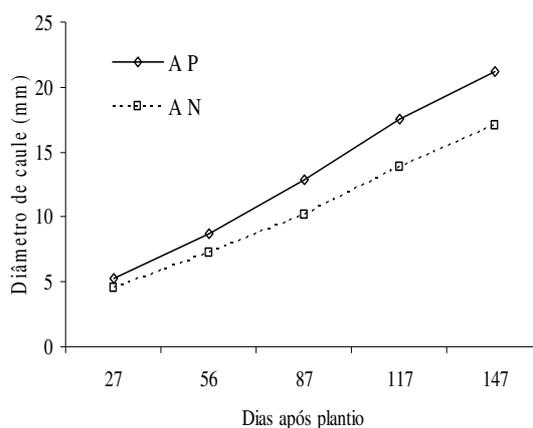


FIGURA 5. Diâmetro de caule em ambiente protegido (AP) e natural (AN). **Stem diameter in greenhouse (AP) and natural conditions (NA).**

A análise de variância para a produtividade comercial, em ambiente protegido e natural, não revelou efeito significativo a 5%, pelo teste F, para a tensão de água no solo (Tabela 7).

TABELA 7. Resumo da análise de variância para a produtividade comercial em ambiente protegido e natural. **Summary of the analysis of variance for commercial yield in greenhouse and natural conditions.**

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.
		Produtividade comercial
Bloco	6	351317141,58
Tensão	3	42445392,75
Ambiente	1	9517884,50
Ambiente*Tensão	3	97531403,9
Erro	18	203736983,3
Média		68251,62
C.V. (%)		20,91

O valor médio de produtividade comercial encontrado de 68.251 kg ha⁻¹ para os ambientes foi muito superior à média nacional (13.395 kg ha⁻¹): Esta elevada produtividade está relacionada à adubação adequada, à lâmina de água aplicada, aos tratamentos adequados e ao adensamento da cultura, aliados ao clima da região. Embora não havendo efeito estatístico, constatou-se que, em ambiente protegido, as condições climáticas, como temperatura e umidade média superiores e inferiores ao de campo, respectivamente, propiciaram a produção de frutos comerciais com melhor

qualidade. Além das condições climáticas que favoreceram para menor propagação de doenças e menor uso de defensivos, a proliferação de pragas, como a mosca-das-frutas, foi mínima, diferentemente do campo, que precisou de um controle rigoroso com defensivos.

Foi observado também, tanto em ambiente protegido quanto em ambiente natural, que para o tratamento com menor intervalo de irrigação: L_1 (15 kPa), a floração das plantas foi mais tardia em relação aos demais tratamentos, principalmente ao de L_4 (60 kPa), que apresentou o início da floração antecipadamente aos demais tratamentos com lâminas de irrigação. A floração antecipada para o tratamento com maior intervalo de irrigação (L_4) pode ter ocorrido pelo fato de que as plantas estavam com maior déficit hídrico, enquanto para o tratamento (L_1) as plantas estavam com condição de umidade do solo próxima à capacidade de campo, favorecendo o crescimento vegetativo.

Apesar de a produtividade não comercial (refugo) não ter valor econômico, torna-se importante sua avaliação para evitar que fatores que afetam a produção venham a influenciar no aumento de frutos não comerciais.

A análise de variância para a produtividade não comercial (refugo), em ambiente protegido e natural, não revelou efeito significativo a 5%, pelo teste F, para a tensão de água no solo (Tabela 8).

TABELA 8. Resumo da análise de variância para a produtividade não comercial em ambiente protegido e natural. **Summary of the analysis of variance for non-commercial yield in greenhouse and natural conditions.**

Fonte de Variação	G. L.	Q. M.
		Produtividade não comercial
Bloco	6	2373655,61
Tensão	3	6236252,28
Ambiente	1	236906586,28
Ambiente*Tensão	3	3560224,36
Erro	18	2812199,75
Média		3769,46
C.V. (%)		44,49

O valor médio de produtividade não comercial em ambiente protegido foi de $1,04 \text{ t ha}^{-1}$ e em ambiente natural, a produtividade não comercial atingiu $6,49 \text{ t ha}^{-1}$, ou seja, 6,2 vezes maior em relação ao valor encontrado para ambiente protegido. A produtividade média não-comercial foi, portanto, de $3,76 \text{ t ha}^{-1}$, como pode ser observado na Tabela 8. A maior produtividade não comercial obtida no campo deve-se ao fato de que, no campo, a incidência de pragas e doenças é muito maior do que em ambiente protegido, mesmo fazendo as devidas aplicações com inseticidas e fungicidas. Uma das causas de maior incidência de doenças no campo pode estar relacionada à incidência de precipitação pluviométrica, que pode ter contribuído para maior ocorrência de doenças.

A produtividade total é a soma das produtividades comercial e não comercial e, da mesma forma que a produtividade comercial, não sofreu efeito da tensão de água no solo (Tabela 9). Embora não havendo efeito estatístico, a produção total atingiu valores correspondentes a $68,75 \text{ t ha}^{-1}$ em ambiente protegido e $75,28 \text{ t ha}^{-1}$ em ambiente natural. Este aumento da produção no campo pode estar relacionado com a precipitação pluviométrica, que atingiu valores elevados entre outubro de 2005 e março de 2006, período este de início de floração e frutificação, mantendo o solo com umidade próxima à capacidade de campo. A produtividade média total foi, portanto, de $72,02 \text{ t ha}^{-1}$.

TABELA 9. Resumo da análise de variância para a produtividade total em ambiente protegido e natural. **Summary of the analysis of variance for total yield in greenhouse and natural conditions.**

Fonte de Variação	G.L.	Q. M.
		Produtividade Total
Bloco	6	372956078,53
Tensão	3	24290674,28
Ambiente	1	341421113,28
Ambiente*Tensão	3	123768712,86
Erro	18	212855401,17
Média		72021,03
C.V. (%)		20,26

Os resultados referentes à produtividade total, obtidos neste trabalho, estão superiores aos valores obtidos na literatura para o cultivo do maracujazeiro-amarelo com tecnologias apropriadas. A adoção de práticas de adubação parcelada, irrigação e polinização manual, utilizadas em conjunto, favorecem a elevação da produtividade, podendo atingir até 45 t ha⁻¹ ano⁻¹ em alguns polos do Estado de São Paulo (MELETTI & MAIA, 1999), concordando com RUGGIERO et al. (1996), que relatam existir potencial para a obtenção de produtividade anual entre 35 t ha⁻¹ e 40 t ha⁻¹. Entretanto, neste trabalho, obteve-se alta produtividade, tanto em ambiente protegido quanto em ambiente natural; todavia, vale ressaltar que as plantas estavam sob elevado adensamento, o que não impede que o pequeno produtor venha a produzir utilizando as mesmas condições, em uma área menor, ou seja, em uma agricultura familiar.

De maneira geral, observa-se, pela Tabela 10, que o valor percentual de produção não comercial em ambiente protegido foi inferior ao ambiente natural para todos os tratamentos, conseqüentemente, o valor percentual para a produção comercial em ambiente protegido foi superior ao ambiente natural em todos os tratamentos.

TABELA 10. Distribuição do maracujazeiro-amarelo (t ha⁻¹ e %) para a produção comercial, não comercial e total obtida em ambiente protegido (AP) e natural (AN). **Distribution of yellow passion fruit (t ha⁻¹ e %) for commercial, non-commercial and total production obtained in greenhouse (AP) and natural conditions (NA).**

Tratamentos	Produção Não Comercial		Produção Comercial		Produção Total (t ha ⁻¹)
	(t ha ⁻¹)	(%)	(t ha ⁻¹)	(%)	
L ₁ - AP	0,65	0,90	71,45	99,10	72,11
L ₂ - AP	0,90	1,48	59,96	98,52	60,86
L ₃ - AP	2,06	2,85	70,32	97,15	72,39
L ₄ - AP	0,56	0,80	69,07	99,20	69,64
Média	1,05	1,51	67,70	98,49	68,75
L ₁ - AN	4,50	5,97	70,89	94,03	75,40
L ₂ - AN	7,78	9,83	71,35	90,17	79,14
L ₃ - AN	6,99	9,46	66,93	90,54	73,91
L ₄ - AN	6,68	9,19	66,00	90,81	72,68
Média	6,49	8,61	68,79	91,38	75,28

Apesar de a produção total média ser superior no campo, o percentual médio de produção comercial em ambiente protegido foi de 98,49%, enquanto no campo o percentual médio de produção comercial foi de 91,38%. Portanto, o cultivo em ambiente protegido favorece a uma maior produção de frutos comerciais, ou seja, frutos de melhor qualidade.

CONCLUSÕES

A irrigação do maracujazeiro, sob tensões de até 60 kPa, tanto em ambiente protegido quanto em condições naturais de cultivo, não afetou, significativamente, as produções total e comercial.

A tensão de água no solo afetou o crescimento das plantas, entretanto não afetou o diâmetro do caule.

O cultivo em ambiente protegido promoveu um crescimento mais rápido das plantas (altura e diâmetro do caule) e, também, a antecipação da colheita em relação ao ambiente natural.

Frutos de melhor qualidade e menor percentual de refugados foram obtidos em ambiente protegido, em relação ao cultivo realizado em ambiente natural.

REFERÊNCIAS

- AGRIANUAL 2008: *anúário da agricultura brasileira*. São Paulo: FNP Consultoria, 2009.
- COELHO, E.F.; SOUSA, V.F. de; AGUIAR NETTO, A. de O.; OLIVEIRA, A.S. de. *Manejo de irrigação em fruteiras tropicais*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 48 p. (Embrapa Circular Técnica, 40).
- FREITAS, G.B. de. Clima e solo. In: BRUCKER, C.; PIKANÇO, M.C. *Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado*. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p.69-83.
- GENUCHTEN, M. TH. Van. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society America of Journal*, Madison, v.44, p.892-898, 1980.
- KELLER, J.; KARMELI, D. *Trickle irrigation design*. Glendora: Rain Bird Sprinkler Manufacturing, 1975. 133 p.
- KELLER, J.; BLIESNER, R.D. *Sprinkler and trickle irrigation*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 652 p.
- LOPES, P.R. de A. *Efeitos da irrigação localizada e cobertura do solo na produtividade do maracujazeiro *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.* 1995. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.
- MARTIN, F.W.; NAKASONE, H.Y. The edible species of passiflora. *Economic Botany*, Bronx, v.24, n.3, p.333-343, 1970.
- MELETTI, L.M.M.; MAIA, M.L. *Maracujá: produção e comercialização*. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1999. p.2-26 (Boletim Técnico, 181).
- QUAGGIO, J.A.; PIZA JÚNIOR, C.T. Nutrição e adubação da cultura do maracujá. In: RUGGIERO, C. (Ed.). *Maracujá: do plantio à colheita*. Jaboticabal: FUNEP, 1998. p.279-287.
- RUGGIERO, C.; SÃO JOSÉ, A.R.; VOLPE, C.A.; OLIVEIRA, J.C. de; DURIGAN, J.F.; BAUMGARTNER, J.G.; SILVA, J.R.; NAKAMURA, K.; FERREIRA, M.E.; KAVATI, R.; PEREIRA, V. de P *Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção*. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1996. 64 p. (Publicações Técnicas FRUPEX, 19).
- SIMON, P.; KARNATZ, A. Effect of soil and air temperature on growth and flower formation of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). *Acta Horticulturae*. Wageningen, v.139, p.120-128, 1983.
- VERAS, M.C. *Fenologia, produção e caracterização físico-química dos maracujazeiros ácido (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) e doce (*Passiflora alata* Dryand) nas condições de Cerrado de Brasília-DF*. 1997. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.