

GESSIONEI DA SILVA SANTANA

EFEITO DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DE DOSES DE NITROGÊNIO NA  
CULTURA DO MARACUJAZEIRO-AMARELO

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

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2002

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S232e  
2002

Santana, Gessionei da Silva, 1975-  
Efeito de lâminas de irrigação e de doses de nitrogênio  
na cultura do maracujazeiro-amarelo / Gessionei da Silva  
Santana. – Viçosa : UFV, 2002.  
79p. : il.

Orientador: Márcio Mota Ramos  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa

1. Maracujá-amarelo - Irrigação. 2. Maracujá-amarelo -  
Adubação nitrogenada. 3. Maracujá-amarelo - Produtivi-  
dade. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 634.42587  
CDD 20.ed. 634.42587

GESSIONEI DA SILVA SANTANA

EFEITO DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO E DE DOSES DE NITROGÊNIO NA  
CULTURA DO MARACUJAZEIRO-AMARELO

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

APROVADA EM: 4 de abril de 2002

---

Prof. Antonio Alves Soares  
(Conselheiro)

---

Prof. Gilberto Bernardo de Freitas  
(Conselheiro)

---

Prof. Paulo Sérgio L. de Freitas

---

Dr. Lineu Neiva Rodrigues

---

Prof. Márcio Mota Ramos  
(Orientador)

A Deus,

AGRADEÇO.

Aos meus familiares,  
amigos e  
amigas,

DEDICO.

À Comunidade Técnico-Científica,

OFEREÇO.

## AGRADECIMENTOS

---

A DEUS, pelo dom da vida, pela energia e pela perseverança.

Aos meus pais, irmãos e irmãs, por me incentivarem a obter novos conhecimentos e proporcionarem a cada dia momentos de enorme satisfação e alegria.

À Universidade Federal de Viçosa, por meio do Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), pela oportunidade concedida para a realização do curso.

Ao professor Márcio Mota Ramos, pela imensa contribuição e memorável orientação durante os trabalhos realizados no decorrer do curso.

Aos professores Antonio Alves Soares, Everardo C. Mantovani, Gilberto Bernardo de Freitas, Glauco V. Miranda, Luís Carlos C. Salomão e Francisco Adriano C. Pereira, por contribuírem com a execução dos trabalhos.

A todos os professores e funcionários do DEA, pelos preciosos ensinamentos e pelo auxílio diário durante a realização do curso.

Aos funcionários da Fazenda Experimental Sementeira, pelo apoio na realização dos trabalhos de campo.

A todos os meus amigos e amigas, que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização dos trabalhos.

A todos os meus contemporâneos de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa, pelo grande e valioso espírito de solidariedade.

Enfim, a todos, na certeza de que a vitória é nossa!

## BIOGRAFIA

---

**Gessionei da Silva Santana**, filho de Gerson Brito Santana e Zilda da Silva Santana, nasceu na cidade de Wagner, BA, em 22 de junho de 1975.

Em março de 1992, iniciou seus estudos de nível médio no Curso de Agropecuária, em sua terra natal, concluindo-os em dezembro 1994.

Em março de 1995, ingressou no Curso de Agronomia da Universidade Federal da Bahia, em Cruz das Almas, BA, concluindo-o em dezembro de 1999.

Em fevereiro de 2000, iniciou o Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, com área de concentração em Irrigação e Drenagem, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa de tese em abril de 2002.

## CONTEÚDO

---

---

	Página
RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1. A cultura do maracujazeiro .....	4
2.1.1. Descrição botânica e panorama histórico .....	4
2.1.2. Exigências climáticas e hídricas.....	11
2.1.3. Exigências edáficas e nutricionais.....	16
2.2. Irrigação do maracujazeiro .....	18
2.3. Adubação do maracujazeiro .....	21
2.4. Função de produção .....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1. Histórico da área experimental.....	26
3.2. Caracterização da área experimental.....	27
3.3. Delineamento experimental e caracterização dos tratamentos .....	28
3.4. Irrigação .....	30
3.5. Adubação .....	34
3.6. Tratos culturais.....	35
3.7. Características avaliadas .....	36

3.7.1. Produtividade de frutos .....	36
3.7.2. Número total de frutos.....	37
3.7.3. Número de frutos tipos A, B e C.....	37
3.7.4. Produtividade equivalente a fruto tipo A (PEA) .....	37
3.7.5. Peso médio de frutos .....	38
3.8. Análise estatística .....	38
3.9. Função de produção .....	39
3.9.1. Função de produção do maracujá tendo a água como fator variável.....	39
3.9.2. Função de produção do maracujá tendo o nitrogênio como fator variável.....	41
3.9.3. Superfície de resposta do maracujá tendo a água e o nitrogênio como fatores variáveis.....	42
3.10. Eficiência de uso da água .....	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4.1. Balanço de água no solo e manejo da irrigação.....	44
4.2. Efeitos de irrigação, de nitrogênio e de suas interações sobre a produtividade e os componentes de produção do maracujazeiro- amarelo .....	51
4.3. Efeito da irrigação sobre a produtividade e os componentes de produção do maracujazeiro-amarelo.....	54
4.4. Avaliação do potencial produtivo do maracujazeiro-amarelo advindo da condição de déficit hídrico ao longo do primeiro ano de produção .....	55
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	58
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	60
APÊNDICES .....	68
APÊNDICE A .....	69
APÊNDICE B .....	72
APÊNDICE C .....	78

## RESUMO

---

SANTANA, Gessionei da Silva, M.S., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2002. **Efeito de lâminas de irrigação e de doses de nitrogênio na cultura do maracujazeiro-amarelo.** Orientador: Márcio Mota Ramos. Conselheiros: Antonio Alves Soares, Gilberto Bernardo de Freitas e Glauco Vieira Miranda.

O presente trabalho foi desenvolvido no período de primeiro de maio de 2001 a 15 de março de 2002, com os seguintes objetivos: determinar os efeitos de lâminas de irrigação, de doses de nitrogênio e de suas interações sobre a produtividade e os componentes de produção do maracujazeiro-amarelo na região da Zona da Mata mineira; estabelecer as funções de produção e as superfícies de resposta do maracujazeiro-amarelo em resposta a lâminas de irrigação e a doses de nitrogênio; e avaliar o potencial produtivo da cultura submetida a déficit hídrico ao longo do primeiro ano de produção. O experimento constituiu-se de 21 tratamentos e foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial, com três repetições. Dezesesseis tratamentos foram provenientes da combinação de quatro lâminas de irrigação de 50, 75, 100 e 125% da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), combinadas com quatro doses de nitrogênio de 60, 80, 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; quatro tratamentos foram provenientes daqueles em que as plantas foram submetidas a déficit hídrico ao longo do primeiro ano de produção; e uma testemunha para irrigação. As irrigações foram efetuadas por meio de um sistema de irrigação por gotejamento, com dois gotejadores por planta, com vazão de 4,3 L h<sup>-1</sup>,

trabalhando com pressão de serviço de 15 mca. As doses de nitrogênio foram parceladas em 12 vezes e aplicadas a cada 21 dias; a adubação potássica foi parcelada em oito vezes e aplicada mensalmente; e a adubação fosfatada foi realizada de uma só vez. Os resultados revelaram que, nas condições em que o experimento foi realizado, não houve efeitos significativos de irrigação, de nitrogênio e da interação irrigação vs. nitrogênio sobre a produtividade e os componentes de produção do maracujazeiro-amarelo, impossibilitando, assim, o estabelecimento das funções de produção e das superfícies de resposta; e que as plantas submetidas ao déficit hídrico ao longo do primeiro ano de produção apresentaram potencial produtivo igual ao das plantas irrigadas com 100% da demanda hídrica da cultura nos dois anos de cultivo.

## ABSTRACT

---

SANTANA, Gessionei da Silva, M.S., Universidade Federal de Viçosa, April, 2002. **Effect of irrigation depths and nitrogen doses application on yellow passion fruit culture.** Adviser: Márcio Mota Ramos. Committee members: Antonio Alves Soares, Gilberto Bernardo de Freitas and Glauco Vieira Miranda.

Yellow passion fruit culture in the Zona da Mata region, Minas Gerais State, Brazil, was investigated under the focus of determining irrigation depths, nitrogen doses and their interactions on productivity and production components. Furthermore, production functions and the response surfaces of the plant in response to irrigation depths and nitrogen doses were established and the culture's production potential under water deficit throughout the first production year determined. 21 treatments in randomized blocks and a factorial layout with three replications made up the experimental design. The combination of four irrigation levels (50, 75, 100, and 125% of the referential evapotranspiration –  $ETo$ ), combined with 4 nitrogen doses (60, 80, 100, and 120  $ha^{-1} year^{-1}$ ) brought forth 16 treatments. Four other treatments were dedicated to the culture under water deficit during the first crop year, completed by one irrigation control treatment. Plants were irrigated by a drip irrigation system with two drips per plant ( $4.3 l h^{-1}$ ), under a pressure of 15 mca. Nitrogen doses were split in 12, applied every 21 days, while potassium was split in eight and applied monthly, and the phosphate fertilizer applied all at once. Results showed that, under the given experimental conditions, there was no significant

effect of irrigation, of nitrogen, or of the interaction irrigation versus nitrogen on productivity and the production components of yellow passion fruit. It was therefore not possible to establish functions of yield or response surfaces. The plants under water deficit during the first crop year presented the same production potential as plants supplied with 100% of their water demand during both cultivation years.

## 1. INTRODUÇÃO

---

O Brasil, por sua grande diversidade edafoclimática, apresenta condições ideais para a agricultura e, em particular, para a fruticultura, com potencial para atender aos mercados interno e externo. Nos últimos anos tem havido considerável expansão da fruticultura tropical irrigada, em pólos regionais como Juazeiro, Petrolina, Janaúba, Jaiba e outros. Dentre as espécies frutíferas, destaca-se o maracujazeiro, com ampla possibilidade de retorno econômico, dada à sua grande adaptabilidade ao território brasileiro. O seu cultivo tem crescido substancialmente nos últimos anos, tornando-se uma das oito espécies frutíferas mais extensivamente cultivadas no Sudeste brasileiro.

Com uma área plantada de 44.462 ha, o Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, apresentando a seguinte distribuição regional: 52% no Nordeste, 22% no Sudeste, 19% no Norte, 4% no Centro-Oeste e 3% no Sul (MARACUJÁ, 2000). Dentre os estados produtores, destacam-se: Bahia, Pará, Sergipe, São Paulo, Minas Gerais, Ceará, Alagoas e Rio de Janeiro (AGRIANUAL, 2000).

No que tange à produção de maracujá na Região Sudeste, tem-se que esta cresceu de forma acentuada nos últimos anos, passando de 56,7 mil toneladas em 1988 para 137,3 mil em 1996, o que corresponde a um incremento de 142%. No Estado de Minas Gerais, a produção passou de 9,2 mil toneladas em 1988 para 26,4 mil em 1996, havendo um acréscimo de 188% (PIZA JÚNIOR, 1998).

Apesar da considerável expansão e de a maioria das variedades de maracujá disponíveis no mercado apresentar potencial de produção elevado, em torno de 50 toneladas de frutos  $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ , a produtividade média nacional ainda é baixa, em torno de 10 toneladas de frutos  $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ . Esse baixo desempenho deve-se a vários fatores, dentre os quais o déficit hídrico e a adubação inadequada (SILVA e OLIVEIRA, 2000). Segundo RUGGIERO e NOGUEIRA FILHO (1994), a produtividade pode variar de 5 a 45 toneladas de frutos  $\text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$  em função do clima, do solo e do nível tecnológico adotado. Por sua vez, o baixo nível tecnológico adotado pelos produtores dessa fruteira, muitas vezes, decorre do desconhecimento das práticas agrícolas necessárias à cultura e, em alguns casos, da inexistência de pesquisas em determinadas áreas.

O conhecimento das necessidades hídricas e nutricionais de máxima eficiência econômica para a cultura é indispensável para a obtenção de sucesso no empreendimento frutícola, pois a água e os nutrientes são os fatores que mais limitam o rendimento da planta (RUGGIERO et al., 1996). Nesse contexto, sanar tais problemas significa possibilitar o aumento da produtividade, da qualidade dos frutos, da margem de lucro do produtor e da competitividade nos mercados nacional e internacional.

Apesar de o Brasil apresentar elevado potencial agrícola, diante da variabilidade climática sazonal, principalmente no que concerne à pluviosidade, aliada à economia globalizada, torna-se imprescindível a adoção de técnicas capazes de garantir não só a produção, mas também as viabilidades socioeconômica e ambiental da atividade agrícola. Dessa forma, técnicas como irrigação e adubação são ferramentas indispensáveis à produção agrícola.

A concepção básica da irrigação é o suprimento hídrico das culturas, tornando-as menos propensas às inconstâncias pluviométricas, em magnitude e distribuição. A importância da irrigação na agricultura também se faz evidente, em virtude da necessidade de aumento da produção de alimentos visando ao atendimento da crescente demanda destes, em decorrência do aumento da população, conjuntamente com o de sua renda.

A fertilização dos solos também constitui prática indispensável para o cultivo do maracujazeiro, objetivando não só o suprimento das suas exigências nutricionais, mas também a manutenção da potencialidade agrícola dos solos,

por meio de sua fertilidade química. Entretanto, para que tais técnicas sejam bem-sucedidas, é de suma importância o manejo adequado das mesmas, visando a maiores competitividades econômica e ambiental exigidas pelo mercado globalizado e consciente da necessidade de preservação do meio ambiente, pois o lema da tecnologia é: *produzir o máximo e com qualidade, no menor intervalo de tempo, com o menor investimento possível e com o mínimo impacto ambiental.*

Perante esse panorama, o presente trabalho teve os seguintes objetivos:

- Avaliar a influência de lâminas de irrigação, de doses de nitrogênio e de suas interações sobre a produtividade e os componentes de produção do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener), na região da Zona da Mata mineira.
- Estabelecer as funções de produção e as superfícies de resposta para os fatores de produção água e nitrogênio.
- Avaliar o potencial produtivo do maracujazeiro-amarelo submetido a déficit hídrico ao longo do primeiro ano de produção.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

---

### 2.1. A cultura do maracujazeiro

#### 2.1.1. Descrição botânica e panorama histórico

O maracujazeiro, frutífera pertencente a ordem *Violales*, família *Passifloraceae* e gênero *Passiflora*, é uma planta originária da região tropical da América do Sul, sendo o centro-norte do Brasil o maior centro de distribuição geográfica (MEDINA et al., 1980). O gênero *Passiflora* possui cerca de 530 espécies tropicais e subtropicais, das quais 150 são originárias do Brasil. Dessas, apenas 60 produzem frutos com valor comercial (Piza Júnior, 1966; Schultz, 1968, citados por SOUSA, 2000), destacando-se o maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg.), por ser mais vigoroso e adaptar-se melhor a diferentes tipos de solo (MEDINA et al., 1980). LIMA et al. (1999), por sua vez, afirmaram que essa espécie, cujo fruto é o mais comercializado no Brasil, tanto para a indústria como para o consumo *in natura*, ocupa cerca de 95% da área plantada com maracujazeiros. Isso se deve ao fato de a planta ser mais vigorosa, mais adaptada aos dias quentes e apresentar maiores produtividade e peso (43 e 250 g) e tamanho de fruto, além de seu fruto apresentar maior acidez total titulável e rendimento de suco.

Dentre os diversos materiais genéticos cultivados comercialmente, encontra-se o conhecido como Maguary, da Empresa Viveiros Flora Brasil,

localizada em Araguari, MG. Esse material, apesar de apresentar grande variação, tem as seguintes características básicas: plantas mais vigorosas, com razoável tolerância à bacteriose e à antracnose, produtividade média de 73 quilos por planta (variando de 28 a 126 kg), frutos com peso médio de 145 g (variando de 28 a 450 g), polpa de coloração amarelo-forte a alaranjada, rendimento de suco de 42%, °Brix médio anual de 14,5% e acidez total titulável média anual de 3,5% (PIZA JÚNIOR, 1998). Segundo RUGGIERO et al. (1976), além da grande variabilidade genética existente no gênero *Passiflora*, dentro da espécie cultivada *Passiflora edulis* Sims e na sua variedade botânica *Passiflora edulis* Sims. f. *flavicarpa* Deg., ocorre grande variabilidade genética, uma vez que se trata de uma espécie alógama, havendo incompatibilidade entre seus indivíduos.

O maracujazeiro é uma planta trepadeira, semilenhosa, perene, de crescimento rápido e contínuo, com ramos podendo atingir de 5 a 10 m de comprimento (MANICA et al., 1997), o que concorre para a necessidade de realização de podas de condução das plantas.

Seu sistema radicular é do tipo pivotante, pouco profundo, em que 60 a 80% se concentram, entre 30 e 45 cm de profundidade, num raio de 60 cm a partir do tronco (MANICA, 1981). Em trabalho desenvolvido por CARVALHO (1987), foi observado que as raízes do maracujazeiro-amarelo concentram-se num raio de 50 cm a partir do tronco e numa profundidade de 40 cm, sendo a maior concentração de raízes encontrada nos primeiros 20 cm de raio e profundidade. Para esse autor, a superficialidade observada no sistema radicular do maracujazeiro implica maior risco de competição por água e nutrientes com plantas daninhas, assim como maior necessidade de cuidados com capinas.

O caule, por sua vez, é de seção circular, lenhoso e bastante lignificado na base, mas herbáceo no ápice, em decorrência da redução do teor de lignina. Nesse ponto, inserem-se as folhas, as quais possuem filotaxia alternada, são ovadas nas plantas jovens e trilobadas nas adultas, com 5 a 11 cm de comprimento ao longo da nervura central, 4 a 10 cm de comprimento ao longo das nervuras laterais e 7 a 12 cm entre os ápices dos lobos laterais. Na axila de cada folha existem uma gema florífera, uma gema vegetativa e uma gavinha (MANICA, 1981; RUGGIERO, 1996).

Suas flores nascem em ramos do ano vigente, o que implica necessidade de poda; são auto-incompatíveis e hermafroditas, com estames normalmente em número de cinco, presos a um androginóforo colunar bem desenvolvido; suas anteras são grandes, com elevado número de grãos de pólen de coloração amarelada, grandes, viscosos e pesados, o que dificulta a polinização pelo vento. A parte feminina da flor do maracujazeiro é representada por três estigmas, que variam conforme a curvatura, determinando-se, assim, os diferentes tipos de flores, o que repercute na polinização. As gemas floríferas exigem mais de 11 horas de luz para o florescimento. Atendida essa exigência, as flores se abrem entre 12 e 13 horas, permanecendo abertas por aproximadamente quatro horas. Nesse período, a polinização deverá ser efetuada naturalmente ou artificialmente. Caso contrário, não haverá formação de frutos, haja vista que as flores só se abrem uma única vez (KLIEMANN et al., 1986; MATSUMOTO e SÃO JOSÉ, 1991).

Segundo MANICA (1981) e RUGGIERO et al. (1996), em regiões com altas precipitações nos períodos de florescimento e frutificação, deve-se esperar redução na produção, pois os estigmas necessitam permanecer secos por no mínimo duas horas após a polinização, visto que o grão de pólen arrebenta-se instantaneamente quando em contato com a umidade. Tal fato decorre da alta pressão osmótica do grão de pólen, bem como da insuficiente resistência à ruptura apresentada por sua parede celular (Akamine e Girolami, 1959, citados por KAVATI, 1998). Dessa forma, a escolha do sistema e horário de irrigação é de suma importância. Assim, nos casos de cultivos irrigados por meio de sistemas que aspergem a água na atmosfera, como a aspersão, a irrigação deverá ser realizada nas manhãs, nos finais de tarde ou à noite.

Apesar da grande eficiência de polinização (70% para flores totalmente curvadas, TC) apresentada pelas abelhas mamangavas (*Xylocopa* spp.) (RUGGIERO et al., 1996), recomenda-se, na medida do possível, o uso da polinização artificial nos cultivos comerciais, pois, segundo (Rizzi, 1999, citado por SOUSA, 2000), tal técnica proporciona ótima fertilização das flores, promove o aumento do peso dos frutos e ganhos reais na produtividade, o que, em última análise, implica aumento da viabilidade econômica do empreendimento. O rendimento de suco está intimamente relacionado com o

número de óvulos fecundados, os quais são transformados em sementes envolvidas por um arilo, que por sua vez encerra o suco.

Quanto ao fruto, verificou-se que o período compreendido entre a antese e a queda do fruto maduro do maracujazeiro-amarelo nas condições climáticas do Sudeste brasileiro foi de aproximadamente 70 dias. De acordo com MEDINA et al. (1980), o fruto do maracujazeiro é uma baga que contém de 250 a 350 sementes. Quanto ao seu peso médio, resultados de vários trabalhos evidenciam uma variação de 65 a 176 g, ao passo que o comprimento do fruto varia de 6 a 12 cm e o diâmetro, de 4 a 9 cm.

Em termos gerais, quando maduro, o fruto do maracujazeiro possui vesículas alaranjadas, suco amarelo-alaranjado, pH de 2,8 a 3,3, teor de sólidos solúveis totais (SST), também conhecido como °Brix, variando de 12,5 a 18,0% e acidez total titulável (ATT) de 2,9 a 5,0%, o que implica relação SST/ATT em torno de 3,8, indicando gosto relativamente ácido ou “azedo” (MATSUURA e FOLEGATTI, 1999). O rendimento de suco de frutos de maracujazeiro varia de 24,0 a 60,5% (ARAÚJO et al., 1974; AULAR e ROJAS, 1994). Todavia, de acordo com o padrão de suco para a indústria, o fruto deve apresentar de 30,0 a 33,0% de suco (ARAÚJO et al., 1974), embora Haendler (1965), citado por SOUSA (2000), afirme que esse teor deve ser superior a 33,0%. Enamorado (1985), citado por NASCIMENTO (1996), afirma que em condições de déficit hídrico a polpa absorve parte considerável da água da casca, indicando que o diferencial osmótico gerado pelo acúmulo de solutos próximo às sementes origina um fluxo preferencial de água da casca para a polpa. A casca e as sementes, por sua vez, podem ser utilizadas na alimentação animal (RUGGIERO et al., 1996).

Algumas características físico-químicas de frutos do maracujazeiro-amarelo, obtidas por diversos pesquisadores, estão contidas no Quadro 1.

MEDINA et al. (1980) salientaram que as características físico-químicas dos frutos variam com os estádios de maturação dos mesmos, idade da cultura, latitude, condições edafoclimáticas e manejo da cultura. Todavia, VERAS et al. (2000), estudando o efeito de épocas de colheitas e estádios de maturação de duas espécies de maracujá, ácido e doce, sobre algumas características físico-químicas dos frutos, concluíram que não houve efeito da época de colheita e do estágio de maturação sobre ATT e SST nas duas

espécies nem sobre a relação SST/ATT no maracujá ácido, enquanto no maracujá doce ocorreu efeito sobre essa relação.

Quadro 1 – Características físico-químicas do fruto do maracujazeiro-amarelo, segundo vários pesquisadores

Características	Pesquisador					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
PMF (g)	nd	nd	157,00	161,00	190,00	137,79
NTF	nd	nd	214.088	272.780	92.432	nd
Comp. fruto (cm)	nd	nd	7,40	7,37	nd	7,95
Diâm. fruto (cm)	nd	nd	7,00	6,95	nd	7,18
Rend. de suco (%)	nd	nd	35,00	35,60	nd	34,75
Rend. de casca (%)	nd	nd	59,00	58,90	nd	nd
Rend. de sem. (%)	nd	nd	6,00	5,50	nd	nd
pH	2,90	2,68	2,60	2,60	nd	3,25
SST ou °Brix (%)	14,00	13,24	13,10	13,10	nd	15,65
ATT (%)	4,23	5,18	4,20	4,16	nd	3,20
SST/ATT	nd	nd	3,10	3,14	nd	4,89
IT	nd	nd	4,59	4,64	nd	5,44

(1) FIGUEIREDO et al. (1987), (2) NASCIMENTO (1996), (3) MARTINS (1998), (4) CARVALHO (1998), (5) MELO (2000) e (6) SOUSA (2000).

PMF = peso médio de frutos, NTF = número total de frutos e nd = não determinado.

É de grande importância o conhecimento das características físico-químicas dos frutos, pois, por exemplo, o teor de sólidos solúveis totais (SST) exerce grande influência sobre o sabor, visto que é nessa fração que se encontram os ácidos e açúcares, cuja relação constitui fator decisivo na qualidade dos frutos e de seus produtos (CHITARRA e CHITARRA, 1990).

Altos teores de ácidos no suco constituem característica importante no tocante ao processamento, visto que tal fato implica adição de menor quantidade de acidulantes artificiais no suco. O suco do maracujazeiro-amarelo ou ácido apresenta ATT bastante elevada, em comparação com outros frutos importantes, sendo 34% superior ao do maracujazeiro-roxo, 75% ao da goiaba e 90% ao da manga e ao do abacaxi (NASCIMENTO, 1996). No que concerne

à relação SST/ATT, sabe-se que essa característica tecnológica confere uma idéia do sabor do suco.

O índice tecnológico é um fator resultante do produto entre as concentrações de suco e de SST. De acordo com CARVALHO (1998), uma análise isolada do rendimento do suco ou do °Brix pode levar a conclusões equivocadas a respeito da qualidade do suco. Por exemplo, na indústria o maracujá é utilizado, principalmente, para obtenção de suco concentrado e congelado a 52 °Brix, mas, para conseguir isso de forma mais eficiente e com menor volume de frutos a serem processados, deve-se ter concentrações elevadas de °Brix e de suco. Assim, a avaliação de apenas um desses fatores não revelará o rendimento industrial.

A proposição de um padrão de classificação de frutos segundo critérios preestabelecidos é importante e necessária, pois, assim, evitam-se divergências na classificação, na hora da comercialização do maracujá. Atualmente, a classificação dos frutos do maracujá é feita de acordo com a metodologia da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), onde frutos tipo A são aqueles com peso superior ou igual a 175 g (até 75 frutos/caixa tipo K, com peso líquido de 13 kg); frutos tipo B, aqueles com peso maior ou igual a 145 g e menor que 175 g (de 75 a 90 frutos/caixa tipo K); e frutos tipo C, aqueles com peso inferior a 145 g (mais de 90 frutos/caixa tipo K). De acordo com PIZA JÚNIOR (1998), as relações entre os preços de frutos tipos B e A e C e A são de 0,70 e 0,50, respectivamente. Por essa razão, é importante que o produtor evite enviar para o mercado atacadista frutas de qualidade inferior em situações de preços baixos, visto que os tipos inferiores, além de poderem não cobrir os custos de comercialização, concorrem para deprimir as cotações vigentes. A inexistência de um padrão oficial de classificação tem se tornado importante ponto de estrangulamento na comercialização, haja vista que gera discordância entre as classificações feitas pelos produtores e varejistas, prejudicando as relações comerciais, o que compromete ainda mais o sistema de comercialização por consignação (CATI, 1994, citada por CARDOSO et al., 1999).

Observa-se, no Quadro 2, que a produção do maracujazeiro mostrou-se crescente no período de 1993 a 1996. Já as produções dos anos de 1997 e 1998 contrariaram a tendência de crescimento observada no período citado

anteriormente. CANÇADO JÚNIOR. et al. (2000) reportaram que esse declínio decorre, possivelmente, do aumento dos custos de produção, que, por sua vez, decorrem das mudanças na política cambial, pela prática de preços reduzidos e pelo aumento da exigência dos compradores. Ainda, no Quadro 2, verifica-se que o Estado de Minas Gerais, em termos de produção, vem ocupando com a cultura do maracujazeiro a 5ª colocação durante seis anos consecutivos. No que se refere à produtividade, o Estado se situou, em 1998, abaixo da média nacional, com cerca de 7.419 kg ha<sup>-1</sup> (CANÇADO JÚNIOR et al., 2000).

Quadro 2 – Produção de maracujá nos principais estados produtores, no período de 1993 a 1998 (em toneladas)

UF	Ano					
	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Bahia	46.356	38.265	69.915	90.599	78.674	63.632
São Paulo	52.394	58.291	68.514	79.527	69.926	63.545
Sergipe	45.674	56.736	46.506	45.074	39.462	34.737
Pará	130.407	138.091	128.610	76.727	46.633	31.791
Minas Gerais	18.461	25.312	21.602	12.088	20.771	18.131
Outros	67.198	63.180	70.388	105.482	101.967	86.419
Brasil	360.490	379.875	405.535	409.497	357.433	298.255

Fonte: Informe Agropecuário, nº 206.

A comercialização dos frutos do maracujazeiro é feita basicamente para a indústria de suco e para o consumo *in natura*. As grandes indústrias de processamento de maracujá estão localizadas nas Regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste do Brasil, que consomem anualmente cerca de 30 mil toneladas de frutos e atendem, principalmente, ao mercado interno de suco (RIZZI et al., 1998).

Em razão de uma série de fatores, o Brasil tem enfrentado dificuldades para superar a concorrência no mercado internacional, pois, além das restrições para manter a qualidade e a quantidade do produto ofertado no mercado externo, os exportadores brasileiros se deparam com o protecionismo dado aos países da África, do Caribe e do Pacífico, sob a forma de isenções de tarifas de exportação. Ademais, países como México, Colômbia e Equador

foram recentemente contemplados com reduções tarifárias na União Européia. No Peru, além dos altos rendimentos alcançados, a atividade se beneficia de elevados subsídios. O acesso ao mercado americano de fruto *in natura* de maracujá é também dificultado pela existência de barreiras fitossanitárias, tendo poucos países atendido a essas exigências, dentre os quais a Nova Zelândia. Além das barreiras fitossanitárias, o preço do frete reduz a competitividade do produto brasileiro naquele mercado (RUGGIERO et al., 1996; CARDOSO et al., 1999).

Os maiores centros consumidores do Brasil encontram-se no Sudeste e Nordeste do país, destacando-se os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Pernambuco e Bahia. No Estado de Minas Gerais com a proximidade dos grandes centros consumidores, a principal forma de comercialização dos frutos do maracujazeiro é o mercado de frutas *in natura*, que garante ao produtor preços médios superiores até 100% para frutos de boa qualidade, em comparação com os destinados às indústrias de suco (RIZZI et al., 1998).

### **2.1.2. Exigências climáticas e hídricas**

Apesar de terem origem nos trópicos, as espécies comerciais de maracujazeiro desenvolvem-se em condições climáticas distintas, variando das regiões quentes dos trópicos (0° de latitude) até as de clima subtropical (35° latitude sul). Ainda, nas diferentes latitudes, o maracujazeiro é cultivado em altitudes que variam do nível do mar a 3.200 m (MENZEL e SIMPSON, 1994a), apesar de a faixa mais recomendada ser de 100 a 1.000 m (LIMA, 1999).

De modo geral, as Passifloráceas respondem rapidamente às variações climáticas, notadamente a temperatura, a radiação solar, o fotoperíodo e as chuvas (VASCONCELLOS e DUARTE FILHO, 2000). A influência das condições climáticas sobre a qualidade dos frutos do maracujazeiro é bastante evidente e relatada por vários autores.

MÜLLER (1977), trabalhando com a cultura do maracujazeiro em Visconde do Rio Branco, MG, verificou que o clima teve influência direta na qualidade dos frutos colhidos.

O maracujazeiro adapta-se melhor em regiões com temperaturas médias mensais entre 21 e 32 °C, sendo a ótima para o seu desenvolvimento em torno de 26 e 27 °C (PIZA JÚNIOR, 1991), precipitação pluviométrica anual entre 800 e 1.750 mm bem distribuídos ao longo do ano, baixa umidade relativa, ventos moderados e comprimento do dia por volta de 11 horas (MEDINA et al., 1980; RUGGIERO et al., 1996; MELETTI, 1996).

A cultura não tolera geada, ventos fortes e frios e longos períodos de temperatura abaixo de 16 °C. Baixas temperaturas e dias curtos, por sua vez, interrompem e determinam o comprimento da safra, que varia de 7 a 10 meses por ano. As chuvas intensas e freqüentes reduzem a polinização, e as secas prolongadas provocam a queda dos frutos (SOUZA e MELETTI, 1997; RIZZI et al., 1998). Portanto, em condições de baixa precipitação e, ou, distribuição pluviométrica irregular, a irrigação faz-se necessária.

VASCONCELLOS e DUARTE FILHO (2000) afirmaram que baixas temperaturas e dias de alta nebulosidade contribuem para o alongamento do período de maturação do fruto, para maior acidez, menor relação SST/ATT e frutos mais coloridos.

Estudos realizados por UTSUNOMIYA (1992) evidenciaram efeitos da temperatura no crescimento das plantas, no peso médio de frutos e no rendimento de suco do maracujazeiro-roxo (*Passiflora edulis* Sims f. *edulis*). Os maiores valores de comprimento de ramos (2,54 m) e de entrenós (0,27 m), peso médio de frutos (37,0 g), rendimento de suco (35%), sólidos solúveis totais (17,4%) e acidez total titulável (4,3%) foram obtidos com temperaturas diurna e noturna de 28 e 23 °C, respectivamente. Para esse autor, tais resultados indicam que temperaturas de moderadas a altas são favoráveis ao crescimento e à qualidade de frutos dessa variedade de maracujá.

Plantas expostas a fotoperíodos inferiores e superiores a 8 e 16 horas, respectivamente, apresentaram aumento acentuado no crescimento (comprimento do ramo e do entrenó e número de nós) em detrimento do florescimento, ao passo que plantas expostas a fotoperíodo de 12 horas de luz apresentaram menor crescimento, porém maior número de flores (Watson e Bowers, 1965, citados por VASCONCELLOS e DUARTE FILHO, 2000).

MENZEL e SIMPSON (1988), estudando o efeito da radiação solar sobre o crescimento e florescimento do híbrido E-23 (roxo x amarelo), verificaram que

as plantas, submetidas à baixa radiação solar 2,1 e 6,3 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, apresentaram maior comprimento de ramo, que diminuiu com o aumento da radiação solar. Já a área foliar, o número de botões florais, o número de flores abertas e o peso da matéria seca aumentaram com a elevação da radiação solar incidente até o nível de 20,9 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>.

SJOSTROM e ROSA (1978) verificaram mudanças irregulares na qualidade do suco ao longo da safra, constando aumento relativo de 9% na acidez total titulável e menor valor da relação SST/ATT durante os meses de inverno.

RITZINGER et al. (1989) registraram redução no teor de açúcares redutores e na relação SST/ATT e aumento na acidez do suco em frutos colhidos sob temperaturas, radiação solar e precipitação pluvial baixas. Para esses autores, algumas variações na composição dos frutos do maracujazeiro-amarelo ocorreram em função das épocas de colheitas, cujas diferenças nos fatores climáticos podem ter interferido nas taxas de fotossíntese e no processo de amadurecimento dos frutos.

Em estudos sobre a qualidade de frutos de maracujazeiro-amarelo produzidos em diferentes épocas, foi constatado que temperaturas e precipitações moderadas e baixa insolação favoreceram maiores valores da relação SST/ATT e açúcares totais. Períodos com precipitação e temperatura elevadas e insolação moderada favoreceram apenas o teor de sacarose (NASCIMENTO, 1996; NASCIMENTO et al., 1998).

VERAS et al. (2000) detectaram diferença significativa na relação SST/ATT do suco do maracujazeiro doce entre épocas de colheitas. No maracujazeiro-amarelo, os referidos autores não constataram diferenças significativas, contudo frutos produzidos no inverno foram mais ácidos. Comportamento semelhante foi também descrito em Haendler (1965), citado por SOUSA (2000), relatando que, na maioria das regiões tradicionais no cultivo do maracujazeiro, os frutos produzidos no inverno apresentaram-se ligeiramente mais ácidos.

VASCONCELLOS e DUARTE FILHO (2000) reportaram que os sistemas de condução da cultura atualmente adotados (geralmente espaldeira vertical com um ou dois fios de arame) conduzem a um maior sombreamento (diminuição da radiação solar) sobre as folhas. Isso explica, em parte, porque o

sistema em “latada” é mais produtivo que aqueles atualmente utilizados, em que no sistema em “latada” mais folhas ficam expostas diretamente à radiação solar, permitindo, assim, maior ganho fotossintético com reflexos positivos na produção. Já na espaldeira vertical, forma-se um emaranhado de ramos sobrepostos, em que as folhas dos ramos mais internos recebem pouca luz e apresentam taxa fotossintética muito baixa. Tais folhas, que pela idade deveriam funcionar como fonte de fotoassimilados, em algumas situações passam a atuar como drenos. Efeito similar pode ser observado em plantios adensados.

Quanto à demanda hídrica, o maracujazeiro necessita de uma lâmina d’água da ordem de 800 a 1.700 mm anuais bem distribuídos, para o pleno sucesso na produção de frutos.

Sabe-se que, em condições de baixa disponibilidade hídrica, as plantas apresentam diminuição no crescimento de folhas, na produção de flores, no tamanho de frutos e no volume de polpa produzida. Um período de seca bastante severa conduz à queda dos frutos, na fase inicial de desenvolvimento, e das folhas. A falta de umidade no solo pode não só afetar a produção atual, como também o desenvolvimento dos ramos e o florescimento do próximo ciclo de produção (Morton, 1967; Fisch, 1975, citados por MENZEL e SIMPSON, 1994a). Quando os frutos estão na fase final de desenvolvimento, o déficit hídrico pode causar enrugamento em frutos verdes e grandes. No entanto, o rendimento de suco poderá ser aumentado com o déficit hídrico do solo, em razão do escoamento preferencial de água da casca para a polpa (MANICA, 1981; RUGGIERO et al., 1996).

Pesquisas desenvolvidas por MENZEL et al. (1986), em condições protegidas, mostraram que o estresse hídrico no maracujazeiro afeta sensivelmente as características de crescimento da planta. Para esses autores, tensões de água no solo inferiores a 10 atm podem limitar severamente o desenvolvimento vegetativo e o potencial produtivo da cultura, pois a produção de matéria seca é afetada muito antes do aparecimento visual dos sintomas provocados pelo déficit hídrico. Portanto, o ideal para a cultura é promover as irrigações de forma a manter a umidade do solo próxima da capacidade de campo, principalmente nos períodos de floração e frutificação.

VASCONCELOS (1994) reportou que, em cultivos comerciais, um dos fatores que mais afetam o florescimento é a umidade do solo, já que, durante veranicos, observam-se menor florescimento e maior queda de botões florais e frutos. Em contrapartida, as plantas de maracujá não toleram períodos longos de encharcamento. A síndrome da “morte prematura das plantas” está associada com más condições do solo, particularmente físicas (MALAVOLTA, 1994).

MENZEL et al. (1986) relataram que plantas do híbrido E-23, em solos com déficit hídrico, tiveram reduzidos o seu peso de matéria seca, a área foliar, o comprimento dos ramos, o número de nós e o número de botões florais e flores abertas. A iniciação (aparecimento) do botão floral também foi sensível ao estresse hídrico, não se observando a iniciação de botões florais nos ramos das plantas submetidas ao estresse hídrico, enquanto o desenvolvimento dos botões florais já formados parece mostrar alguma resistência à dessecação, uma vez que não ocorreu uma prematura abscisão das flores formadas que apresentaram menor tamanho. Trabalhando com híbridos de maracujazeiro, esses autores concluíram que o estresse hídrico pode ser um dos principais fatores ambientais responsáveis pela flutuação sazonal da produção de maracujá, pois a matéria seca de folhas, ramos e raízes, a área foliar, o comprimento dos ramos e nós, a emissão de botões florais e o número de flores são reduzidos pelo estresse hídrico. A redução no crescimento e florescimento foi associada com a redução na absorção de nutrientes e do potencial de água nas folhas. Assim, em casos de pluviosidade insuficiente, em termos quantitativos e, ou, qualitativos, faz-se necessário o uso da irrigação, visando à garantia de produtividades satisfatórias, do ponto de vista de suprimento hídrico.

Resultados de diversos trabalhos com irrigação por gotejamento na cultura do maracujazeiro-amarelo ratificam a importância da irrigação para obtenção da máxima produtividade física (MPF). Eis alguns: MARTINS (1998) mostrou que a MPF igual a 39.051 kg ha<sup>-1</sup> foi obtida com a aplicação de uma lâmina total de 1.362 mm, para 50% de área molhada; já CARVALHO (1998) obteve a MPF igual a 35.500 kg ha<sup>-1</sup>, com a aplicação de uma lâmina total de 1.282 mm; MELO (2000) obteve a MPF igual a 17.915 kg ha<sup>-1</sup>, com uma lâmina

total de 553 mm, para 30% de área molhada; e SOUSA (2000) obteve a MPF igual a 45.454 kg ha<sup>-1</sup>, aplicando uma lâmina d'água total de 944,2 mm.

### 2.1.3. Exigências edáficas e nutricionais

O maracujazeiro desenvolve-se em diferentes tipos de solos. Contudo, os mais profundos (> 60 cm), bem drenados, ricos em matéria orgânica, de textura média (areno-argilosa) e com relevo plano a ligeiramente inclinado, são os preferidos. Não se recomenda a utilização de baixadas, solos pedregosos ou com possibilidades de encharcamento (MANICA, 1981; LIMA, 1999; BORGES, 1999). O maracujazeiro não tolera longos períodos de encharcamento, pois estes favorecem a ocorrência de doenças do sistema radicular, especialmente a podridão-do-pé (*Phytophthora cinnamoi* Rands), que culmina com a morte das plantas (BORGES, 1999).

Do ponto de vista químico, a cultura se desenvolve melhor em solos com pH de 5,0 a 6,0 e saturação por bases, V, superior a 70% (LIMA, 1999).

O maracujazeiro é uma planta que absorve grande quantidade de nutrientes, principalmente N (205 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), K (184 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) e Ca (152 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>). Do total de N e K absorvidos, 22,0 e 44,5%, respectivamente, são acumulados nos frutos. A absorção de nutrientes aumenta a partir do 6<sup>o</sup> mês e após a frutificação (8<sup>o</sup> e 9<sup>o</sup> meses), quando o crescimento da planta é intenso, elevando-se a absorção de N, K e Ca (BORGES, 1999). Tal panorama indica que o parcelamento da adubação deve-se respaldar, sobretudo, nessa marcha de absorção de nutrientes, como também na textura do solo, no comportamento dos nutrientes no solo, no regime pluviométrico, no sistema de plantio (irrigado ou sequeiro) e na disponibilidade de mão-de-obra, dentre outros.

Trabalho realizado por HAAG (1973) revelou a seguinte marcha de absorção de nutrientes pela cultura do maracujazeiro ao longo do seu 1<sup>o</sup> ano de produção, em ordem decrescente: N > K > Ca >> S > P > Mg. Por sua vez, BAUMGARTNER (1987) apresentou a seguinte marcha de absorção para a cultura do maracujazeiro, nas condições de primeiro ano de produção: N, K, Ca, S, Mg, P, Fe, B, Mn, Zn, Cu e Mo. Entretanto, verificou-se certa escassez

de trabalhos revelando a marcha de absorção de nutrientes para as condições de segundo ano de cultivo; contudo, após a realização da poda de renovação, é razoável supor que tal marcha de absorção se apresente de forma similar àquela revelada para as condições do primeiro ano de produção.

Nesse contexto, para atender às necessidades nutricionais do maracujazeiro, faz-se necessária a determinação dos níveis de nutrientes no solo e, ou, na planta e, assim, quantificar as doses adequadas de calcário e fertilizantes que devem ser aplicadas (BORGES, 1999).

Apesar de existir variação muito grande com relação às recomendações de adubação, inclusive quanto à marcha de absorção de macro e micronutrientes, em razão, principalmente, dos tipos de solos e dos regimes pluviométricos das regiões onde foram conduzidos experimentos e, ou, plantios comerciais, há uma concordância entre autores de que o nitrogênio é o elemento que mais condiciona o crescimento e o rendimento do maracujá, seguido do potássio (MANICA, 1981; SILVA e SÃO JOSÉ, 1994).

Para MALAVOLTA (1994), apesar de os resultados de vários estudos serem divergentes quanto aos efeitos de nutrientes na produção de matéria seca, todos os estudos coincidem, indicando que a carência de nitrogênio produz o efeito mais marcante na redução da produção de matéria seca.

De modo geral, 80 a 85% do total de nitrogênio das plantas encontra-se em proteínas. As células vegetais apresentam, em média, 5% de proteína. Uma planta deficiente em nitrogênio exhibe deficiência protéica que se caracteriza, nos tecidos diversos, pela presença de menor número de células, que são de menores dimensões quando comparadas com células de plantas normais. Como consequência, as plantas deficientes em nitrogênio apresentam pequeno porte e menor número de ramos, os quais são mais finos e com tendência para crescimento vertical, menor número de folhas, redução da área foliar e queda prematura das folhas mais velhas. Também, os cloroplastos, organelas responsáveis pela fotossíntese, são ricos em nitrogênio. Assim, a carência de nitrogênio conduz os cloroplastos formados ao colapso e à não-formação de novos, que por fim implicará amarelecimento generalizado das folhas por falta de clorofila (MANICA, 1981; KLIEMANN et al., 1986; BAUMGARTNER, 1987; RUGGIERO, 1996).

## 2.2. Irrigação do maracujazeiro

CHRISTOFIDIS (2001), citando trabalho publicado pela FAO, relatou que a área irrigada no mundo, em 1997, correspondia a 17,7% da área total ocupada com a atividade agrícola, respondendo por 40% da produção agrícola mundial. Em 1998, o consumo de água pela agricultura irrigada, em nível mundial, foi de cerca de 70% de toda água doce consumida, enquanto 23% foram utilizados pela indústria e 7% destinados ao abastecimento humano (SANTOS, 1998). No Brasil, CARDOSO et al. (1998) e SANTOS (1998) estimaram que a agricultura irrigada consumia 50% do total de água derivada das fontes. Todavia, sabe-se que apenas 5% da área total ocupada com a atividade agrícola no Brasil é irrigada, respondendo com 16% da produção agrícola, que por sua vez respondem por 25% do valor dessa produção. Assim, é fácil conceber a irrigação como ferramenta fundamental na produção agrícola.

A demanda por alimentos cresce com a população. Segundo PAZ et al. (2000), a crise alimentar é tão grande que a produção de alimentos tem sido tema de estudos de diversas instituições internacionais, como a FAO e as ONGs, revelando estimativas e previsões preocupantes. Dessa forma, a necessidade de aumento da produção agrícola visando ao suprimento da crescente demanda por alimentos e fibras é uma necessidade. Uma das formas de atender a tal demanda é por meio do aumento da produtividade, que por sua vez requer incremento tecnológico na atividade agrícola. Dentre as formas plausíveis de incremento tecnológico na agricultura, cita-se a adoção da técnica de irrigação.

O uso da irrigação é cada vez mais imprescindível para aumentar a produtividade e a produção agrícola, visando atender à crescente demanda por alimentos e fibras, ocasionada pelo aumento da população e da renda “per capita” mundial.

Não obstante, nos últimos anos tem havido certa restrição à expansão da agricultura irrigada, em decorrência da disputa dos recursos hídricos pelos seus múltiplos usuários, uma vez que tais recursos são quantitativa e qualitativamente limitados. Em razão desse paradigma, medidas no sentido de melhorar o manejo da irrigação, visando ao seu uso racional e eficiente, fazem-

se necessárias. O incremento da eficiência de uso de dado insumo provém de toda e qualquer medida adotada para reduzir a quantidade necessária do insumo em questão, com vistas a produzir uma unidade de dado produto.

Quando mal planejada e mal conduzida, a irrigação pode levar a resultados insatisfatórios, acarretando baixa eficiência de uso da água e seu desperdício, salinização dos solos e até mesmo implicações ambientais, como contaminação do lençol freático pela lixiviação de pesticidas, de metais pesados e de nutrientes. Porém, quando bem planejada e bem manejada, a agricultura irrigada contribui de forma substancial para promover transformações socio-econômicas no meio rural, mediante o aumento da renda líquida familiar, a geração de empregos e a fixação do homem no campo, reduzindo o êxodo rural, entre outros.

A concepção básica da irrigação é o suprimento hídrico das culturas, tornando-as menos propensas às incertezas pluviométricas (BERNARDO, 1995).

É notória a importância da água para os seres vivos. Faz-se presente nestes desde processos vitais mais simples até os mais complexos. É parte constituinte do corpo dos seres vivos, na proporção de aproximadamente 80,0%; particularmente, o fruto do maracujá constitui-se de 95,0 e 92,5% de água aos 50 e 80 dias após a antese, respectivamente (MARTINEZ e ARAÚJO, 2001). Além de participar de forma substancial na constituição do fruto do maracujá, a água participa também de vários processos metabólicos, como na absorção de nutrientes e no processo fotossintético; e atua como ativadora enzimática, como termorreguladora e como solvente e transportadora de solutos. De acordo com RUGGIERO (1996), essa memorável atuação fisiológica se confirma sob a forma de alongamento do período de produção, aumento da produtividade e melhoria da qualidade dos frutos.

A irrigação vem se desenvolvendo acentuadamente nos últimos anos, apresentando equipamentos e sistemas para as mais diversas condições (COSTA et al., 2000). No Brasil, a utilização da irrigação suplementar vem se tornando de suma importância, em virtude de boa parte de suas regiões apresentar distribuição pluviométrica irregular.

CARDOSO et al. (1999) citaram as seguintes vantagens do uso da irrigação: menor risco de insucesso dos cultivos, melhoria da qualidade dos

frutos e de produção na entressafra, o que concorrerá para incrementar a rentabilidade da atividade agrícola. Já BERNARDO (1995) fomentou que o uso da irrigação permite manter a umidade do solo em níveis considerados ideais para o pleno desenvolvimento das culturas em todas as fases do seu ciclo. No caso da fruticultura, a irrigação proporciona a obtenção de mais de uma colheita por ano, permite, dentro de certos limites, programar a época ideal de colheita e obter melhores preços na comercialização. No entanto, os problemas com sazonalidade da produção agrícola, baixa qualidade das frutas produzidas e elevado custo na aplicação de fertilizantes ainda são freqüentes.

Nos últimos anos, o método de irrigação localizada vem ganhando espaço na fruticultura irrigada, perante os métodos tradicionais, como o de aspersão e o de superfície, e vem se tornando um dos mais utilizados.

De acordo com BERNARDO (1995), o grande interesse despertado deve-se ao fato de o método proporcionar a aplicação de pequenos volumes de água com pequenas vazões e alta freqüência em uma fração do solo. O método proporciona, ainda, a manutenção da umidade do solo próxima à capacidade de campo, favorecendo a absorção de água e nutrientes, a fertirrigação e o aumento da produção.

AZEVEDO (1986) e BERNARDO (1995) afirmaram que, na irrigação localizada, a área molhada não deve ser superior a 55% da área sombreada pela planta e nem inferior a 20% em regiões úmidas e 30% em regiões de clima semi-árido.

A irrigação é uma prática pouco estudada para o maracujazeiro, mas vários autores concordam que seu uso pode alongar o período de produção, aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos. Os estudos já realizados evidenciam que essa cultura responde bem à irrigação (RUGGIERO et al., 1996). COSTA et al. (2000) reportaram que, na maior parte das regiões produtoras de maracujá do Brasil, o manejo da irrigação ainda é uma prática pouco estudada, porém nas regiões onde a cultura é explorada o uso da irrigação é indispensável, pois essa técnica aumenta a produtividade e permite a produção de forma contínua e uniforme e com frutos de boa qualidade.

Trabalhos com irrigação da cultura do maracujazeiro revelam a importância da irrigação para o incremento da sua produtividade. Eis alguns: de acordo com MELO (2001), a produtividade obtida com uma lâmina de irrigação

de aproximadamente 120% da ETo é 110,6% maior do que aquela proveniente de uma lâmina de irrigação equivalente a 15% da ETo; já MARTINS (1998) obteve incremento na produtividade de 41%, com a aplicação de uma lâmina de irrigação de 85% da ETo, comparativamente ao tratamento não-irrigado (0% da ETo); por sua vez, CARVALHO (1998) conseguiu incremento na produtividade de 18,5%, ao passar de uma lâmina de irrigação de 0% da ETo (sem irrigação) para uma de 79,4% da ETo; já Milne et al. (1977), citados por VASCONCELLOS e DUARTE FILHO (2000), conseguiram incremento de 95% na produtividade do maracujazeiro.

### **2.3. Adubação do maracujazeiro**

Assim como para outras culturas, a adubação do maracujazeiro deve ser procedida com base nos resultados de análise do solo e na expectativa de produtividade. Não obstante, SILVA e SÃO JOSÉ (1994), consultando diversos autores e boletins técnicos de entidades estaduais de assistência técnica, verificaram que as recomendações de adubação disponíveis apresentam variações muito grande, existindo indicações de 30 a 320 g planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N, de 20 a 236 g planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e de 30 a 720 g planta<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Diante dessa situação, é salutar a prudência na determinação de doses de nutrientes, visto que uma decisão equivocada nesse sentido poderá acarretar reflexos negativos, particularmente, sobre o meio ambiente e sobre a viabilidade econômica dos cultivos. Portanto, observações criteriosas sobre recomendações de adubação com base em resultados de pesquisas locais, publicados por instituições credenciadas, devem ser feitas. No entanto, vale ressaltar que algumas preconizações de adubação são apreciáveis, a exemplo daquelas propostas por QUAGGIO e PIZA JÚNIOR (1998).

Ainda sobre doses e balanceamento de nutrientes, outras informações de pesquisa devem ser buscadas, visando a uma adubação racional que, em última análise, consiste em disponibilizar no solo quantidade de nutrientes capaz de suprir a demanda nutricional da cultura, adicionada das perdas, levando-se em conta a fertilidade do solo. Falta e excesso de nutrientes devem ser evitados, e, nesse contexto, a adubação racional pode ser entendida como

o uso mínimo, mas suficiente, de fertilizantes para proporcionar a máxima lucratividade. Assim, vale mencionar que a adubação consiste numa prática que tem por objetivo evitar a exaustão química do solo, mantendo-o em condições potenciais para a produção agrícola. De acordo com RUGGIERO et al. (1996), a experimentação de campo com doses de nutrientes é a melhor maneira de estabelecer critérios para recomendação de adubação. No Brasil, há uma falta crônica de experimentação para muitas espécies, e o maracujazeiro está entre as mais deficitárias.

Segundo MALAVOLTA (1994), solos pouco férteis apresentam certa incapacidade de fornecer a quantidade necessária de nutrientes às plantas, principalmente nas épocas de maior exigência: florescimento e frutificação.

A adubação é um dos aspectos mais importantes na produção do maracujazeiro, porque dela depende a quantidade de frutos produzidos, sua qualidade, o custo de produção e, muitas vezes, o lucro ou prejuízo obtido com a cultura (MANICA, 1981). Entretanto, QUAGGIO e PIZA JÚNIOR (1998) afirmaram que a boa prática da adubação do maracujazeiro exige conhecimentos sobre as características morfofisiológicas da planta, além daqueles relacionados com o comportamento dos fertilizantes no solo e dos efeitos dos nutrientes neles inseridos sobre a planta.

MENZEL et al. (1994b) reportaram que a importância de um programa de adubação para o maracujazeiro deve-se ao fato de a cultura apresentar crescimento contínuo mediante fluxos vegetativos, que são sucedidos por períodos de floração. Desde o início do processo de frutificação existe grande demanda por energia pela planta e drenagem de fotoassimilados das folhas para os frutos em desenvolvimento.

A preocupação em racionalizar a aplicação de insumos agrícolas, como fertilizantes químicos e água, assim como gerar novas tecnologias para a cadeia produtiva, deve-se ao aumento, a partir da década de 80, nas demandas nacional e internacional de sucos e de frutos *in natura* do maracujá.

A adubação interfere nas características externas dos frutos, como aparência, tamanho, coloração e rugosidade da casca; nas características internas, como distúrbios fisiológicos do fruto, porcentagem de suco e teor de SST e ATT. Esses efeitos variam com a espécie estudada (QUAGGIO e PIZA JÚNIOR, 1998).

No que concerne ao parcelamento das adubações, especial atenção deve ser dada ao nitrogênio e ao potássio, sendo recomendado que os mesmos sejam aplicados em até oito vezes ao ano nas regiões com melhor distribuição pluviométrica. Os adubos fosfatados, por sua vez, devem ser aplicados de uma só vez em solos argilosos ou fracionados em até três vezes nos solos arenosos (SILVA e SÃO JOSÉ, 1994).

## **2.4. Função de produção**

Como atividade milenar, a agricultura vem promovendo, ao longo do tempo, o esgotamento de muitos agrossistemas, em decorrência do uso de técnicas empíricas. Nesse contexto, diante da crescente consciência ecológica em nível mundial, que luta pela sustentabilidade ecológica dos agrossistemas, e da economia globalizada, que por sua vez impõe uma competitividade acirrada, torna-se imprescindível a realização de pesquisas que possibilitem o uso mais racional dos recursos naturais e não-naturais utilizados na atividade agrícola, o que concorrerá para maiores sustentabilidades técnica, ecológica e econômica dessa atividade.

Para fins de análise econômica, pode-se usar das expressões comumente denominadas *Função de Produção* ou *Superfícies de Resposta*, haja vista que estas têm como tônica o nível ótimo econômico, em vez do nível ótimo físico. Assim, fica mais evidente a possibilidade de uso racional dos insumos agrícolas, tornando a atividade agrícola mais sustentável nos âmbitos ecológico e econômico.

O emprego das funções de produção na análise e discussão dos resultados dos experimentos agrícolas está bastante difundido atualmente. Sua utilização para determinar os níveis economicamente ótimos dos fatores envolvidos no processo produtivo são os principais pontos de aplicação em experimentos agrícolas.

Define-se função de produção como as relações técnicas entre um conjunto específico de fatores envolvidos num processo produtivo qualquer e a produção física possível de se obter com a tecnologia existente (FERGUNSON, 1988). Já FRIZZONE (1993) a define como uma relação física entre as

quantidades de certo conjunto de insumos e as quantidades físicas que podem ser obtidas do produto para dada tecnologia conhecida.

Dentre os fatores de produção agrícola, a água e os fertilizantes são aqueles que limitam os rendimentos com maior frequência. Desse modo, o controle da irrigação e da fertilidade química do solo constitui critério preponderante para o êxito da agricultura irrigada. A utilização das funções de produção permite encontrar soluções úteis na otimização do uso da água e dos fertilizantes na agricultura irrigada ou na previsão de rendimento das culturas (FRIZZONE, 1993).

No Brasil, as pesquisas visando obter as funções de produção das culturas concentram-se, quase que exclusivamente, na determinação dos níveis ótimos econômicos de fertilizantes (OLIVEIRA, 1993). Segundo MARTINS (1998), na agricultura irrigada o fator água pode ser maximizado, o que permite também otimizar os demais fatores de produção, obtendo-se maiores produtividades com melhor combinação dos insumos utilizados. Para tal, o conhecimento das funções de produção e das superfícies de resposta consiste em instrumento ideal de análise, pois estas permitem determinar as interações entre os fatores e a escolha das soluções mais condizentes com a realidade local para o manejo racional da irrigação em bases técnica e economicamente viáveis.

CUENCA (1989) afirmou que a quantidade de água, a frequência de irrigação, o método de aplicação e a qualidade da água, as condições climáticas, os tratamentos fitossanitários, a época de plantio e as condições de drenagem do solo são os fatores que influenciam as funções de produção das culturas em resposta à água. De acordo com JENSEN e PESEK (1959), a utilidade das funções de produção na agricultura se expressa em dois aspectos: a) a descrição matemática da relação fator–produto permite a informação necessária ao ajustamento do rendimento em níveis economicamente adequados; e b) o uso dos modelos permite avançar nos conhecimentos dos mecanismos biológicos, particularmente naqueles que transformam fatores em produtos.

Segundo HEXEM e HEADY (1978), os modelos matemáticos que descrevem uma função de produção mais comumente utilizados nas análises econômicas das pesquisas agrícolas são: quadrático, raiz quadrada, Cobb-

Douglas, Mitscherlich e o potencial  $3/2$ . Entretanto, o modelo polinomial quadrático, utilizado por diversos pesquisadores, na maioria das vezes foi o que melhor representou estimativas de produção, permitindo uma análise que define os níveis de máxima eficiência econômica.

OLIVEIRA (1993) citou diversos trabalhos de pesquisa envolvendo irrigação e fertilizantes que apontam recomendações genéricas que objetivam a obtenção de máximas produtividades físicas, sem qualquer preocupação com a economicidade. Contudo, a utilização da irrigação com base nessas informações poderá inviabilizá-la do ponto de vista econômico, em virtude de o ótimo econômico geralmente não corresponder à máxima produtividade física. Quando pequena quantidade de água é aplicada, esta é quase que totalmente utilizada pela cultura e, para maiores quantidades, os acréscimos na produtividade por unidade de água aplicada são progressivamente menores, indicando menor eficiência no uso da água quando se está próximo do ponto de produção máxima. A água aplicada, além do ponto de produção máxima, provoca redução da produção em consequência da diminuição da aeração do solo, da lixiviação de nutrientes e, provavelmente, do desenvolvimento de doenças associadas ao excesso de umidade (STEGMAN et al., 1980).

HEXEM e HEADY (1978) utilizaram modelos como o potência  $3/2$ , raiz quadrada e quadrático para determinar a função de produção do milho em grãos, tendo como fatores variáveis a água e o nitrogênio. Os experimentos foram realizados em diferentes anos e locais dos Estados Unidos, sendo evidenciado que os maiores valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) foram encontrados quando se utilizou o modelo polinomial quadrático, confirmando, assim, os trabalhos de pesquisa realizados com o objetivo de determinar os níveis economicamente ótimos com fertilizantes. FRIZZONE (1986) averiguou que o modelo polinomial quadrático tem demonstrado, na maioria das vezes, ser o que melhor representa a estimativa da produção em razão do uso de água e fertilizantes. Outrossim, OLIVEIRA (1993), analisando trabalhos de vários autores que testaram modelos para otimização do uso de fertilizantes, também concluiu que o modelo polinomial quadrático, na maioria das vezes, foi o que melhor representou a estimativa da produção, permitindo a determinação das doses de máxima eficiência econômica.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

---

#### 3.1. Histórico da área experimental

Vale salientar que o presente trabalho foi precedido por outro, desenvolvido nas mesmas parcelas experimentais, durante o primeiro ano de produção da cultura do maracujazeiro. Assim, parece salutar a escrita de um resumo a respeito daquele, pois, doravante, algumas informações mencionadas a respeito deste estarão intimamente relacionadas com aquele. Desta forma, espera-se facilitar a leitura e a compreensão deste trabalho.

Antecedendo ao preparo do terreno, foram retiradas amostras de solo visando à obtenção das características físico-hídricas (Quadro 1A). Contudo, dada a heterogeneidade do solo, dividiu-se a área experimental em três sub-áreas, visando à obtenção das curvas características de retenção de água no solo, às profundidades de 0 a 20 e de 20 a 40 cm. Na Figura 1A são apresentadas as curvas de retenção de água no solo para a referida área.

Com o intuito de evitar a elevada variabilidade natural entre as plantas do maracujazeiro, sementes selecionadas do material Maguary, variedade Marília, foram obtidas do plano de melhoramento da empresa Viveiros Flora Brasil, localizada em Araguari, MG. As sementes foram semeadas em sacos de polietileno pretos perfurados com dimensões de 14 cm x 20 cm x 0,12 mm e plantadas quando atingiram 15 cm de altura.

A cultura foi plantada em seis de março de 2000, utilizando-se espaçamento de 2,0 m entre plantas e 3,0 m entre fileiras e conduzida no

sistema de espaldeamento vertical com um fio de arame a 2,0 m de altura. Inicialmente, as plantas foram conduzidas em haste única, quando se eliminaram as brotações laterais até atingir 2,2 m de altura; a seguir, eliminou-se a gema apical para induzir as brotações laterais superiores. Selecionaram-se as duas brotações opostas mais próximas ao fio de arame, sendo conduzidas uma para cada lado da planta. Quando essas ramificações secundárias atingiram um metro de comprimento, eliminaram-se, novamente, as gemas apicais de cada ramificação secundária, induzindo, assim, a emissão de brotações laterais terciárias ou ramos produtivos.

Utilizou-se do delineamento experimental em blocos casualizados no esquema fatorial 5 x 4, com três repetições e mais um tratamento adicional como testemunha. Os fatores estudados consistiram em cinco lâminas de irrigação ( $L_1=15$ ,  $L_2=30$ ,  $L_3=60$ ,  $L_4=100$  e  $L_5=140\%$  da  $ET_o$ ) combinadas com quatro doses de nitrogênio ( $D_1=275$ ,  $D_2=375$ ,  $D_3=475$  e  $D_4=575$  kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), aplicadas durante os períodos de crescimento vegetativo e de produção da cultura. A testemunha não foi irrigada durante o período de produção, mas recebeu 175 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio no período de crescimento vegetativo e 50 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> durante o período de produção da cultura.

### **3.2. Caracterização da área experimental**

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Sementeira, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, situada no município de Visconde do Rio Branco, MG, em terreno com solo Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, região da Zona da Mata mineira, de coordenadas geográficas 21° 47' de latitude sul, longitude de 42° 50' W e altitude de 352 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo  $A_w$  (Tropical Chuvoso de Savana), com temperatura média anual de 21,07 °C, precipitação média de 1.273 mm e umidade relativa média de 79,5% (FORTES, 1981).

Imediatamente após o término da colheita da safra do primeiro ano de produção, em 30 de abril de 2001, realizou-se a amostragem do solo nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm, objetivando a averiguação da fertilidade química do solo. Visando à otimização de tempo e mão-de-obra e à redução

dos custos com análise laboratorial das amostras de solo, optou-se, inicialmente, por amostrar apenas as parcelas referentes aos tratamentos L<sub>4</sub>D<sub>3</sub> e L<sub>1</sub>D<sub>1</sub> que proporcionaram, respectivamente, a maior e menor produtividades no primeiro ano de produção, considerando a hipótese de que a inexistência de diferenças expressivas na fertilidade química do solo dos tratamentos anteriormente citados implicaria inexistência de diferenças de fertilidade química do solo, entre os tratamentos intermediários. Procedendo, assim, chegou-se aos resultados apresentados no Quadro 2A, evidenciando uma inexpressiva diferença de fertilidade química do solo entre os dois tratamentos amostrados.

### 3.3. Delineamento experimental e caracterização dos tratamentos

O experimento foi realizado no período de maio de 2001 a março de 2002, utilizando-se do delineamento em blocos casualizados, com três repetições, em esquema fatorial 4 x 4, com cinco tratamentos adicionais, totalizando 21 tratamentos. Os fatores estudados consistiram em lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. Dos cinco tratamentos adicionais, quatro foram referentes ao estudo do potencial produtivo do maracujazeiro submetido ao déficit hídrico durante o primeiro ano de produção e um foi referente à testemunha para irrigação (Quadro 3).

Quadro 3 - Composição dos tratamentos do experimento

Lâminas de Irrigação (% da ETo)	DOSES DE NITROGÊNIO (kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> )			
	60	80	100	120
Testemunha*	-	-	0% + 100	-
15-100	15-100% + 60	15-100% + 80	15-100% + 100	15-100% + 120
50	50% + 60	50% + 80	50% + 100	50% + 120
75	75% + 60	75% + 80	75% + 100	75% + 120
100	100% + 60	100% + 80	100% + 100	100% + 120
125	125% + 60	125% + 80	125% + 100	125% + 120

\* A testemunha recebeu a dose de N recomendada pela literatura (DRL).

As lâminas de irrigação foram definidas em função da Evapotranspiração de Referência (ET<sub>o</sub>) e assim denotadas: L<sub>0</sub>=0,0 ET<sub>o</sub> (testemunha); L<sub>1</sub>=1,0 ET<sub>o</sub>; L<sub>2</sub>=0,50 ET<sub>o</sub>; L<sub>3</sub>=0,75 ET<sub>o</sub>; L<sub>4</sub>=1,0 ET<sub>o</sub>; e L<sub>5</sub>=1,25 ET<sub>o</sub>.

A dose de nitrogênio recomendada pela literatura (DRL), equivalente a 100 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, foi definida com base na expectativa de produtividade de 25 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; as demais foram definidas em função do uso da fertirrigação (inicialmente pretendido), que indica uma maior eficiência da adubação, em razão do melhor aproveitamento dos nutrientes adicionados ao solo. Dessa forma, optou-se por adotar duas doses inferiores e uma superior à DRL. Assim, determinou-se que as doses de N correspondentes a cada tratamento para o segundo ano de produção seriam de 60, 80, 100 e 120% da DRL, resultando nas seguintes doses: D<sub>1</sub>=60, D<sub>2</sub>=80, D<sub>3</sub>=100 e D<sub>4</sub>=120 kg de N ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Os tratamentos foram casualizados, conforme a Figura 1.

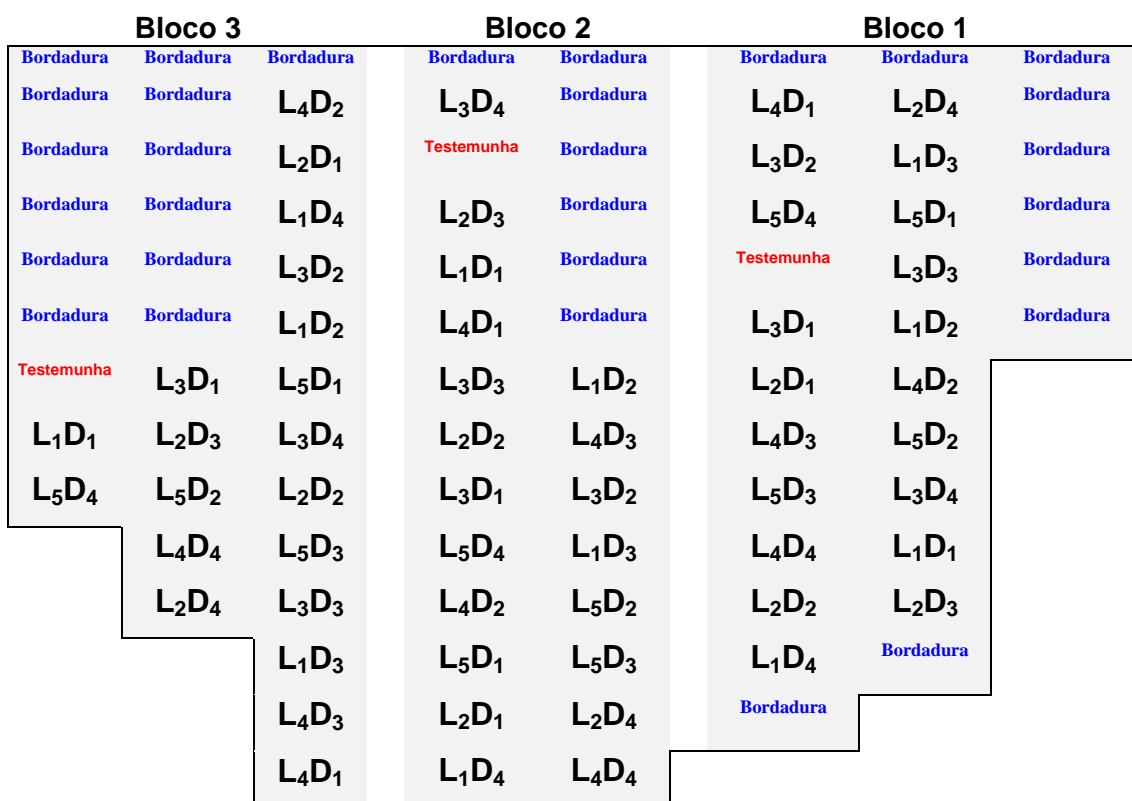


Figura 1 – Croqui com a combinação e a casualização dos tratamentos do experimento no campo.

Estudou-se o efeito da irrigação, do nitrogênio e de suas interações sobre a produtividade e componentes de produção do maracujazeiro, por meio do fatorial constituído por quatro lâminas de irrigação de 50, 75, 100 e 125% da (ETo), combinadas com quatro doses de nitrogênio de 60, 80, 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; por sua vez, o estudo do potencial produtivo da cultura submetida a déficit hídrico durante o 1<sup>o</sup> ano de produção foi procedido, comparando-se os quatro tratamentos irrigados com uma lâmina de irrigação de 15 e 100% da ETo (L<sub>1</sub>), durante o 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> anos de produção, respectivamente, com os quatro tratamentos irrigados com uma lâmina de irrigação de 100% da ETo (L<sub>4</sub>), durante o 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> anos de produção; e o estudo do efeito da irrigação sobre a produtividade e componentes de produção da cultura deu-se por meio da comparação entre a média de cada tratamento com irrigação (50, 75, 100 e 125% da ETo), com a média da testemunha (condição de sequeiro), dentro da dose de nitrogênio de 100 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

### **3.4. Irrigação**

Utilizou-se o Sistema de Suporte à Decisão Agrícola (SISDA<sub>3.5</sub>) para fins de cálculos e manejo das lâminas de irrigação dos tratamentos, com base nos dados de solo, água, sistema de irrigação, clima local e cultura da área experimental. A evapotranspiração de referência (ETo) foi estimada por meio da equação Penman-Monteith padrão FAO (ALLEN, 1998). Dados de insolação, umidade relativa, precipitação e temperaturas máxima e mínima foram obtidos a partir de uma estação meteorológica automática e dados de velocidade de vento a partir de um anemômetro totalizador (Figura 1C). Vale ressaltar que, em virtude de problemas com a bateria da estação, nos períodos de 25/08 a 03/10/01 e de 17/01 a 27/02/02, necessitou-se da utilização de dados de precipitação de um pluviômetro e de temperaturas máxima e mínima de um abrigo meteorológico instalado ao lado do experimento. Nesses períodos, para fins de estimativa da ETo, necessitou-se de utilizar dados de umidade relativa e de insolação do banco de dados do SISDA<sub>3.5</sub>.

As lâminas de irrigação foram aplicadas por meio de um sistema de irrigação por gotejamento. Cada parcela irrigada dispôs de uma linha lateral de

polietileno com oito metros de comprimento e diâmetro interno de ½”, sendo, em cada linha lateral, inseridos seis gotejadores espaçados em um metro, do tipo Auto-Compensante Rain Bug EM-M05 de fabricação da Rain Bird, de forma que cada planta da parcela dispôs de dois gotejadores com vazão de 4,3 L hora<sup>-1</sup>, numa pressão de serviço (PS) de 15 mca. Em cada linha lateral, instalou-se uma válvula tipo globo, por meio da qual era feito o controle da lâmina de irrigação a ser aplicada, fechando-a quando se atingia o tempo de irrigação, enquanto o controle da PS foi feito por meio do uso de um manômetro de mercúrio e de um pitô instalado no início de cada bloco. O sistema de irrigação por gotejamento apresentou, em média, coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) de 90%. Adotaram-se uma porcentagem de área molhada de 30% e uma frequência de duas irrigações por semana.

O sistema de irrigação foi composto por conjunto motobomba elétrico, tubulação de recalque, cabeçal de controle composto por filtro de disco, Venturi e registros, tubulações de distribuição, linhas laterais e gotejadores.

Durante a fase de recuperação vegetativa da cultura (25/05 a 30/09/01), amostras de solo foram coletadas semanalmente, nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, a fim de acompanhar a umidade do solo pelo método-padrão (BERNARDO, 1995) e aferição da umidade do solo apresentada pelo SISDA<sub>3,5</sub>. Após a fase de recuperação vegetativa das plantas, as amostragens do solo passaram a ser realizadas mensalmente.

Utilizou-se Kc de 0,75 durante os primeiros 25 dias do 2º ano de produção (fase de transição), quando, então, realizou-se a poda de renovação, e passou-se a usar Kc de 0,70 (fase de recuperação vegetativa); em seguida, adotou-se Kc de 0,80 (fase de produção II), de acordo com (MELO, 2000).

De posse da ETo e do Kc, obteve-se a evapotranspiração potencial da cultura (ETpc). Em seguida, obteve-se a evapotranspiração real da cultura (ETrc). Calculou-se o Ks (coeficiente de ajuste da evapotranspiração da cultura em função da variação da umidade do solo, adimensional), de acordo com a equação 1 (BERNARDO, 1995).

$$K_s = \frac{\ln(LAD_i + 1)}{\ln(CTA + 1)} \quad (1)$$

em que

$LAD_i$  = água disponível no solo no dia  $i$ , em mm;

CTA = capacidade total de armazenamento de água no solo, em mm; e

$\ln$  = logaritmo neperiano.

Para tanto, a  $LAD_i$  foi calculada conforme a equação 2.

$$LAD_i = \left( \frac{CC - UA_i}{10} \right) D_s Z \quad (2)$$

em que

CC = capacidade de campo, % em peso;

$UA_i$  = umidade atual do solo no dia  $i$ , % em peso;

$D_s$  = densidade do solo, em  $g\ cm^{-3}$ ; e

$Z$  = profundidade efetiva do sistema radicular, em cm.

Por sua vez, a CTA foi calculada por meio da equação 3.

$$CTA = \left( \frac{CC - PM}{10} \right) D_s Z \quad (3)$$

em que, PM corresponde ao ponto de murcha, % em peso.

Em seguida, de posse do  $K_s$ , obteve-se a evapotranspiração real da cultura para condição de irrigação localizada (ETI). O KI (coeficiente de ajuste da evapotranspiração da cultura para condição de irrigação localizada, adimensional) foi obtido a partir da equação 4 (KELLER e BLIESNER, 1990).

$$KI = ((0,0085 AS) + 0,15) \quad (4)$$

em que AS é a área sombreada, em %; se  $AS < AM$  (% de área molhada) usa-se AM.

O valor máximo de AS foi de 28%; portanto, usou-se sempre a AM de 30% para fins de cálculo do KI.

Dados de temperatura, umidade relativa, precipitação, insolação e vento foram obtidos por meio de uma estação meteorológica automática e de um anemômetro totalizador para fins de cálculos da ETo.

O balanço de água no solo foi realizado conforme a equação 5.

$$LAD_i = LAD_{i-1} + I_i + Pe_i - ETc_i - Pp_i \quad (5)$$

em que

$LAD_{i-1}$  = água disponível no solo no dia anterior a  $i$ , em mm;

$Pe_i$  = precipitação efetiva no dia  $i$ , em mm;

$I_i$  = irrigação no dia  $i$ , em mm;

$Pp_i$  = perda por percolação profunda no dia  $i$ , em mm; e

$ETc_i$  = evapotranspiração da cultura no dia  $i$ , em mm.

Salienta-se que, para fins de cálculo da CTA, da  $LAD_i$  e da lâmina de irrigação, considerou-se uma profundidade efetiva do sistema radicular ( $Z$ ) de 40 cm, conforme os resultados do trabalho realizado por CARVALHO (1987), ao passo que o fator de disponibilidade de água ( $f$ ), considerado para fins de cálculo da capacidade real de armazenamento de água no solo (CRA), foi de 0,5. A CRA foi calculada por meio da equação 6.

$$CRA = CTA \cdot f \quad (6)$$

Vale frisar que, antes de calcular a precipitação efetiva no dia  $i$  ( $Pe_i$ ) e a perda por percolação profunda no dia  $i$  ( $Pp_i$ ), fez-se necessário o cálculo do déficit de água no solo no dia  $i$  ( $D_i$ ), por meio das equações 7a e 7b.

$$D_i = CTA - LAD_i \quad \text{se } LAD_i < CTA \quad (7a)$$

$$D_i = 0 \quad \text{se } LAD_i \geq CTA \quad (7b)$$

Conhecido o  $D_i$ , calculou-se a  $Pe_i$ , por meio das equações 8a e 8b.

$$Pe_i = D_i \quad \text{se } P_i > D_i \quad (8a)$$

em que  $P_i$  significa precipitação total no dia  $i$ .

$$Pe_i = P_i \quad \text{se } P_i \leq D_i \quad (8b)$$

A  $Pp_i$  foi calculada por meio das equações 9a e 9b.

$$Pp_i = P_i - D_i \quad \text{se } P_i > D_i \quad (9a)$$

$$Pp_i = 0 \quad \text{se } P_i \leq D_i \quad (9b)$$

Vale mencionar que os balanços de água no solo aqui apresentados referem-se apenas ao bloco um, visto que o manejo da irrigação nos três blocos deu-se de forma similar.

### 3.5. Adubação

Em razão da demora na liberação dos resultados da análise química das amostras de solo, só foi possível iniciar as adubações do segundo ano de produção a partir de 31 de agosto de 2001.

As adubações nitrogenadas, fosfatadas e potássicas foram aplicadas manualmente em cobertura. Todavia, imediatamente após a aplicação dos fertilizantes em solo umedecido, realizou-se a incorporação dos mesmos, com o intuito de reduzir as perdas de nutrientes por volatilização. Utilizaram-se como fonte de nitrogênio, potássio e fósforo o sulfato de amônio, o cloreto de potássio e o superfosfato simples, respectivamente.

As doses de potássio e fósforo foram determinadas em função do resultado da análise de solo (Quadro 2A) e da expectativa de produtividade, ao passo que a dose de nitrogênio recomendada pela literatura (DRL) foi

determinada em razão da expectativa de produtividade (QUAGGIO e PIZA JÚNIOR., 1998). As doses de nitrogênio foram parceladas em 12 vezes e aplicadas a cada 21 dias; já a dose de potássio ( $230 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) foi parcelada em oito vezes e aplicada mensalmente, enquanto a dose de fósforo ( $80 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ) foi aplicada de uma só vez.

Em razão da baixa mobilidade do fósforo no solo, procedeu-se, antes da sua aplicação, à abertura de duas valas com aproximadamente 20 cm de profundidade, em forma de meia lua em torno da planta, nas quais se aplicou o fertilizante (metade da dose em cada vala). Nessa oportunidade, aplicaram-se também 20 g de sulfato de zinco e 10 g de bórax. Já os fertilizantes nitrogenado e potássico foram aplicados sob os gotejadores, na região do bulbo molhado (metade da dose sob cada um dos dois gotejadores). Abdicou-se de usar a matéria orgânica nas adubações do segundo ano de produção, em razão de a quantidade recomendada pelas literaturas para esta contribuir com doses de nutrientes superiores àquela total recomendada.

Vale frisar que, em razão da necessidade de cumprimento de prazo, não foi possível completar o ano agrícola da cultura, resultando na impossibilidade técnica de aplicação das doses totais de nitrogênio definidas por tratamento e da dose total de potássio. Assim, durante o experimento, aplicaram-se apenas 83,0% das doses de nitrogênio por tratamento e 87,5% da dose de potássio.

### **3.6. Tratos culturais**

Após a colheita da safra referente ao primeiro ano de produção, realizou-se a poda de renovação, eliminando todos os ramos velhos e deixando a haste principal, as duas ramificações secundárias e cerca de 10 ramificações terciárias, em cada secundária, com aproximadamente 40 cm de comprimento. Em caráter preventivo, realizou-se semanalmente a aplicação de calda bordalesa 1% (um kg de sulfato de cobre + um kg de cal para 100 litros de água), durante a fase de recuperação vegetativa da cultura.

Ao longo do segundo ano de produção ocorreram os seguintes problemas fitossanitários:

- Antracnose (que tem como agente etiológico o fungo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz).
- Verrugose (que tem como agente etiológico o fungo *Cladosporium herbarum* Link).
- Incidência de lagartas (*Dione juno juno* e *Agraulis vanillae vanillae*).
- Ataque de percevejos (*Holimenya clavigera* Herbst).

Os problemas fitopatológicos foram solucionados por meio de pulverizações com o fungicida Folicur 0,1% e os entomológicos, por meio de pulverizações com os inseticidas Lebaycid 500 a 0,15% e Malathion 0,25%. Nas pulverizações com o inseticida Lebaycid 500, utilizaram-se como isca atrativa 10 g de açúcar por litro de solução. Nesse mesmo período, fez-se, por várias vezes, o controle de ervas daninhas, ora por meio de capinas nas linhas de plantio (1,2 m de largura) e de roçagens nas entrelinhas, ora por meio do herbicida Roundup 1,25%. Na aplicação de Roundup, acrescentou-se na solução óleo diesel na proporção de 1,25%, visando à obtenção de maior eficiência de controle das ervas daninhas.

### **3.7. Características avaliadas**

Entre 04/12/2001 e 15/03/2002 foram realizadas colheitas dos frutos por unidade experimental, duas vezes por semana, para fins de pesagem, classificação e contagem dos frutos. A classificação foi feita conforme a metodologia da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP). O peso dos frutos foi obtido por meio de balança de precisão.

#### **3.7.1. Produtividade de frutos**

A produtividade do maracujazeiro foi obtida pela soma dos pesos dos frutos colhidos em todas as colheitas, por unidade experimental, seguida de extrapolação para o estande de um hectare.

### 3.7.2. Número total de frutos

Contaram-se todos os frutos produzidos por unidade experimental, em todas as colheitas, e, em seguida, extrapolou-se para o estande de um hectare.

### 3.7.3. Número de frutos tipos A, B e C

Foram contados todos os frutos colhidos e classificados em tipos A, B e C por unidade experimental, em todas as colheitas. Posteriormente, fez-se a extrapolação para o estande de um hectare, para cada tipo de fruto.

### 3.7.4. Produtividade equivalente a fruto tipo A (PEA)

Além de possibilitar o estudo do efeito de tratamentos sobre essa característica, o cálculo da PEA também se fez necessário para fins de análise econômica, visto que as CEASAs pagam preços diferenciados pelos tipos de fruto. A PEA foi calculada por meio da equação 10.

$$PEA = FTA + FTB \left( \frac{\text{preço } FTB}{\text{preço } FTA} \right) + FTC \left( \frac{\text{preço } FTC}{\text{preço } FTA} \right) \quad (10)$$

em que

PEA = produtividade equivalente a fruto tipo A, em t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>;

FTA, FTB e FTC = produtividade de frutos tipos A, B e C, respectivamente, t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>;

Preço FTA, preço FTB e preço FTC = preço de frutos tipos A, B e C, respectivamente, R\$ t<sup>-1</sup>.

Para fins de cálculo da PEA, adotaram-se as relações de preços de frutos tipos B e A e C e A sugeridas por PIZA JÚNIOR (1998).

### 3.7.5. Peso médio de frutos

Obtido por meio da relação entre a produtividade de frutos e o número total de frutos produzidos em um hectare.

### 3.8. Análise estatística

As características estudadas foram submetidas à análise de variância (Quadro 4), utilizando-se um nível de significância máximo de 5% para o teste F. Os efeitos de lâminas de irrigação e de doses de nitrogênio foram estudados por meio de regressão (BANZATTO et al., 1989). Já o estudo do potencial produtivo da cultura submetida a déficit hídrico no primeiro ano de produção e o efeito isolado de lâminas de irrigação dentro da dose de nitrogênio de 100 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> deu-se por meio do teste de Dunnett a 5% de significância.

Quadro 4 - Esquema da análise de variância do experimento

Fontes de Variação	Graus de Liberdade
Lâminas de irrigação	3
Doses de nitrogênio	3
Lâminas de irrigação vs. Doses de nitrogênio	9
Recuperação do potencial produtivo	3
Recuperação do potencial produtivo vs. testemunha	1
Fatoriais e adicionais vs. totais	1
Tratamentos totais	(20)
Bloco	2
Resíduo	40
Total	62

### 3.9. Função de produção

A produção de uma cultura depende de muitos fatores. De maneira geral, essa produção pode ser expressa por meio de uma função da seguinte forma:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (11)$$

em que

Y = produtividade da cultura, kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; e

X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub> e X<sub>n</sub> = fatores de produção.

Utilizando dessa relação empírica, por meio de análise de regressão dos fatores independentes (água e nitrogênio) e dos fatores dependentes (características estudadas), estabeleceram-se as funções de produção, o lucro máximo e a superfície de resposta para os fatores em questão, utilizando o modelo polinomial de segundo grau.

#### 3.9.1. Função de produção do maracujá tendo a água como fator variável

O modelo utilizado foi o polinomial do segundo grau da seguinte forma:

$$Y = f(W) = a + b(W) + c(W)^2 \quad (12)$$

em que

Y = produtividade estimada da cultura, em kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>;

W = lâmina d'água total aplicada, em mm ano<sup>-1</sup>;

a, b e c = coeficientes de ajuste.

A lâmina d'água ótima econômica é aquela que proporciona uma PEA que conduz ao lucro máximo (Lu), dado pela equação 13.

$$Lu(W) = (P_y Y) - (P_w W) - C \quad (13)$$

em que

$Lu(W)$  = lucro máximo, em R\$ ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>;  
 $P_y$  = preço do produto, em R\$;  
 $P_w$  = preço do fator água, em R\$ mm<sup>-1</sup>; e  
 $C$  = custo dos fatores fixos, R\$.

O lucro máximo para o fator água é obtido, derivando-se a equação 13 e igualando-a a zero, ou seja:

$$\frac{dLu(W)}{dW} = P_y \left( \frac{dY}{dW} \right) - P_w = 0 \quad (14)$$

desde que  $\frac{d^2 Lu(W)}{(dW)^2} < 0$

em que

$P_y dY/dW$  = valor da produtividade marginal do fator água, R\$ mm<sup>-1</sup>; e  
 $dY/dW$  = produtividade física marginal do fator água, kg ha<sup>-1</sup>.

A produtividade física marginal (PFMa) do fator variável é o aumento do produto físico total decorrente do emprego de uma unidade adicional daquele fator.

Da equação 13, obtém-se

$$\left( \frac{dY}{dW} \right) = \left( \frac{P_w}{P_y} \right) \quad (15)$$

Na equação 15, mostra-se que a receita líquida se maximiza (considerando a água como único fator variável) se a derivada primeira do rendimento em relação à lâmina d'água total (produto físico marginal) for igual à relação de preços do fator e do produto.

Portanto, da equação 12, tem-se

$$\left( \frac{dY}{dW} \right) = b + 2cW = \left( \frac{P_w}{pY} \right) \quad (16)$$

Da equação 16, obteve-se a lâmina de irrigação ótima econômica.

### 3.9.2. Função de produção do maracujá tendo o nitrogênio como fator variável

Analogamente como para o fator água, utilizando-se do modelo polinomial do segundo grau da seguinte forma:

$$Y = f(N) = a + b(N) + c(N)^2 \quad (17)$$

em que

N = dose de nitrogênio utilizada, em  $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

A dose economicamente ótima de nitrogênio é aquela que conduz a uma PEA que proporcione o lucro máximo (Lu), dado pela equação 18.

$$Lu(N) = (Py Y) - (Pn N) - C \quad (18)$$

em que

Lu(N) = lucro máximo, em  $\text{R\$ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ;

Pn = preço do fator nitrogênio, em  $\text{R\$ kg}^{-1}$ ; e

N = dose de nitrogênio aplicada, em  $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

Considerando-se que o Lu(N) tem valor máximo e que o nitrogênio é o único fator variável, tem-se

$$\left( \frac{dY}{dN} \right) = \left( \frac{Pn}{Py} \right) \quad (19)$$

portanto

$$\left( \frac{dY}{dN} \right) = b + 2cN = \left( \frac{Pn}{Py} \right) \quad (20)$$

Da equação 20, obteve-se a dose ótima econômica de nitrogênio.

### 3.9.3. Superfície de resposta do maracujá tendo a água e o nitrogênio como fatores variáveis

Utilizando superfícies de resposta, estudou-se, simultaneamente, o efeito da água e do nitrogênio.

$$Y = f(W, N) \quad (21)$$

O modelo utilizado foi também o polinomial de segundo grau da seguinte forma:

$$Y = b_0 + b_1W + b_2N + b_{11}W^2 + b_{22}N^2 + b_{12}WN \quad (22)$$

em que  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $b_{11}$ ,  $b_{12}$  e  $b_{22}$  são os coeficientes de ajuste.

Os níveis economicamente ótimos dos fatores água e nitrogênio foram aqueles que conduziram a uma PEA, que proporcionou um lucro máximo dado pela equação 23.

$$Lu(W, N) = Py Y - Pw W - Pn N - C \quad (23)$$

em que  $Lu(W, N)$  é o lucro em razão da irrigação e do nitrogênio, em R\$ ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>.

Para que se obtenha o máximo da função  $Lu(W, N)$ , é necessário que  $\partial L/\partial W = 0$ , que  $\partial L/\partial N = 0$  e que o determinante hessiano criado seja negativo.

$$\left( \frac{\partial L}{\partial W} \right) = Py \left( \frac{\partial Y}{\partial W} \right) - Pw = 0 \quad (24)$$

$$\left( \frac{\partial Y}{\partial W} \right) = \left( \frac{Pw}{Py} \right) \quad (25)$$

$$b_1 + 2b_{11}W + b_{12}N = \left( \frac{Pw}{Py} \right) \quad (26)$$

$$\left(\frac{\partial L}{\partial N}\right) = Py\left(\frac{\partial Y}{\partial N}\right) - Pn = 0 \quad (27)$$

$$\left(\frac{\partial Y}{\partial N}\right) = \left(\frac{Pn}{Py}\right) \quad (28)$$

$$b_2 + 2b_{22}N + b_{12}W = \left(\frac{Pn}{Py}\right) \quad (29)$$

A solução do sistema composto pelas equações 26 e 29 forneceu os valores economicamente ótimos para água e nitrogênio.

### 3.10. Eficiência de uso da água

A eficiência de uso da água (*Efic*) foi obtida por meio da relação entre a produtividade de fruto obtida com a cultura, em kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, e a lâmina d'água total aplicada (*ITN<sub>total</sub>*), em mm.

$$Efic = \left(\frac{Y}{ITN_{total}}\right) \quad (30)$$

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

---

### 4.1. Balanço de água no solo e manejo da irrigação

Com aplicações de lâminas de irrigação diferenciadas desde o início do experimento (primeiro de maio de 2001), chegou-se às seguintes lâminas de irrigação por tratamento, ao longo de todo o período experimental (Quadro 5).

Os dados do Quadro 8 indicam que, durante o período de primeiro de maio a 30 de setembro de 2001 (fase de recuperação vegetativa da cultura), a irrigação se fez sempre necessária para garantir o suprimento hídrico da cultura, em razão da escassez de chuvas na região, no período descrito. O oposto pode ser observado no período de primeiro de outubro de 2001 a 15 de março de 2002 (fase de produção), em que praticamente não houve necessidade de irrigação, em razão da ocorrência de chuvas freqüentes. Esses dados evidenciam que a necessidade de irrigação foi mais proeminente num período de baixa demanda evapotranspirométrica, o que culminou na aplicação de pequenas lâminas totais de irrigação por tratamento, durante todo o período experimental.

Quadro 5 – Evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), precipitação (Prec.) e lâminas de irrigação aplicadas, por período, em todos os tratamentos

Período	ET <sub>o</sub> (mm)	Prec. (mm)	Lâminas de Irrigação (mm)					
			L <sub>0</sub>	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>
01/05 a 30/09/01	452,9	151,7	0,0	175,2	94,5	134,9	175,2	215,8
01/10/01 a 15/03/02	974,4	1.110,5	0,0	44,1	22,0	33,2	44,1	55,2
Total	1.427,3	1.262,2	0,0	219,3	116,6	168,1	219,3	271,0

Na Figura 2 está apresentado o balanço de água no solo ao longo de todo o período experimental para o tratamento-testemunha (L<sub>0</sub>). Observa-se, nessa figura, que a lâmina d'água disponível no solo (LAD), ao longo do período de recuperação vegetativa da cultura, esteve quase sempre abaixo da capacidade real de armazenamento de água no solo (CRA), chegando à umidade de ponto de murcha no início de setembro. De acordo com MENZEL et al. (1986), essa configuração representa uma condição de estresse hídrico para a cultura, afetando sensivelmente as características de crescimento da planta. Esses autores reportaram que tensões de água no solo inferiores a 10 atm podem limitar severamente o desenvolvimento vegetativo e o potencial produtivo da cultura, pois a produção de matéria seca é afetada muito antes do aparecimento visual dos sintomas provocados pelo déficit hídrico. Já VASCONCELOS (1994) relatou que, em cultivos comerciais, um dos fatores que mais afetam o florescimento é a umidade do solo, já que, durante veranicos, observam-se menor florescimento e maior queda de botões florais e frutos.

Umidade do solo próxima à capacidade total de armazenamento de água no solo (CTA) foi observada no início de maio, quando ocorreram algumas chuvas e, a partir do início de outubro até meados de março, quando altas precipitações pluviais ocorreram com frequência.

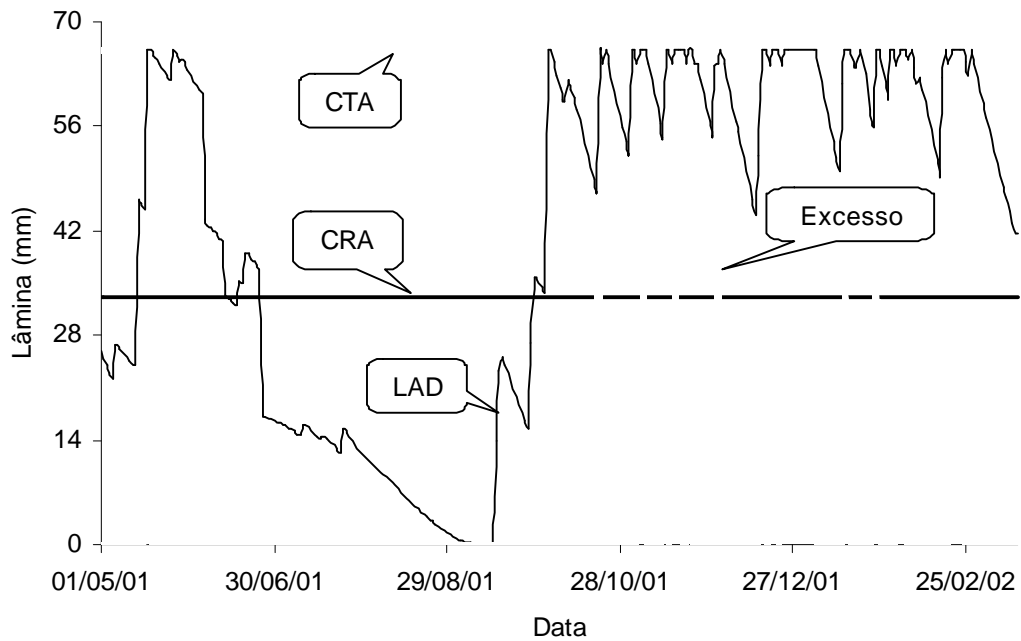


Figura 2 – Balanço de água no solo para o tratamento sem irrigação ou testemunha (L<sub>0</sub>).

Observa-se, na Figura 3, que a LAD foi, por muitas vezes, inferior à CRA, especialmente, no período de maio a setembro, configurando uma condição de deficiência hídrica para a cultura. De acordo com MENZEL e SIMPSON (1994a), plantas submetidas à condição de déficit hídrico, conforme observada na Figura 3, apresentam menor crescimento de folhas, menor produção de flores e frutos menores e com reduzido volume de polpa. Esses autores afirmaram, ainda, que um período de seca bastante severa conduz à queda das folhas e de frutos, na fase inicial de desenvolvimento.

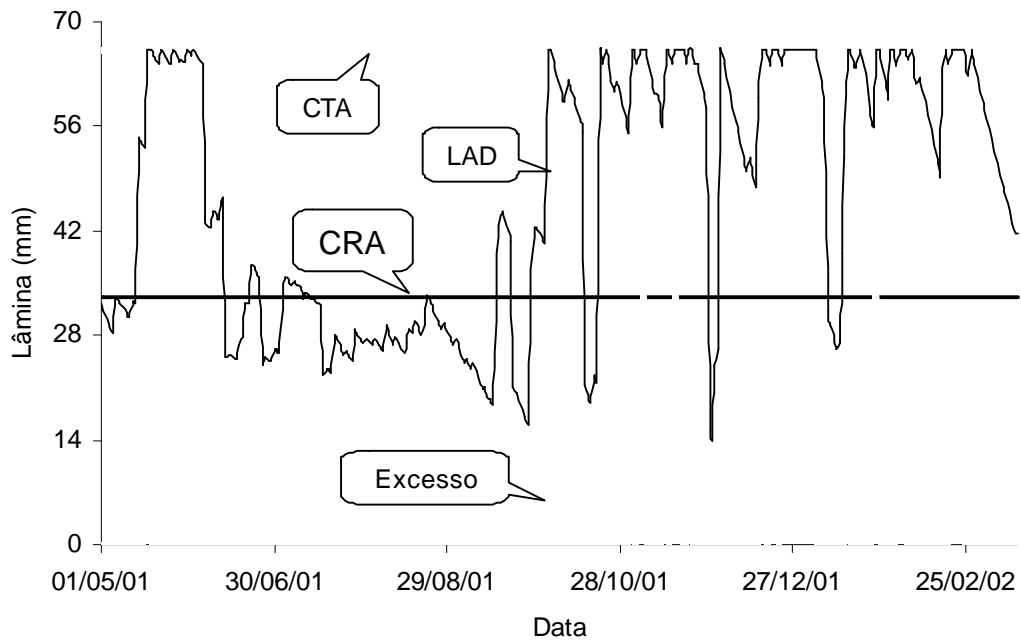


Figura 3 – Balanço de água no solo para o tratamento que recebeu a lâmina de irrigação de 50% da ETo ( $L_2$ ).

Na Figura 4 está apresentado o balanço de água no solo para o tratamento que recebeu a lâmina de irrigação de 75% da ETo. Pode-se observar que a LAD encontra-se acima da CRA, sobretudo no período de recuperação vegetativa da cultura, exceto do meio para o fim do mês de maio de 2001, quando ocorreram algumas chuvas.

Não obstante, na atual conjuntura ambiental e, particularmente, diante da crescente demanda pelos recursos hídricos, promover irrigações assegurando dado nível de déficit hídrico pode ser uma atitude racional. Afinal, aliados a essa questão, resultados de diversos trabalhos objetivando o estabelecimento de funções de produção e da produtividade economicamente ótima, com relação à água, têm revelado que, na maioria das vezes, o ponto ótimo econômico é obtido com a aplicação de uma lâmina de irrigação de aproximadamente 80% da ETo. Assim, o nível de umidade do solo proveniente da aplicação de uma lâmina de irrigação de 75% da ETo (Figura 4) está bem próximo daquele oriundo da aplicação de uma lâmina de irrigação de 80% da ETo.

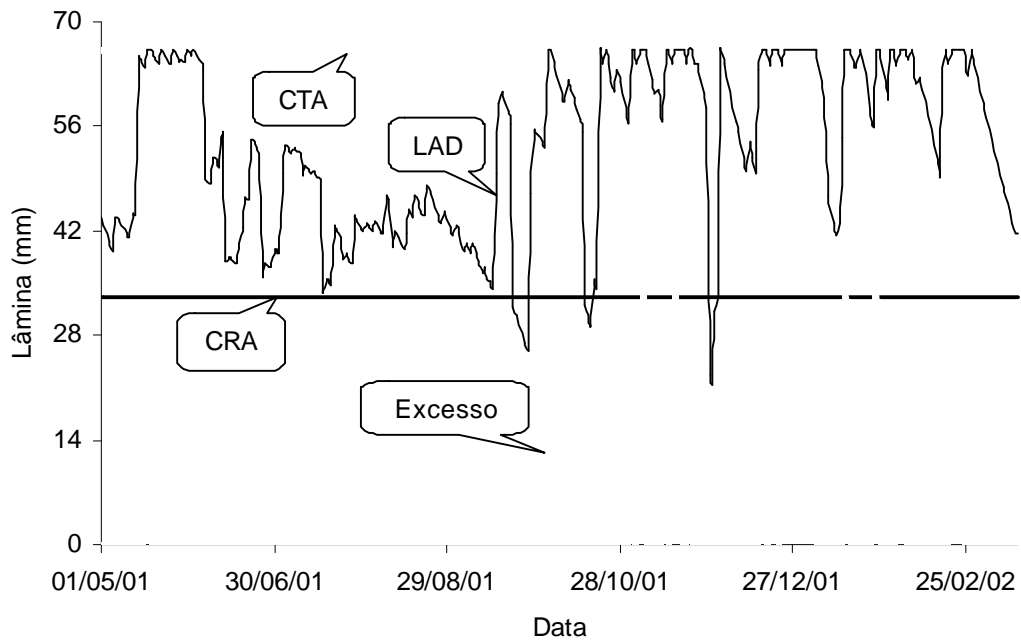


Figura 4 – Balanço de água no solo para o tratamento que recebeu a lâmina de irrigação de 75% da ETo ( $L_3$ ).

Na Figura 5 está apresentado o balanço de água no solo referente ao tratamento que foi submetido a déficit hídrico ao longo do primeiro ano de produção ( $L_1$ ), assim como para aquele que recebeu uma lâmina de irrigação de 100% nos dois anos de cultivo ( $L_4$ ). Observa-se, nessa figura, que a LAD manteve-se próxima da CTA, por praticamente todo o período experimental. Para MENZEL et al. (1986), a condição de umidade do solo observada na Figura 5, no período de maio a setembro de 2001, é aquela considerada ideal para o bom desenvolvimento da cultura e para a obtenção de produtividades satisfatórias.

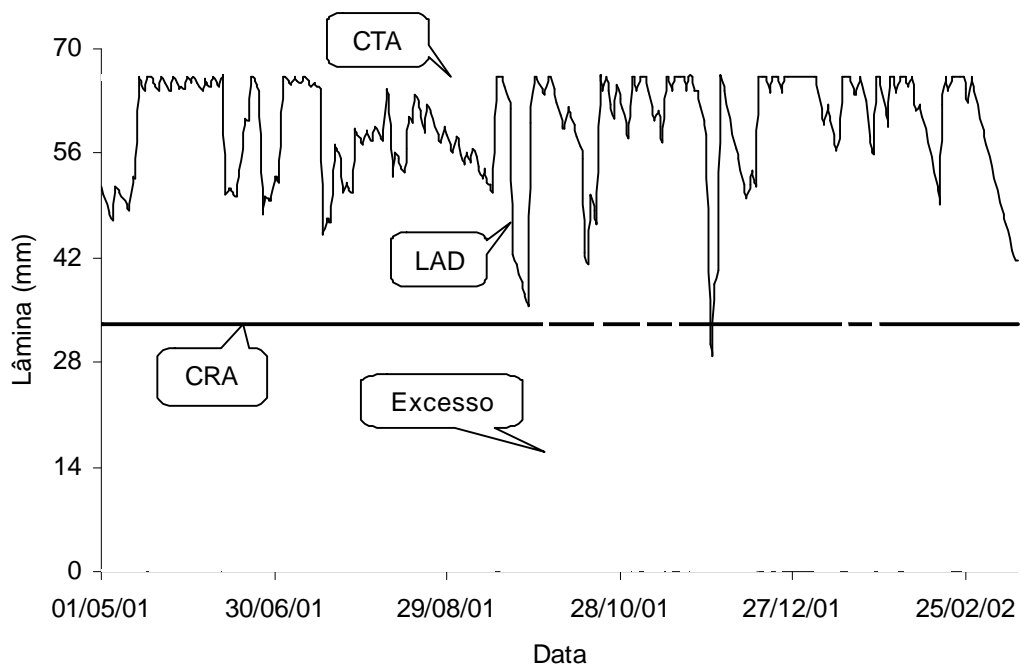


Figura 5 – Balanço de água no solo para o tratamento de déficit hídrico ao longo do primeiro ano de produção ( $L_1$ ) e para o tratamento que recebeu a lâmina de irrigação de 100% da  $ET_0$  ( $L_4$ ).

Analisando o balanço de água no solo para o tratamento que recebeu a lâmina de irrigação de 125% da  $ET_0$ , apresentado na Figura 6, observou-se que a LAD apresentou-se próxima da CTA ao longo de todo o período experimental. Excessos de água no solo ao longo desse mesmo período também foram observados; mas, sobretudo, destaca-se o período compreendido entre primeiro de maio e 30 de setembro de 2001, quando esses excessos decorreram da aplicação de lâminas de irrigação maiores do que aquelas necessárias para elevar a umidade do solo para a capacidade de campo. Essa última evidência caracteriza uma condição de desperdício de água e parece ser irracional sob as óticas de uso eficiente da água, de conservação do solo, sobretudo de sua fertilidade química e de preservação do meio ambiente, dentre outros. Salienta-se, ainda, que os excessos de água no solo observados na Figura 6 conduzem à formação de um ambiente edáfico anaeróbico, que pode comprometer o desenvolvimento da cultura.

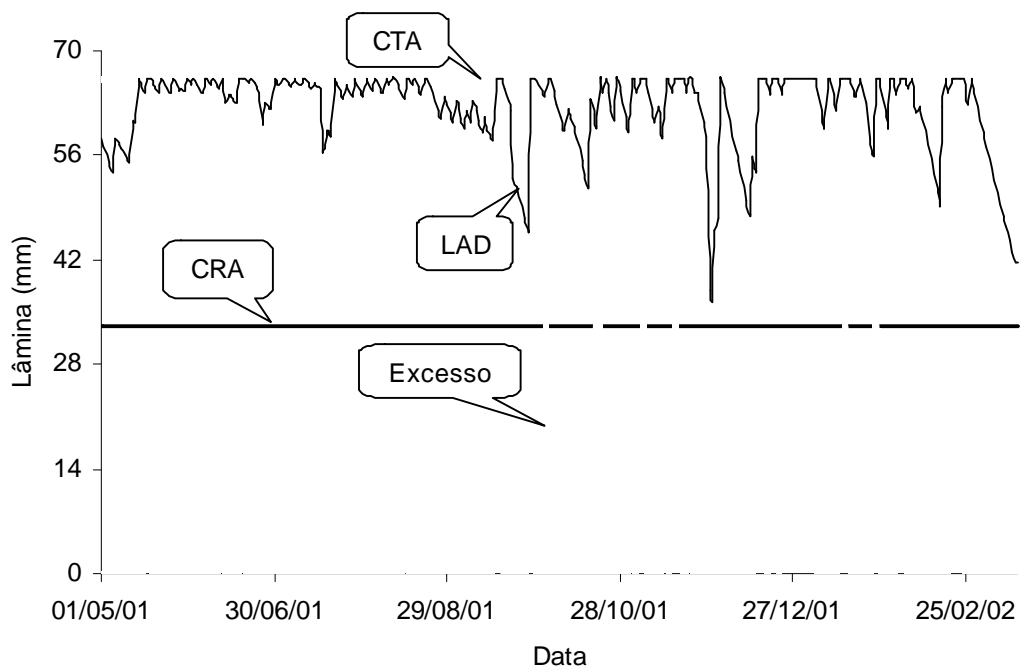


Figura 6 – Balanço de água no solo para o tratamento que recebeu a lâmina de irrigação de 125% da ETo ( $L_5$ ).

Finalmente, destaca-se a condição de excesso de água no solo observada nas Figuras 2 a 6, particularmente no período de primeiro de outubro de 2001 a 15 de março de 2002, ocasião em que foram observadas precipitações pluviais de até  $66,0 \text{ mm dia}^{-1}$ . Salienta-se, ainda, que os excessos de água no solo não se fizeram presentes apenas nos tratamentos que recebiam as maiores lâminas de irrigação, mas também no tratamento sem irrigação (testemunha). Isso evidencia uma condição de igualdade dos tratamentos, do ponto de vista de suprimento hídrico da cultura, o que concorreu para a falta de resposta da cultura para irrigação.

#### 4.2. Efeitos de irrigação, de nitrogênio e de suas interações sobre a produtividade e os componentes de produção do maracujazeiro-amarelo

No Quadro 6 é apresentado um resumo dos resultados das análises de variância de todas as variáveis dependentes estudadas.

Quadro 6 – Resumo da análise de variância de todas as variáveis dependentes estudadas: produtividade, número de frutos tipo A (NFTA), número de frutos tipo B (NFTB), número de frutos tipo C (NFTC), número total de frutos (NTF), peso médio de frutos (PMF) e produtividade equivalente a fruto tipo A (PEA)

Período de colheita: dezembro de 2001 a 15 de março de 2002					
		Produtividade	NFTA	NFTB	NFTC
Causas de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO			
Lâminas (L)	3	6682327 <sup>ns</sup>	161282033 <sup>ns</sup>	31898517 <sup>ns</sup>	214523200 <sup>ns</sup>
Doses (D)	3	31930750 <sup>ns</sup>	168411633 <sup>ns</sup>	73785900 <sup>ns</sup>	1681314000 <sup>ns</sup>
L x D	9	9601118 <sup>ns</sup>	904241 <sup>ns</sup>	186234444 <sup>ns</sup>	545014333 <sup>ns</sup>
CV (%)		30,9	91,8	51,6	56,9
Média ( $\bar{X}$ )		11.559	14.273	18.806	53.059
Desvio (+/-)		3605	12457	10326	29088
Causas de Variação		F calculado			
Regressão		0,519 <sup>ns</sup>	1,019 <sup>ns</sup>	-	1,111 <sup>ns</sup>
Independente		0,882 <sup>ns</sup>	0,273 <sup>ns</sup>	-	0,450 <sup>ns</sup>

Período de colheita: dezembro de 2001 a 15 de março de 2002					
		NTF	PMF	PEA	
Causas de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO			
Lâminas (L)	3	66205167 <sup>ns</sup>	343 <sup>ns</sup>	6610917 <sup>ns</sup>	
Doses (D)	3	2114243000 <sup>ns</sup>	287 <sup>ns</sup>	11556620 <sup>ns</sup>	
L x D	9	513043444 <sup>ns</sup>	173 <sup>ns</sup>	5128432 <sup>ns</sup>	
CV (%)		34,3	14,8	35,7	
Média ( $\bar{X}$ )		86.138	136,47	7.369	
Desvio (+/-)		28813	18,73	2619	
Causas de Variação		F calculado			
Regressão		-	0,857 <sup>ns</sup>	1,318 <sup>ns</sup>	
Independente		-	0,139 <sup>ns</sup>	0,423 <sup>ns</sup>	

<sup>ns</sup> Valores não-significativos a 5% de significância, pelo teste F.

Observa-se, no Quadro 6, que não houve efeito significativo de irrigação, de nitrogênio e de suas interações para todas as variáveis estudadas, em um nível de significância de 5%, pelo teste F.

Após análise de regressão dos dados para interação lâminas de irrigação vs. doses de nitrogênio, observou-se que apenas os dados das variáveis dependentes produtividade, NFTA, NFTC, PMF e PEA ajustaram-se a um modelo polinomial quadrático. Entretanto, suas análises de regressão também revelaram efeito não-significativo pelo teste F, em um nível de significância de 5%.

A falta de resposta para irrigação deveu-se às chuvas intensas e freqüentes ocorridas no período de primeiro de outubro de 2001 a 15 de março de 2002, conforme pode ser observado na Figura 7. Vale frisar que os excessos de água no solo, particularmente no referido período, conforme foi mostrado nas Figuras 2 a 6, referentes ao balanço de água no solo, decorreram dessas chuvas. Isso revela que, na fase de maior demanda hídrica da cultura, floração e frutificação, os tratamentos encontravam-se equiparados em relação ao suprimento hídrico da cultura. As precipitações pluviais ocorridas só nesse período totalizaram 1.110,5 mm e, ao longo de todo o período experimental (dez meses e meio), 1.262,2 mm. De acordo com FORTES (1981), a precipitação média histórica anual para Visconde do Rio Branco, MG, é de 1.273 mm. Portanto, a precipitação total contabilizada nos 10 meses e meio de experimento é praticamente igual à precipitação média histórica anual desse município, revelando, assim, uma situação pluvial atípica.

Segundo MANICA (1981) e RUGGIERO et al. (1996), em regiões com altas precipitações nos períodos de florescimento e frutificação, deve-se esperar uma redução na produção, pois os estigmas necessitam permanecer secos por no mínimo duas horas após a polinização, visto que o grão de pólen arrebenta-se instantaneamente quando em contato com a umidade. SOUZA e MELETTI (1997) e RIZZI et al. (1998) salientaram que chuvas intensas e freqüentes acarretam redução da polinização. Contudo, mesmo diante de tamanha adversidade, a produtividade média obtida de 11.559 kg ha<sup>-1</sup> (Quadro 6), com apenas três meses e meio de colheita, não parece ruim para as condições climáticas da Zona da Mata mineira. Considerando que o maracujazeiro nessa região consegue produzir até meados de julho, acredita-

se que a expectativa de produtividade de  $25 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  poderia ser alcançada por meio da continuidade das colheitas até julho de 2002.

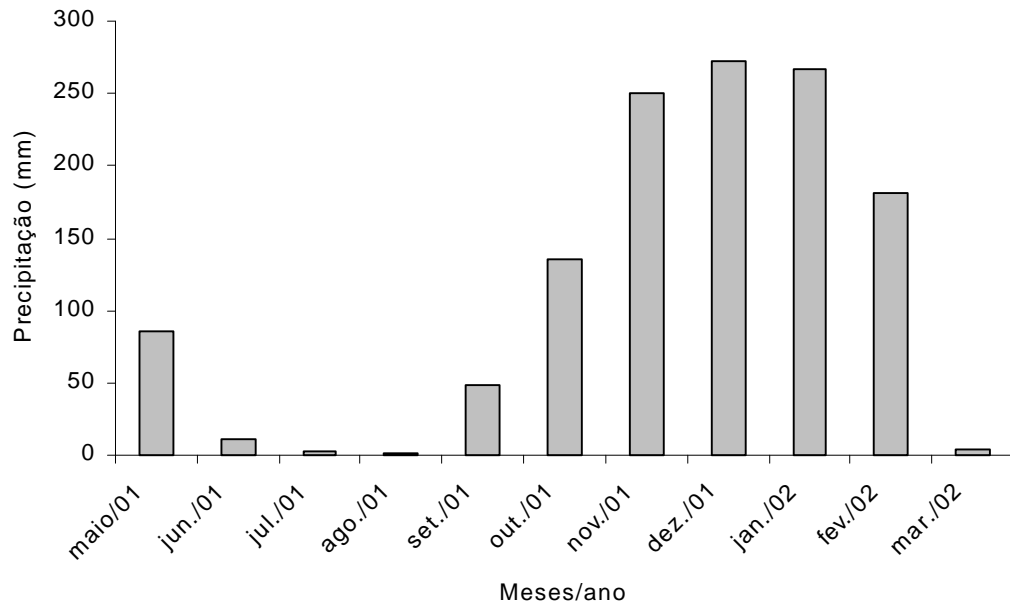


Figura 7 – Precipitações mensais ocorridas durante o período experimental.

A obtenção de uma produtividade próxima da produtividade esperada ( $25 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), utilizando 60% da dose de nitrogênio recomendada pela literatura ( $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), indica que o solo pode ter fornecido parte do nitrogênio utilizado pela planta ou que o maracujazeiro aproveitou melhor o nitrogênio aplicado ao solo, em razão do adequado fornecimento de água à cultura e do adequado parcelamento das doses de nitrogênio. Essa segunda hipótese indica que a irrigação otimiza o uso de fertilizantes na agricultura e, conseqüentemente, evita a aplicação de doses elevadas de fertilizantes, que contribuem para o aumento do custo de produção e para a contaminação ambiental. Dessa forma, produtores da região da Zona da Mata mineira podem estar superestimando a adubação nitrogenada para a cultura do maracujazeiro.

Em se tratando do peso médio de fruto obtido neste trabalho (Quadro 6), observa que este é 5% inferior àquele citado por PIZA JÚNIOR (1998) para o

material genético Maguary, aproximadamente igual àquele obtido por SOUSA (2000) e 28% inferior àquele obtido por MELO (2000).

Finalmente, a falta de resposta para os fatores água e nitrogênio deu-se diante de uma situação pluviométrica atípica e para um período de coleta de dados coincidente com tal situação pluvial.

#### **4.3. Efeito da irrigação sobre a produtividade e os componentes de produção do maracujazeiro-amarelo**

Os resultados apresentados no Quadro 7 revelam que não houve efeito significativo de irrigação para todas as variáveis dependentes estudadas, em um nível de significância de 5% pelo teste de Dunnett, nas condições em que o experimento foi realizado.

A falta de resposta para irrigação deve-se às chuvas freqüentes e intensas ocorridas ao longo do período experimental, mas, particularmente, no período de maior demanda hídrica da cultura (floração e frutificação), em que os tratamentos revelaram-se nivelados quanto ao suprimento hídrico da cultura.

Quadro 7 – Valores de contrastes entre as médias dos tratamentos irrigados com 50, 75, 100 e 125% da ETo e a média do tratamento não-irrigado (0% da ETo), dentro da dose de nitrogênio de 100 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, para todas as variáveis dependentes estudadas: produtividade, número de frutos tipo A (NFTA), número de frutos tipo B (NFTB), número de frutos tipo C (NFTC), número total de frutos (NTF), peso médio de frutos (PMF) e produtividade equivalente a fruto tipo A (PEA)

Período de colheita: dezembro de 2001 a 15 de março de 2002				
	Produtividade	NFTA	NFTB	NFTC
Contrastes				
C <sub>1</sub>	3593 <sup>ns</sup>	3334 <sup>ns</sup>	3982 <sup>ns</sup>	24727 <sup>ns</sup>
C <sub>2</sub>	1359 <sup>ns</sup>	2037 <sup>ns</sup>	3890 <sup>ns</sup>	10743 <sup>ns</sup>
C <sub>3</sub>	4099 <sup>ns</sup>	185 <sup>ns</sup>	10187 <sup>ns</sup>	22597 <sup>ns</sup>
C <sub>4</sub>	3167 <sup>ns</sup>	5927 <sup>ns</sup>	15188 <sup>ns</sup>	49454 <sup>ns</sup>
d'	8340	27757	19816	63291

Período de colheita: dezembro de 2001 a 15 de março de 2002			
	NTF	PMF	PEA
Contrastes			
C <sub>1</sub>	32043 <sup>ns</sup>	11 <sup>ns</sup>	2005 <sup>ns</sup>
C <sub>2</sub>	12873 <sup>ns</sup>	8 <sup>ns</sup>	727 <sup>ns</sup>
C <sub>3</sub>	33062 <sup>ns</sup>	6 <sup>ns</sup>	2308 <sup>ns</sup>
C <sub>4</sub>	38619 <sup>ns</sup>	22 <sup>ns</sup>	930 <sup>ns</sup>
d'	65872	48	6081

<sup>ns</sup> Valores não-significativos a 5% de significância, pelo teste de Dunnett.

#### 4.4. Avaliação do potencial produtivo do maracujazeiro-amarelo advindo da condição de déficit hídrico ao longo do primeiro ano de produção

Apesar de Morton (1967) e Fisch (1975), citados por MENZEL e SIMPSON (1994a), reportarem que a falta de umidade no solo pode não só afetar a produção atual, mas, também, o desenvolvimento dos ramos e o florescimento do próximo ciclo de produção, observa-se, nos resultados apresentados no Quadro 8, que não houve diferença estatística entre as médias dos tratamentos estudados, em um nível de significância de 5%, pelo teste de Dunnett, para todas as variáveis dependentes estudadas.

Quadro 8 – Valores de contrastes entre as médias dos tratamentos advindos da condição de déficit hídrico no primeiro ano de produção e dos tratamentos irrigados com 100% da ETo durante os dois anos de cultivo, para todas as variáveis dependentes estudadas: produtividade, número de frutos tipo A (NFTA), número de frutos tipo B (NFTB), número de frutos tipo C (NFTC), número total de frutos (NTF), peso médio de frutos (PMF) e produtividade equivalente a fruto tipo A (PEA)

Período de colheita: dezembro de 2001 a 15 de março de 2002				
	Produtividade	NFTA	NFTB	NFTC
Contrastes				
C <sub>1</sub>	2133 <sup>ns</sup>	19171 <sup>ns</sup>	5371 <sup>ns</sup>	8613 <sup>ns</sup>
C <sub>2</sub>	2948 <sup>ns</sup>	22505 <sup>ns</sup>	17504 <sup>ns</sup>	1852 <sup>ns</sup>
C <sub>3</sub>	4367 <sup>ns</sup>	5371 <sup>ns</sup>	8705 <sup>ns</sup>	17689 <sup>ns</sup>
C <sub>4</sub>	637 <sup>ns</sup>	7409 <sup>ns</sup>	741 <sup>ns</sup>	21671 <sup>ns</sup>
d'	8964	29834	21298	68025

Período de colheita: dezembro de 2001 a 15 de março de 2002			
	NTF	PMF	PEA
Contrastes			
C <sub>1</sub>	5186 <sup>ns</sup>	16 <sup>ns</sup>	2133 <sup>ns</sup>
C <sub>2</sub>	6853 <sup>ns</sup>	26 <sup>ns</sup>	2948 <sup>ns</sup>
C <sub>3</sub>	31766 <sup>ns</sup>	3 <sup>ns</sup>	4367 <sup>ns</sup>
C <sub>4</sub>	13521 <sup>ns</sup>	12 <sup>ns</sup>	637 <sup>ns</sup>
d'	70799	52	8964

<sup>ns</sup> Valores não-significativos a 5% de significância, pelo teste de Dunnett.

Em tese, espera-se que as plantas dos tratamentos advindos da condição de suprimento hídrico total nos dois anos de cultivo disponham de maior potencial produtivo que aquelas advindas de uma condição de supressão hídrica durante o primeiro ano de produção. Entretanto, diante de uma condição pluvial adversa, é razoável supor que aquelas de potencial produtivo supostamente maior tenham sofrido, de forma mais intensa, os efeitos das chuvas do que aquelas de potencial produtivo, possivelmente menor. Nessa condição, a igualdade estatística das médias dos tratamentos pode decorrer da adversidade pluvial e não de uma igualdade de potencial produtivo dessas plantas, ou seja, as plantas dos tratamentos advindos da condição de suprimento hídrico total nos dois anos de cultivo proporcionaram respostas

estatisticamente iguais àquelas proporcionadas pelas plantas dos tratamentos de supressão hídrica no primeiro ano de produção, não necessariamente por elas se equivalerem, em termos de potencial produtivo, mas, sim, pela impossibilidade de exteriorização do potencial produtivo daquelas de potencial produtivo supostamente maior.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

---

O presente trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental Sementeira, pertencente à Universidade Federal de Viçosa, situada no município de Visconde do Rio Branco, MG, latitude 21° 47' sul, longitude 42° 50' W e altitude de 352 m.

O experimento foi conduzido no período de primeiro de maio de 2001 a 15 de março de 2002, com os seguintes objetivos: determinar o efeito de lâminas de irrigação, de doses de nitrogênio e de suas interações sobre a produtividade e componentes de produção do maracujazeiro-amarelo, na região da Zona da Mata mineira; estabelecer as funções de produção e as superfícies de resposta do maracujazeiro-amarelo em resposta a lâminas de irrigação e a doses de nitrogênio; e avaliar o potencial produtivo da cultura, submetida a déficit hídrico, ao longo do primeiro ano de produção. O experimento constituiu-se de 21 tratamentos e foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial, com três repetições. Dezesesseis tratamentos advieram da combinação de quatro lâminas de irrigação de 50, 75, 100 e 125% da ETo, combinadas com quatro doses de nitrogênio de 60, 80, 100 e 120 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>; quatro foram provenientes dos tratamentos em que as plantas foram submetidas a déficit hídrico, ao longo do seu primeiro ano de produção; e uma testemunha, para irrigação.

A ETo foi estimada pelo método de Penman-Monteith padrão FAO (FAO 56, 1998), e as irrigações foram efetuadas por meio de um sistema de irrigação por gotejamento, com dois gotejadores por planta, com vazão de 4,3 L h<sup>-1</sup>

trabalhando com pressão de serviço de 15 mca. As doses de nitrogênio foram parceladas em 12 vezes e aplicadas a cada 21 dias, a dose de potássio foi parcelada em oito vezes e aplicada mensalmente e a dose de fósforo foi aplicada de uma só vez.

Nas condições em que o experimento foi realizado, os resultados indicaram que:

- A irrigação, o nitrogênio e a interação irrigação vs. nitrogênio não incrementaram significativamente a produtividade e os componentes de produção do maracujazeiro-amarelo, impossibilitando, assim, o estabelecimento das funções de produção e das superfícies de resposta.
- As plantas dos tratamentos de deficiência hídrica ao longo do primeiro ano de produção apresentaram potencial produtivo igual ao das plantas dos tratamentos de suprimento hídrico total nos dois anos de cultivo.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

AGRIANUAL 2000 – **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP – Consultoria & Comércio, 2000.

ALLEN, R. G.; et al. **Crop evapotranspiration** – guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 310 p. (FAO Irrigation and Drainage, Paper 56).

ARAÚJO, C. M. et al. Características industriais do maracujá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) e maturação do fruto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n. 9, p. 65-69, 1974.

AULAR, J.; ROJAS, E. Influencia del nitrógeno sobre el crecimiento vegetativo y producción de la parchita (*Pasiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener). **Agronomía Tropical**, v. 44, n. 1, p. 121-134, 1994.

AZEVEDO, H. M. Irrigação localizada. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, n. 139, p. 40-53, 1986.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 1989. 247 p.

BAUMGARTNER, J. G. Nutrição e adubação. In: RUGGIERO, C. Ed. **Maracujá**. Ribeirão Preto, SP: Legis Summa, 1987. p. 86-96.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 6. ed. Viçosa, MG: UFV, 1995. 657 p.

BORGES, A. L. **O cultivo do maracujá**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 129 p. (Circular Técnica; 35).

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

CARDOSO, C. E. L.; et al. **O cultivo do maracujá**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 129 p. (Circular Técnica; 35).

CARDOSO, H. E. A.; MANTOVANI, E. C.; COSTA, L. C. As águas da agricultura. **Agroanalysis**. Rio de Janeiro, v. 18, n. 3, p. 27-28, 1998.

CARVALHO, A. J. C. **Composição mineral e produtividade do maracujazeiro-amarelo em resposta a adubações nitrogenada e potássica sob lâminas de irrigação**. 1998, 109 f. Tese (Doutorado) - Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ.

CARVALHO, S. L. C. Estudo da distribuição do sistema radicular do maracujazeiro-amarelo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1987, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: SBF, 1987. p. 609-612.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras, MG: Escola Superior de Agricultura de Lavras, Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, 1990. p. 235-289.

CHRISTOFIDIS, D. Prática da irrigação no mundo. **Revista ITEM**. ABID, n. 49, p. 8-13, 2001.

COSTA, E. L.; et al. Irrigação da cultura do maracujazeiro. A cultura do maracujazeiro. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 21, n. 206, p. 59-66, 2000.

CUENCA, R. H. **Irrigation system design, an engineering approach**. New Jersey: Department of Agricultural Engineering; Oregon State University, 1989. p. 346-350.

FERGUSON, C. E. **Teoria micro-econômica**. 11. ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora Forense-Universitária, 1988. 609 p.

FIGUEIREDO, R. W.; et al. Estudo das características físicas e do rendimento do maracujá amarelo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1987, Campinas. **Anais...** Campinas, SP: SBF, 1987. p. 613-617.

FORTES, J. M. **Efeitos de duas épocas de plantio em diferentes pesos de mudas e espaçamentos sobre o peso médio dos frutos de abacaxi da cultivar Smooth Cayenne (*Ananas comosus*, L. Merrill) na Zona da Mata mineira**. 1998, 81 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, SP.

FRIZZONE, J. A. **Função de resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ao uso de nitrogênio e lâminas de irrigação**. 1986, 136 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, SP.

FRIZZONE, J. A. **Funções de resposta das culturas à irrigação**. Piracicaba, SP: Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, 1993. [s. n.]. 42 p. (Série Didática, nº 006).

HAAG, H. P.; et al. **Absorção de nutrientes por duas variedades de maracujá**. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, 1973. v. 30, p. 267-279.

HEXEM, R. W.; HEADY, E. O. **Water production function for irrigated agriculture**. Iowa: The Iowa State University Press, 1978. 215 p.

JENSEN, M. E.; PESEK, J. Generalization of yield of equation in two or more variables. I. Theoretical considerations. **Agronomy Journal**, 1959. v. 51, p. 255-259.

KAVATI, R. Florescimento e frutificação do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MARACUJAZEIRO, 1998, Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal, SP: [s. n.], 1998. p. 107-129.

KELLER, J.; BLIESNER, R. D. **Sprinkle and trickle irrigation**. New York: Avibook, 1990. 649 p.

KLIEMANN, H. J.; CAMPELO JÚNIOR, J. H. Nutrição mineral e adubação do maracujazeiro. In: HAAG, H. P. **Nutrição mineral e adubação de fruteiras tropicais**. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1986. p. 247-284.

LIMA, A. de A. **O cultivo do maracujá**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 129 p. (Circular Técnica; 35).

MALAVOLTA, E. **Nutricion y fertilizacion del maracuya**. Quito: INPOFOS, 1994. 52 p.

MANICA, I. **Fruticultura tropical 1: maracujá**. São Paulo: Ceres, 1981. 151 p.

MANICA, I. Maracujazeiro: taxionomia – anatomia – morfologia. In: MANICA, I. **Maracujá: temas selecionados**. [S.l.: s.n.], 1997. p. 7-24.

MARACUJÁ. **Frutiséries**. n. 4, Brasília, DF, p. 1-4, 2000.

MARTINEZ, H. E. P.; ARAÚJO, R. da C. Nutrição e adubação. In: MARTINEZ, H. E. P.; ARAÚJO, R. da C. **Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado**. Porto Alegre: [s.n.], 2001. p. 163-187.

MARTINS, D. P. **Resposta do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa* Deg.) a lâminas de irrigação e doses de nitrogênio e potássio**. 1998, 84 f. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ.

MATSUMOTO, S. N.; SÃO JOSÉ, A. R. Fatores que afetam a frutificação do maracujazeiro amarelo. In: SÃO JOSÉ, A. R. Ed. **A cultura do maracujá no Brasil**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 1991. p. 109-123.

MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. L. S. **O cultivo do maracujá**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 129 p. (Circular Técnica; 35).

MEDINA, J. C.; et al. **Maracujá: da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas, SP: ITAL, 1980. p. 161-195. (Frutas Tropicais; 9).

MELETTI, L. M. M. **Maracujá: produção e comercialização em São Paulo**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. v. 158, 2 p. (Boletim Técnico).

MELO, M. A. N. de. **Determinação da necessidade térmica, adequação de coeficiente da cultura (Kc) e efeito da irrigação e da adubação nitrogenada na produção do maracujazeiro**. 2001, 115 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MENZEL, C. M.; SIMPSON, D. R.; DOWLING, A. J. Water relations in passion fruit: effect of moisture stress on growth, flowering and nutrient up take. **Scientie Horticulture**, Amsterdam, v. 29, n. 3, p.239-249, 1986.

MENZEL, C. M.; SIMPSON, D. R. Effect of continuous shading on growth, flowering and nutrient uptake of passion fruit. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 35, p. 77-78, 1988.

MENZEL, C. M.; SIMPSON, D. R. Passion fruit. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. Eds. **Handbook of enviromental physiology of fruit crops**. Boca Raton: CRC Press, 1994a. v. 2, p. 225-241. (Sub-tropical and tropical crops).

MENZEL, C. M.; SIMPSON, D. R.; PRINCE, G. H. Effect of foliar applied nitrogen during winter on growth, nitrogen content and production of passion fruit. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 28, p. 339-346, 1994b.

MÜLLER, C. H. **Efeitos de doses de sulfato de amônio e de cloreto de potássio sobre a produtividade e sobre a qualidade de maracujás colhidos em épocas diferentes**. 1977, 90 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

NASCIMENTO, T. B. do. **Qualidade do maracujá amarelo produzido em diferentes épocas no Sul de Minas Gerais**. 1996, 56 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

NASCIMENTO, T. B. do; RAMOS, J. D.; MENEZES, J. B. Características físico-químicas do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) produzido em diferentes épocas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Brasília, DF, v. 20, n. 1, p. 33-38, 1998.

OLIVEIRA, S. L. **Funções de resposta do milho doce ao uso de irrigação e nitrogênio**. 1993, 91 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PAZ, V. P. da S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 4, n. 3, p. 465-473, 2000.

PIZA JÚNIOR, C de T. A cultura do maracujá na região sudeste do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MARACUJÁ, 1998, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal, SP: [s. n.], 1998. p. 20-48.

PIZA JÚNIOR, C. de T. **Cultura do maracujá**. Campinas, SP: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1991. 71 p.

QUAGGIO, J. A.; PIZA JÚNIOR, C. de T. Nutrição mineral e adubação da cultura do maracujá. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MARACUJÁ, 1998, Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal, SP: [s.n.], 1998. p. 130-156.

RITZINGER, R.; MANICA, I.; RIBOLDI, J. Efeito do espaçamento e da época de colheita sobre a qualidade do maracujá amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 241-245, 1989.

RIZZI, L. C.; RABELLO, L. R.; MOROZINI FILHO, W. **Cultura do maracujá azedo**. Campinas, SP: CATI, 1998. 54 p. (Boletim Técnico, 235).

RUGGIERO, C.; LAM-SANCHEZ, A.; BANZATTO, D. A. Estudo da polinização natural e controlada em maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3, 1976, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, RJ: [s.n.], 1976. v. 2, p. 497-513.

RUGGIERO, C.; NOGUEIRA FILHO, G. C. Evolução da cultura do maracujazeiro no Brasil. In: SÃO JOSÉ, A. R. Ed. **Maracujá: produção e mercado**. Vitória da Conquista, BA: UESB-DFZ, 1994. p.197-205.

RUGGIERO, C.; et al. **Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção**. Brasília: EMBRAPA, 1996. 64 p. (Publicações Técnicas FRUPEX, 19).

SANTOS, J. R. M. Irrigar é preciso. **Agroanalysis**, v. 18, n. 3, p. 29-34, 1998.

SILVA, A. C.; SÃO JOSÉ, A. R. Classificação botânica do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A. R. Ed. **Maracujá: produção e mercado**. Vitória da Conquista, BA: UESB-DFZ, 1994. Cap. 1, p. 1-5.

SILVA, J. R. da; OLIVEIRA, H. J. de. Nutrição e adubação do maracujazeiro. A cultura do maracujazeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 206, p. 52-58, 2000.

SJOSTROM, G.; ROSA, J. F. L. Estudo sobre as características físicas e composição química do maracujá amarelo, *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener, cultivado no município de Entre Rios-BA. In: **Anais da Sociedade Brasileira de Fruticultura**. Cruz das Almas, BA: [s.n.], 1978. p. 265-273.

SOUSA, V. F. de. **Níveis de irrigação e doses de potássio aplicados via fertirrigação por gotejamento no maracujazeiro-amarelo** (*Passiflora edulis* Sins f. *flavicarpa* Deg.). 2000, 178 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, SP.

SOUZA, J. S. I.; MELETTI, L. M. M. **Maracujá: espécies, variedades e cultivo**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1997. 179 p.

STEGMAN, E. C.; MUSICK, J. T.; STWART, J. I. Irrigation water management. In: JENSEN, M. E. **Design and operation of farm irrigation systems**. St. Joseph: ASAE, 1980.

UTSUNOMIYA, N. Effect of temperature on shoot growth, flowering and fruit growth of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims var. *edulis*). **Scientia Horticulturae**, v. 52, n. ½, p. 63-68, 1992.

VASCONCELLOS, M. A. da S.; DUARTE FILHO, J. Ecofisiologia do maracujazeiro. A cultura do maracujazeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 206, 2000. p. 25-28.

VASCONCELOS, M. A. S. O cultivo do maracujá doce. In: SÃO JOSÉ, A. R. Ed. **Maracujá: produção e mercado**. Vitória da Conquista, BA: UESB-DFZ, 1994. p. 71-83.

VERAS, M. C. M.; PINTO, A. C. de Q.; MENESES, J. B. de. Influência da época de produção e dos estádios de maturação nos maracujás doce e ácido nas condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 959-966, 2000.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

Quadro 1A – Características físico-hídricas do solo da área experimental

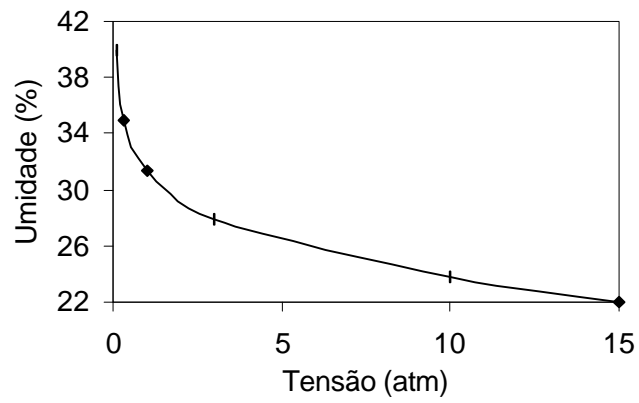
Sub- área	Profundidade (cm)	Granulometria (%)			Umidade (% em peso)		Densidade do Solo ( $\text{g cm}^{-3}$ )
		Areia	Silte	Argila	CC <sup>(1)</sup>	PM <sup>(2)</sup>	Ds <sup>(3)</sup>
1	0 – 40	45	17	38	35,0	22,0	1,24
2	0 – 40	45	17	38	34,2	19,8	1,24
3	0 – 40	42	16	42	44,6	28,7	1,25

1) Determinado em laboratório a uma tensão de -0,3 bar.

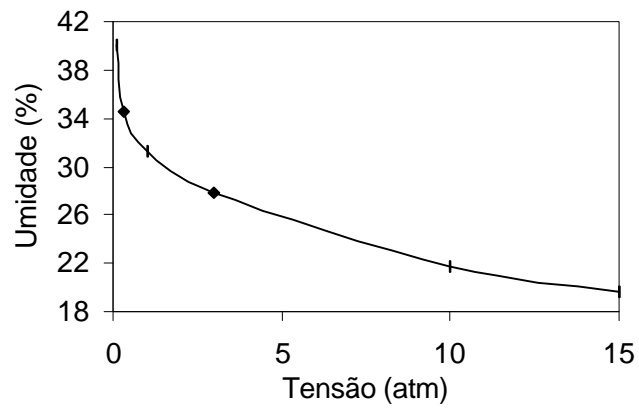
2) Determinado em laboratório a uma tensão de -15 bars.

3) Determinada a partir de amostras coletadas em cilindros Uhland.

(1)



(2)



(3)

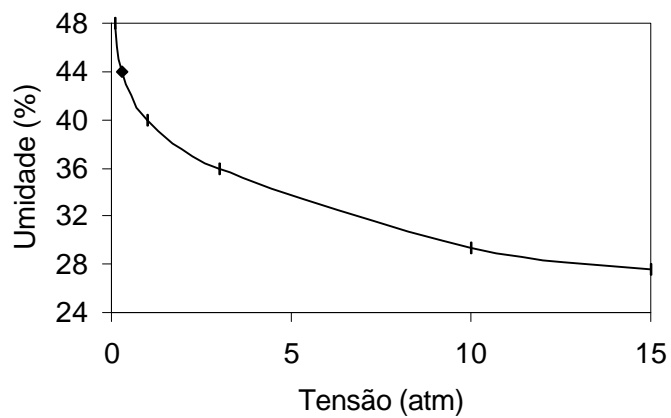


Figura 1A – Curvas características de retenção de água no solo obtidas na área experimental, na profundidade de 0–40 cm, para cada bloco experimental: 1, 2 e 3.

Quadro 2A – Características químicas do solo da área experimental, em maio de 2001

(1)Características						
Camada (cm)	Tratamento	(2)pH	(4)Al <sup>3+</sup>	(5)H + Al	(4)Ca <sup>2+</sup>	(4)Mg <sup>2+</sup>
Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						
0-20	L <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	4,97	0,1	3,20	5,13	1,69
20-40	L <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	5,22	0,1	2,30	4,89	1,83
0-20	L <sub>4</sub> D <sub>3</sub>	5,13	0,1	2,80	3,86	1,55
20-40	L <sub>4</sub> D <sub>3</sub>	5,05	0,1	2,10	2,68	1,12

Camada (cm)	Tratamento	(3)P	(3)K <sup>1+</sup>	(3)Na <sup>1+</sup>	SB	CTC (t)
			Mg dm <sup>-3</sup>	Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		
0-20	L <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	4	80	4	7,02	7,16
20-40	L <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	2	53	4	6,85	6,91
0-20	L <sub>4</sub> D <sub>3</sub>	2	58	4	5,56	5,59
20-40	L <sub>4</sub> D <sub>3</sub>	3	30	4	3,88	3,96

Camada (cm)	Tratamento	CTC (T)	V (%)	m (%)
		Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		
0-20	L <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	10,27	68	2
20-40	L <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	9,17	75	1
0-20	L <sub>4</sub> D <sub>3</sub>	8,38	66	1
20-40	L <sub>4</sub> D <sub>3</sub>	5,97	65	2

(1) Análises realizadas no Laboratório de Fertilidade do Solo da UFV.

(2) pH em H<sub>2</sub>O: relação (1:2,5).

(3) Fósforo, potássio e sódio extraídos pelo método de Mehlich<sup>-1</sup>

(4) Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup>: extrator KCl 1 mol/L.

(5) H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>: extrator acetato de cálcio 0,5 mol/L, a pH 7,0.

## APÊNDICE B

Quadro 1B – Resultados da análise de variância do experimento e da regressão da interação lâminas de irrigação vs. doses de nitrogênio para as variáveis dependentes estudadas

PRODUTIVIDADE				
Fonte de Variação	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	F
Lâminas (L)	3	20.046.980	6.682.327	0,413 <sup>ns</sup>
Doses (D)	3	95.792.250	31.930.750	1,974 <sup>ns</sup>
L x D	9	86.410.060	9.601.118	0,594 <sup>ns</sup>
Tratamentos Fatoriais	(15)	(202.249.300)	13.483.287	0,834 <sup>ns</sup>
Recuperação	3	111.801.900	37.267.300	2,304 <sup>ns</sup>
Recuperação vs. Test.	1	51.711.800	51.711.800	3,198 <sup>ns</sup>
Adicionais	(4)	(163.513.700)	40.878.425	2,528 <sup>ns</sup>
Fat. e Adic. vs. Totais	1	17.577.700	17.577.700	1,087 <sup>ns</sup>
Tratamentos totais	(20)	(383.340.700)	19.167.035	1,185 <sup>ns</sup>
Blocos	2	-	-	-
Resíduo	40	646.876.500	16.171.913	
Devido à Regressão	2	16.774.791	8.387.396	0,519 <sup>ns</sup>
Independente	13	185.474.490	14.267.268	0,882 <sup>ns</sup>

Continua...

Quadro 1B, cont.

NÚMERO DE FRUTOS TIPO A (NFTA)				
Fonte de Variação	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	F
Lâminas (L)	3	483.846.100	161.282.033	0,900 <sup>ns</sup>
Doses (D)	3	505.234.900	168.411.633	0,940 <sup>ns</sup>
L x D	9	813.817.000	90.424.111	0,505 <sup>ns</sup>
Tratamentos Fatoriais	(15)	(1.802.898.000)	120.193.200	0,671 <sup>ns</sup>
Recuperação	3	1.300.296.000	433.432.000	2,420 <sup>ns</sup>
Recuperação vs. Test.	1	19.467.000	19.467.000	0,109 <sup>ns</sup>
Adicionais	(4)	(1.319.763.000)	329.940.750	1,842 <sup>ns</sup>
Fat. e Adic. vs. Totais	1	8.876.000	8.876.000	0,050 <sup>ns</sup>
Tratamentos totais	(20)	(3.131.537.000)	156.576.850	0,874 <sup>ns</sup>
Blocos	2	-	-	-
Resíduo	40	7.165.364.000	179.134.100	
Devido à Regressão	8	1.460.699.100	182.587.388	1,019 <sup>ns</sup>
Independente	7	342.198.900	48.885.557	0,273 <sup>ns</sup>

NÚMERO DE FRUTOS TIPO B (NFTB)				
Fonte de Variação	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	F
Lâminas (L)	3	95.695.550	31.898.517	0,349 <sup>ns</sup>
Doses (D)	3	221.357.700	73.785.900	0,808 <sup>ns</sup>
L x D	9	1.676.110.000	186.234.444	2,040 <sup>ns</sup>
Tratamentos Fatoriais	(15)	(1.993.163.000)	132.877.533	1,455 <sup>ns</sup>
Recuperação	3	127.173.200	42.391.067	0,464 <sup>ns</sup>
Recuperação vs. Test.	1	1.957.300	1.957.300	0,021 <sup>ns</sup>
Adicionais	(4)	129.130.500	32.282.625	0,354 <sup>ns</sup>
Fat. e Adic. vs. Totais	1	158.929.500	158.929.500	1,741 <sup>ns</sup>
Tratamentos totais	(20)	2.281.223.000	114.061.150	1,249 <sup>ns</sup>
Blocos	2	-	-	-
Resíduo	40	3.651.821.000	91.295.525	

NÚMERO DE FRUTOS TIPO C (NFTC)				
Fonte de Variação	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	F
Lâminas (L)	3	643.569.600	214.523.200	0,230 <sup>ns</sup>
Doses (D)	3	5.043.942.000	1.681.314.000	1,805 <sup>ns</sup>
L x D	9	4.905.129.000	545.014.333	0,585 <sup>ns</sup>
Tratamentos Fatoriais	(15)	10.592.640.000	706.176.000	0,758 <sup>ns</sup>
Recuperação	3	5.110.264.000	1.703.421.333	1,829 <sup>ns</sup>
Recuperação vs. Test.	1	2.601.444.000	2.601.444.000	2,793 <sup>ns</sup>
Adicionais	(4)	7.711.708.000	1.927.927.000	2,070 <sup>ns</sup>
Fat. e Adic. vs. Totais	1	559.062.000	559.062.000	0,600 <sup>ns</sup>
Tratamentos totais	(20)	18.863.410.000	943.170.500	1,013 <sup>ns</sup>
Blocos	2	-	-	-
Resíduo	40	37.253.250.000	931.331.250	
Devido à Regressão	7	7.239.777.000	1.034.253.857	1,111 <sup>ns</sup>
Independente	8	3.352.863.000	419.107.875	0,450 <sup>ns</sup>

Continua...

Quadro 1B, cont.

NÚMERO TOTAL DE FRUTOS (NTF)				
Fonte de Variação	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	F
Lâminas (L)	3	198.615.500	66.205.167	0,066 <sup>ns</sup>
Doses (D)	3	6.342.729.000	2.114.243.000	2,096 <sup>ns</sup>
L x D	9	4.617.391.000	513.043.444	0,509 <sup>ns</sup>
Tratamentos Fatoriais	(15)	11.158.740.000	743.916.000	0,737 <sup>ns</sup>
Recuperação	3	6.091.428.000	2.030.476.000	2,013 <sup>ns</sup>
Recuperação vs. Test.	1	3.228.002.000	3.228.002.000	3,200 <sup>ns</sup>
Adicionais	(4)	9.319.430.000	2.329.857.500	2,309 <sup>ns</sup>
Fat. e Adic. vs. Totais	1	1.539.000.000	1.539.000.000	1,526 <sup>ns</sup>
Tratamentos totais	(20)	22.017.170.000	1.100.858.500	1,091 <sup>ns</sup>
Blocos	2	-	-	-
Resíduo	40	40.353.750.000	1.008.843.750	

PESO MÉDIO DE FRUTOS (PMF)				
Fonte de Variação	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	F
Lâminas (L)	3	1.030	343	0,637 <sup>ns</sup>
Doses (D)	3	860	287	0,532 <sup>ns</sup>
L x D	9	1.557	173	0,321 <sup>ns</sup>
Tratamentos Fatoriais	(15)	3.447	230	0,426 <sup>ns</sup>
Recuperação	3	3.077	1.026	1,903 <sup>ns</sup>
Recuperação vs. Test.	1	77	77	0,142 <sup>ns</sup>
Adicionais	(4)	3.154	788	1,463 <sup>ns</sup>
Fat. e Adic. vs. Totais	1	123	123	0,228 <sup>ns</sup>
Tratamentos totais	(20)	6.723	336	0,624 <sup>ns</sup>
Blocos	2	-	-	-
Resíduo	40	21.563	539	
Devido à Regressão	6	2.771	462	0,857 <sup>ns</sup>
Independente	9	675	75	0,139 <sup>ns</sup>

PRODUTIVIDADE EQUIVALENTE A FRUTO TIPO A (PEA)				
Fonte de Variação	GL	Soma Quadrados	Quadrado Médio	F
Lâminas (L)	3	19.832.750	6.610.917	0,769 <sup>ns</sup>
Doses (D)	3	34.669.860	11.556.620	1,344 <sup>ns</sup>
L x D	9	46.155.890	5.128.432	0,597 <sup>ns</sup>
Tratamentos Fatoriais	(15)	100.658.500	6.710.567	0,781 <sup>ns</sup>
Recuperação	3	65.021.340	21.673.780	2,521 <sup>ns</sup>
Recuperação vs. Test.	1	16.955.910	16.955.910	1,972 <sup>ns</sup>
Adicionais	(4)	81.977.250	20.494.313	2,384 <sup>ns</sup>
Fat. e Adic. vs. Totais	1	5.406.650	5.406.650	0,629 <sup>ns</sup>
Tratamentos totais	(20)	188.042.400	9.402.120	1,094 <sup>ns</sup>
Blocos	2	-	-	-
Resíduo	40	343.879.200	8.596.980	
Devido à Regressão	6	67.963.590	11.327.265	1,318 <sup>ns</sup>
Independente	9	32.694.900	3.632.767	0,423 <sup>ns</sup>

Quadro 2B – Médias de tratamentos de todas as variáveis dependentes estudadas: produtividade, número de frutos tipo A (NFTA), número de frutos tipo B (NFTB), número de frutos tipo C (NFTC), número total de frutos (NTF), peso médio de frutos (PMF) e produtividade equivalente a fruto tipo A (PEA)

VARIÁVEL DEPENDENTE: produtividade				
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO	DOSES DE NITROGÊNIO			
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
L <sub>0</sub>	-	-	6.605	-
L <sub>1</sub>	11.043	13.933	6.337	13.677
L <sub>2</sub>	8.483	11.566	10.198	11.881
L <sub>3</sub>	11.533	13.561	7.964	15.828
L <sub>4</sub>	13.176	10.985	10.704	13.040
L <sub>5</sub>	13.006	9.425	9.772	13.825

VARIÁVEL DEPENDENTE: número de frutos tipo A (NFTA)				
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO	DOSES DE NITROGÊNIO			
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
L <sub>0</sub>	-	-	11.113	-
L <sub>1</sub>	6.668	31.580	5.927	11.669
L <sub>2</sub>	10.465	9.446	14.447	4.723
L <sub>3</sub>	19.356	21.935	13.151	17.689
L <sub>4</sub>	25.839	9.076	11.299	19.078
L <sub>5</sub>	22.875	14.540	5.186	9.261

Continua...

Quadro 2B, cont.

VARIÁVEL DEPENDENTE: número de frutos tipo B (NFTB)				
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO	DOSES DE NITROGÊNIO			
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
L <sub>0</sub>	-	-	14.355	-
L <sub>1</sub>	18.337	9.817	15.929	16.948
L <sub>2</sub>	12.317	18.337	18.337	23.986
L <sub>3</sub>	17.967	15.008	14.447	30.469
L <sub>4</sub>	12.966	27.320	24.635	17.689
L <sub>5</sub>	30.006	10.558	9.446	17.411

VARIÁVEL DEPENDENTE: número de frutos tipo C (NFTC)				
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO	DOSES DE NITROGÊNIO			
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
L <sub>0</sub>	-	-	19.726	-
L <sub>1</sub>	61.031	44.361	24.635	80.572
L <sub>2</sub>	43.990	62.698	44.453	68.254
L <sub>3</sub>	44.453	60.913	30.469	64.920
L <sub>4</sub>	52.418	42.509	42.323	58.901
L <sub>5</sub>	33.988	41.212	69.181	88.258

VARIÁVEL DEPENDENTE: número total de frutos (NTF)				
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO	DOSES DE NITROGÊNIO			
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
L <sub>0</sub>	-	-	45.194	-
L <sub>1</sub>	86.036	85.758	46.491	109.189
L <sub>2</sub>	66.773	90.481	77.238	96.964
L <sub>3</sub>	81.776	97.855	58.067	113.078
L <sub>4</sub>	91.222	78.905	78.256	95.667
L <sub>5</sub>	86.869	66.310	83.813	114.930

Continua...

Quadro 2B, cont.

VARIÁVEL DEPENDENTE: peso médio de frutos (PMF)				
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO	DOSES DE NITROGÊNIO			
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
L <sub>0</sub>	-	-	144,3	-
L <sub>1</sub>	129,6	165,6	135,0	124,3
L <sub>2</sub>	129,5	127,1	132,9	127,1
L <sub>3</sub>	144,1	140,1	136,1	142,5
L <sub>4</sub>	145,7	140,0	138,5	136,5
L <sub>5</sub>	148,6	149,6	122,6	122,7

VARIÁVEL DEPENDENTE: produtividade equivalente a fruto tipo A (PEA)				
LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO	DOSES DE NITROGÊNIO			
	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>
L <sub>0</sub>	-	-	4.555	-
L <sub>1</sub>	6.440	10.410	4.011	7.991
L <sub>2</sub>	5.241	6.929	6.560	6.829
L <sub>3</sub>	7.770	8.904	5.282	10.048
L <sub>4</sub>	9.401	6.930	6.863	8.344
L <sub>5</sub>	9.127	6.226	5.485	7.967

## APÊNDICE C

---



Figura 1C – Estação meteorológica automática e anemômetro totalizador utilizados para obtenção de dados climáticos.

Quadro 1C – Valores médios mensais de temperatura média (Tmed) e umidade relativa (UR), precipitação mensal e evapotranspiração de referência (ETo) média diária, estimada pelo método de Penman-Monteith padrão FAO

Mês/ano	Tmed (°C)	UR (%)	Precipitação (mm)	ETo (mm dia <sup>-1</sup> )
Maio/01	21,0	86,7	86,4	3,13
Junho/01	19,7	86,4	11,4	2,31
Julho/01	18,6	83,0	3,4	2,32
Agosto/01	19,0	78,6	2,0	3,13
Setembro/01	20,2	-	48,5	3,92
Outubro/01	22,6	77,7	135,5	4,99
Novembro/01	24,8	88,8	250,8	6,14
Dezembro/01	24,6	88,1	272,8	6,20
Janeiro/02	26,5	89,5*	266,6	6,49
Fevereiro/02	26,6	-	181,0	5,62
Março/02	25,7*	81,5*	3,8**	5,61*

\* Média dos primeiros 15 dias do mês.

\*\* Total dos primeiros 15 dias do mês.