

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRO REITORIA DE GRADUAÇÃO
ESCOLA POLITÉCNICA
CURSO DE AGRONOMIA**

RAYSLLA RODRIGUES QUINTANILHA

**ESTUDO COMPARATIVO DO MANEJO E SISTEMA DE IRRIGAÇÃO
ENTRE SULCOS REVESTIDOS E SULCOS SEM REVESTIMENTO, DE
BAIXO CUSTO PARA AGRICULTURA FAMILIAR.**

**GOIÂNIA
2022**

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRO REITORIA DE GRADUAÇÃO
ESCOLA POLITÉCNICA
CURSO DE AGRONOMIA**

RAYSLLA RODRIGUES QUINTANILHA

**ESTUDO COMPARATIVO DO MANEJO E SISTEMA DE IRRIGAÇÃO
ENTRE SULCOS REVESTIDOS E SULCOS SEM REVESTIMENTO, DE
BAIXO CUSTO PARA AGRICULTURA FAMILIAR.**

Trabalho apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Agronomia, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como requisito parcial para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso.

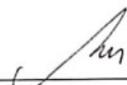
Orientador: M.Sc. Ariston Alves Afonso.

**GOIÂNIA
2022**

RAYSLLA RODRIGUES QUINTANILHA

**ESTUDO COMPARATIVO DO MANEJO E SISTEMA DE IRRIGAÇÃO
ENTRE SULCOS REVESTIDOS E SULCOS SEM REVESTIMENTO, DE
BAIXO CUSTO PARA AGRICULTURA FAMILIAR.**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em sua forma final pela escola Politécnica,
da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, para obtenção de título de Bacharel em
Agronomia, em 13 /Dezembro/2022.


Orientador (a): Prof. M.Sc. Ariston Alves Afonso


Dr.ª. Martha Nascimento Castro


Esp. Hélder Borges Assis

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
2. OBJETIVO.....	5
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
3.1 História da irrigação no mundo.....	6
3.2 Desenvolvimento da Agricultura irrigada no Brasil.....	6
3.3 Sistemas de Irrigação por superfícies ainda empregados atualmente.....	7
3.4 Manejo e Irrigação da cultura do maracujazeiro.....	8
3.5 Situação e potencial da irrigação sustentável na agricultura familiar no Brasil.....	9
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	10
4.1 Caracterização da área experimental.....	10
4.2 Implantação do experimento.....	11
4.3 Classificação e preparo do solo para plantio do maracujazeiro.....	13
4.4 Estimativa da necessidade de água de irrigação da cultura por sulcos.....	14
4.5 Descrição das avaliações do desenvolvimento das plantas do maracujá em cada sulco.....	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
5.1 Sistema por sulcos revestido.....	20
5.2 Desenvolvimento da Cultura.....	21
6. CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

RESUMO

Cresce a importância da economia de água na instalação de sulcos tradicionais visto que é o aspecto de maior importância deste método de irrigação. Especificamente o sistema por sulcos dificilmente alcançam eficiência no uso de recursos hídricos de irrigação sendo o equivalente a 60% na maioria dos casos. Partindo da necessidade dessa transformação e conversão da tecnologia de aplicação de irrigação surge o ineditismo dos sulcos revestidos, no qual o presente trabalho tem como objetivo analisar a capacidade desse sistema de irrigação em reduzir a quantidade de recursos hídricos atendendo a necessidade da cultura. A avaliação foi iniciada em agosto de 2022 e conduzida na área de Fazenda escola no campus II, da Pontifícia Universidade Católica Goiás, Goiânia-GO. A área total irrigada do experimento foi de 100 m², constituídas por duas linhas laterais, com espaçamento de 2,5 m e 8 plantas distribuídas nessas duas linhas (4 plantas). Sendo então adotado e avaliado o desenvolvimento do maracujazeiro após o transplante, medindo altura e área foliar para comparar através do delineamento experimental se houve diferença entre os tratamentos (sulcos). De acordo com a análise estatística entre os tratamentos, o sulco revestido com lona, demonstrou ter a mesma eficiência do método tradicional, aplicando-se a mesma lâmina líquida, no entanto, com grande economia de água. Os resultados demonstraram uma diferença de lâmina bruta de 11,4 mm ou 11,4 L/ m² por turno a menos para aplicação no sulco revestido, obtendo no total 56.088 L/ha por turno de economia de água.

Palavras-chave: recursos hídricos, sulcos revestidos, maracujá, economia de água.

ABSTRACT

The importance of water saving in traditional furrow installation is increasing since it is the most important aspect of this irrigation method. Specifically the furrow system hardly achieves efficiency in the use of irrigation water resources being equivalent to 60% in most cases. Based on the need for this transformation and conversion of irrigation application technology, the uniqueness of covered furrows arises, in which the present work aims to analyze the capacity of this irrigation system to reduce the amount of water resources meeting the needs of the crop. The evaluation was initiated in August 2022 and conducted in the area of farm school in the campus II, of the Pontifícia Universidade Católica Goiás, Goiânia-GO. The full irrigated area of the experiment was 100 m², consisting of two lateral rows, with spacing of 2.5 m and 8 plants distributed in these two rows (4 plants). The development of the passion-fruit after transplanting was then adopted and evaluated, measuring height and leaf area to compare through the experimental design if there was a difference between the treatments (furrows). According to the statistical analysis between the treatments, the furrow covered with canvas, demonstrated to have the same efficiency of the traditional method, applying the same net blade, however, with great economy of water. The results showed a difference in gross slurry of 11.4 mm, or 11.4 L/m² per shift less for application in the furrow covered, obtaining in full 56,088 L/ha per shift of water economy.

Keywords: water resources, covered furrows, passion fruit, water economy.

1. INTRODUÇÃO

O sistema de irrigação por sulcos tradicionais é adotado pela agricultura familiar devido ao baixo custo de investimento, devido à facilidade de adequação e operacionalidade em diferentes locais. Entretanto, de acordo com De Campos & Testezlaf (2009) os métodos de irrigação por superfície, especificamente o sistema por sulcos dificilmente alcança uma eficiência no uso de recursos hídricos de irrigação sendo o equivalente a 60% na maioria dos casos, dada pela falta de uniformidade de aplicação de água e as perdas desses recursos hídricos devido a percolação.

Além disso, cada vez mais o número de fatores que interferem na produção está fora do controle do produtor, fazendo-se necessário repensar os processos associados à produção agrícola. Frente a este cenário e os previstos é de extrema importância, estratégias que auxiliem na tomada de decisão considerando os aspectos de sustentabilidade ambiental, com os menores danos aos recursos naturais. O desafio técnico será produzir tecnologias para garantir a melhor gestão desses recursos, assim como aperfeiçoamento da produção considerando ainda os altos índices de intensificação dos ganhos de produtividade.

Cresce então a importância da economia de água na irrigação por sulcos visto que é o aspecto de maior importância deste método de irrigação, que, de acordo com os dados apresentados por De Albuquerque (2010), é o que apresenta a menor eficiência de aplicação entre todos os sistemas de irrigação existentes., sendo a menor entre todos os sistemas de irrigação existentes. Howell (2006) apresenta vários trabalhos onde é sugerido que a simples conversão de irrigação por superfície para localizada, pode reduzir as demandas de irrigação de 20% a 70% e aumentar o rendimento da cultura de 20% a 90%.

Então partindo dessa transformação e conversão da tecnologia de aplicação de irrigação surge a proposta de um sistema inédito, o dos sulcos revestidos com lona, que pode ser equiparado ao sistema de irrigação localizada devido a condução da água diretamente para a cova ou sistema radicular das plantas. A aplicação da água por sulcos revestidos propõe diminuir o escoamento superficial, percolação, lixiviação de nutrientes, salinização da área irrigada, além da poluição dos mananciais por produtos agrícolas.

A aplicação deste sistema de irrigação no maracujazeiro, precisa ainda atender a necessidade da cultura, que se comporta bem em regime de precipitação de água anual de 800 mm e 1.750 mm. Sendo considerado parâmetros inerentes ao sistema água-solo-planta-atmosfera propostos por Da Costa, E. L. et al (2000), para melhor tomada de decisão, onde são necessários conhecimentos adequados sobre o efeito da água nos diferentes estádios de crescimento da cultura seguindo recomendações técnicas para que seja promovida uma irrigação racional. Entretanto, o sistema de irrigação proposto no projeto, haverá adaptações por ser uma inovação do método de sulcos tradicionais.

Ao escolher a melhor opção de irrigação além de demandar planejamento, demanda grande investimento financeiro de acordo com o objetivo de produção. Visando buscar um método mais eficiente para aplicação de irrigação por sulcos, objetivando a sustentabilidade, o baixo custo e a eficiência na utilização de recursos hídricos na agricultura, surge então a necessidade de estudo sobre o sulco revestido visando uma melhor economia e eficiência no uso da água.

Devido à potencialidade da agricultura familiar no Brasil para ampliação da oferta de alimentos e geração de renda através da expansão da área irrigada de acordo com Paolinelli et al (2022), é necessário iniciativas que integram sistemas de irrigação eficientes. Portanto, ao propor a aplicação do sistema de irrigação por sulcos revestidos para agricultura familiar, além de considerar a visão ambiental quanto a economia de água, será avaliado o desempenho do sistema, de modo que haja um baixo custo de implantação e de manutenção, visando o agricultor com baixo recurso para investimento.

2. OBJETIVO

O objetivo geral do trabalho é analisar a capacidade do sistema de irrigação por sulcos revestidos em reduzir a quantidade de recursos hídricos e atender a necessidade da cultura.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 História da irrigação no mundo.

Há cerca de 6 mil anos, na Mesopotâmia colonos construíram canais e desviaram a água para suas plantações, iniciando a prática de irrigação. A irrigação por superfície é o método mais antigo e o mais utilizado em todo o mundo, e as civilizações mais poderosas surgiram ao longo dos rios utilizando inicialmente esse método, sendo o Egito um exemplo de que se ergueu às margens do rio Nilo. Por volta de 4 mil A.C. aproximadamente, foram construídos os primeiros reservatórios armazenando as águas das cheias, sendo feita a utilização dessa água no momento e quantidade certa na época de seca, então a partir disso criou-se a ideia de sistema de irrigação no planeta (CASTRO, 2003)

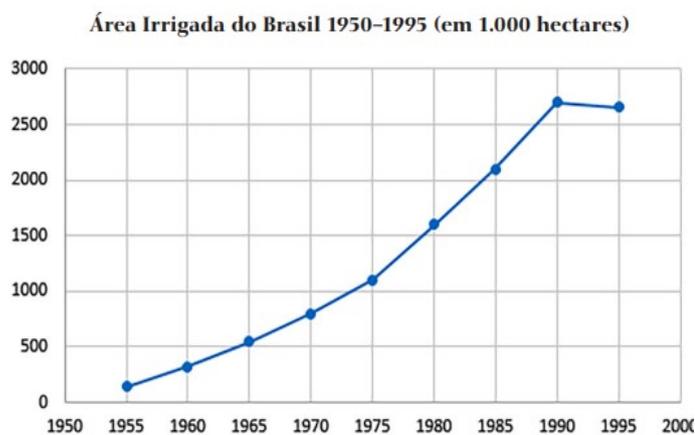
3.2 Desenvolvimento da Agricultura irrigada no Brasil.

Conforme o levantamento feito por Paolinelli et al (2022), no que diz respeito ao Brasil, são poucos e raros os registros das primeiras práticas de agricultura irrigada, sendo que o primeiro registro foi a dos jesuítas em 1589 na Fazenda Santa Cruz no estado do Rio de Janeiro. A primeira iniciativa de implantação de um projeto de irrigação no país provavelmente remonta à construção do Reservatório do Cadro, no Rio Grande do Sul, em 1881, para fornecer água para o cultivo do arroz, que começou a operar efetivamente em 1903.

No começo do decênio de 1950, sendo o café o principal produto de saída do Brasil, o estado federal passou a estimular o uso de equipamentos de irrigação para esse plantio com o objetivo de assegurar e expandir sua oferta, no aspecto de isentar impostos de importação e oferta de taxas cambiais especialmente favoráveis aos importadores de tais equipamentos. Mais estritamente no ano de 1952, a comercialização de equipamentos para irrigação se inicia no país, por meio da importação de aspersores metálicos e tubos de aço galvanizado de engate rápido por uma empresa nacional denominada Theodor Wille Trading (DTW), de posse de um imigrante alemão chamado Jurgen Liesler Kiep, que mais na frente foi reconhecido

como empresário visionário e pioneiro nas atividades de importação, fabricação e distribuição de equipamentos para irrigação no país (empresa denominada Asbrasil, originalmente em São Paulo, que depois foi transferida para São Bernardo do Campo/SP, em 1966) (PAOLINELLI et al., 2022). E a partir desse período de 1950 pôde-se observar o crescimento cada vez maior das áreas irrigadas no Brasil como mostra o (Figura 1).

Figura 1 – Crescimento das áreas irrigadas do Brasil.



Fonte : Júnior (2021).

3.3 Sistemas de Irrigação por superfícies ainda empregados atualmente.

As definições dos sistemas foram conceituadas de acordo com o encontrado na literatura de Testezlaf (2011), a irrigação por superfície é considerada o método mais antigo de irrigação, também denominada como irrigação por gravidade. Esse método consiste em deixar a água escoar sobre o solo, cobrindo-o total ou parcialmente, além de utilizar canais para direcioná-la, utilizando a ação da gravidade e possibilitando sua infiltração durante e após seu represamento. E assim esse tipo de irrigação foi praticada pelas primeiras civilizações e é atualmente utilizada intensamente em todo o mundo, especialmente em áreas e países menos desenvolvidos devido à pouca tecnologia empregada e os baixos custos de implantação.

No sistema de irrigação por sulcos tradicionais, segundo Testezlaf (2011) a água é aplicada pela inundação parcial da área a ser irrigada, sendo feita a distribuição por

canais ou sulcos paralelos às fileiras das plantas, podendo ser canais revestidos ou não. A água se infiltra durante a movimentação e, também durante o tempo em que permanecer acumulada na superfície do solo após atingir o final do sulco. Esse método pode ser utilizado em culturas anuais e permanentes. A principal limitação da utilização da irrigação por sulcos é a imagem formada perante a opinião pública relativa às questões ambientais. Bastante negativa, pois com as baixas eficiências apresentadas se mostrou um sistema que desperdiça recursos hídricos.

O Sistema de irrigação por sulcos revestidos é um método inovador, partindo da ideia principal do sulco tradicional se diferenciando pelo revestimento ao longo da abertura do sulco, sendo esse revestimento feito por lona e no momento da aplicação a lâmina de água é direcionada até cada planta, através do furo feito na lona próximo a região da cova da cultura implantada. Devido a esse ineditismo, não existe referencial bibliográfico.

3.4 Manejo e Irrigação da cultura do maracujazeiro.

Segundo DA COSTA, E. L. et al., (2000), a irrigação do maracujazeiro tem como objetivo suprir a demanda hídrica necessária, a fim de alcançar a melhor produtividade na cultura. E, ao levar em consideração a irrigação como um complemento tecnológico capaz de atender essa necessidade, porém, que envolve altos custos de instalação e manutenção, aduz-se que o controle de aplicação da água deve ser feito em quantidade certa e no momento certo. Sabendo-se que o maracujazeiro é uma frutífera que responde bem à irrigação, ela se torna uma prática indispensável quando se tem como objetivo o aumento de produtividade, produção de forma contínua e uniforme, além de obter um fruto de boa qualidade.

Ainda segundo DA COSTA, E. L. et al., (2000), para que haja uma irrigação racional, deve-se considerar os seguintes quesitos: como irrigar, quando irrigar e quanto de água aplicar. As respostas para esses quesitos devem ser baseadas em parâmetros locais determinados pela pesquisa, devendo-se observar as recomendações técnicas para o melhor aproveitamento da água, com a maior eficiência possível. Isso pode variar de acordo com o projeto de irrigação, sendo considerados valores médios de um longo

período, para prever a necessidade de água da cultura em seus diversos estádios de desenvolvimento.

3.5 Situação e potencial da irrigação sustentável na agricultura familiar no Brasil.

No Brasil, a Lei 11.326 de 2006 define como agricultura familiar as propriedades com menos de quatro módulos fiscais, nas quais o gerenciamento e a mão de obra são predominantemente familiares e somente um percentual mínimo da renda é obtido fora da propriedade (BRASIL, 2006). Nos critérios do PRONAF, a área do estabelecimento na agricultura familiar deve ser menor que 4 módulos fiscais, os quais variam de 5 a 110 ha, conforme a região. A maioria dos agricultores familiares estão localizados em regiões com módulos fiscais próximos a 25 hectares, portanto, grande parte das propriedades com áreas menores que 100 ha são classificados como agricultura familiar (MATTEI, 2000).

E, com o propósito de contribuir com a agricultura familiar, que realiza a implantação de sistemas de irrigação por sulcos, será apresentado neste trabalho uma forma de inovação ou melhoria, na utilização da água na agricultura irrigada.

De acordo com Paolinelli et al (2022), em caso de aumento da eficiência da irrigação, o baixo uso de água por unidade de área ou produção aumentaria a disponibilidade hídrica nas bacias hidrográficas. Embora, na realidade observou-se o efeito contrário. Obviamente, de qualquer modo a solução é manter a eficiência dos sistemas de irrigação, e não impedir o desenvolvimento econômico. É imprescindível a contínua discussão para implementar sistemas de gestão eficientes, para garantir o uso múltiplo da água e garantir a geração econômica e de renda.

O número de propriedades e pessoas ocupadas demonstram claramente a relevância da agricultura familiar para a economia, além de que tem também desempenhado um papel importante na produção dos alimentos. Dados apresentados por Paoinelli et al (2022), no Brasil, as culturas do arroz e cana-de-açúcar destacam-se com, 25% e 20% respectivamente da área total irrigada. Outros cultivos, como milho, feijão, soja e fruteiras representam o restante da área. Em 25% da área, utiliza-se o sistema de inundação, 22% pivô central e 37% outros sistemas como gotejamento,

microaspersão, sulcos e superfície. A irrigação localizada por gotejamento é o sistema que lidera em quantidade de propriedades familiares, o segundo método com maior número de propriedades, é a irrigação não tecnificada sendo métodos por molhação.

A agricultura familiar tem participação significativa nos perímetros de irrigação, o que traz grande impacto quando se faz o levantamento de dados do Brasil sob área equipada para irrigação, além de impactos significativos em geração de renda, produção de alimentos e contribuição nos desenvolvimentos regionais. O Brasil tem cerca de 7 milhões de ha de área equipada para a irrigação, ocupando a sétima posição mundial, embora distante dos países líderes, composto pela China e Índia com cerca de 70 milhões de ha equipados para irrigação, ainda tem crescido cada vez mais o número de área equipada para irrigação, sendo estimado a área potencial total para agricultura irrigada no Brasil entre 28 e 75 milhões de hectares (FAO, 2017).

A agricultura familiar no Brasil tem grande potencial de ampliação, através da expansão da área irrigada. Tanto na agricultura empresarial quanto na agricultura familiar deve ser implementada de forma sustentável. O potencial de expansão da irrigação na agricultura brasileira é altamente expressivo e para agricultura familiar. E apesar de ocuparem somente 219 mil ha dos 7 milhões de hectares irrigados, têm um impacto significativo que pode desempenhar um papel-chave na geração de alimentos e renda, contribuindo para a redução da pobreza rural. Apesar de diversos problemas como falta de conhecimentos, inadimplência e ineficiência no uso de água, exemplos de sucesso em perímetro de irrigação e experiências atuais demonstram a importância de se buscar alternativas que viabilizem a implementação da irrigação na agricultura familiar (PAOLINELLI et al., 2022).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da área experimental.

A avaliação do desempenho do sistema de irrigação por sulcos revestidos foi iniciada em agosto de 2022 e conduzida na área de fazenda escola no campus II, da Pontifícia Universidade Católica Goiás. Goiânia-GO. A área total irrigada do experimento foi de 100 m², constituídas por linhas laterais de sulcos, com espaçamento

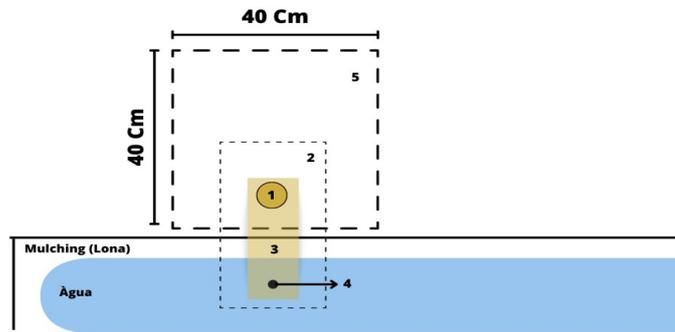
de 2,5 m e 8 plantas distribuídas nessas duas linhas, com e sem revestimento. Ao longo do sulco revestido foram abertos pontos de saída de água pela lona, que eram orifícios de 0,5 cm de diâmetro. A cultura instalada no campo experimental foi o maracujá com espaçamento de 2,5 metros entre fileiras e 2,3 entre plantas. O sulco possui comprimento de 9,5 metros. A largura da lona utilizada para cobertura do canal foi de 1,5 metro. Portanto, o experimento foi constituído de dois sulcos, sendo um tradicional e outro revestido.

4.2 Implantação do experimento.

As instalações foram realizadas de acordo com as exigências para instalação de sulcos citadas por Bernardo, 1982. A irrigação por sulcos consiste em um manejo que visa manter a planta exposta a uma determinada lâmina de água no solo, suficiente para suas atividades fisiológicas. Porém a metodologia que será aplicada se difere do método de irrigação por sulcos convencional, sendo este revestido por lona impermeável ao longo de todo o seu comprimento, sendo, portanto, um método inédito.

A instalação do sistema partiu da abertura dos sulcos em paralelo e das covas e nivelados. Após essa etapa, seguiu-se a abertura do canal secundário entre as covas e os sulcos com 20 cm de profundidade conforme as (figuras 2 e 3). Foram recortados pedaços da lona que fossem suficientes para revestir o canal secundário como demonstrado no item 3 da (figura 2), sendo feita a aplicação da areia sob a lona com a finalidade de criar um canal para conduzir a água do canal principal para o interior da cova. Além disso, foi feita uma coluna de areia na profundidade da cova, ligada ao canal secundário, utilizando-se um cano de 75 mm com tamanho de 20 cm inserido na cova, retirado na sequência, como mostra o item 1 da (Figura 2). Após essas instalações os sulcos foram revestidos com a lona, e abertos orifícios na lona principal do sulco com 0,5 cm de diâmetro para que a água fosse direcionada para o canal secundário, que a conduzia para a cova, criando o efeito do bulbo molhado somente no limite da cova e não atingindo o trecho total do sulco.

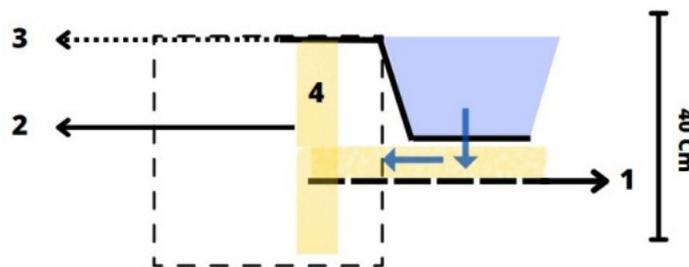
Figura 2 – Vista superior do sulco revestido e da cova.



1. Coluna de areia com 20 cm de profundidade na cova.
2. Recorte de lona que está embaixo da lona que reveste todo o comprimento do sulco secundário.
3. Areia.
4. Orifício na lona para saída da água para a cova.
5. Área da cova.

O canal secundário entre o sulco principal e a cova foi feito a 20 cm de profundidade, com largura de 10 cm e revestido também com um recorte de lona, como demonstrado no item 2 da (figura 2). Nesse canal foi feita a aplicação da areia visando receber água do sulco principal e conduzi-la até a cova.

Figura 3 – Corte lateral da cova



1. Lona que reveste o canal secundário preenchido com areia.
2. Interligação da areia utilizada.
3. Lona principal.
4. Areia na profundidade da cova.

Figura 4: Registros fotográficos das instalações dos sulcos.



Foto (a) - Abertura dos sulcos.

Fonte: Quintanilha, 2022.



Foto (b) – Sulcos revestidos.

Fonte: Quintanilha, 2022.

4.3 Classificação e preparo do solo para plantio do maracujazeiro.

Para a recomendação de adubação e correção do pH é necessário que seja feita a análise de solo da área que será implantado maracujazeiro. Com essa finalidade, foi realizada a coleta do solo em 100 m² e coletadas três amostras com duas profundidades, entre zero e 20 cm e entre 20 e 40 cm, pois de acordo com a comissão de fertilidade de solos de Goiás (1988) é possível ocorrer a presença de alumínio tóxico, que, aliada ao baixo pH (Potencial Hidrogeniônico) e à baixa fertilidade natural nessa camada, podem dificultar o crescimento das raízes, prejudicando o crescimento e expondo as plantas a injúria de veranicos.

Tabela 1 – Resultado da análise química do solo do local de instalação dos sulcos.

pH	MO	P _{Melich}	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
CaCl ₂	g/dm ⁻³	mg/dm ⁻³		-----	cmolc/dm ⁻³	-----			%
4,90	11,09	1,57	3,40	0,32	0,40	0,20	21,00	4,32	49,70

Tabela 2 – Resultado da análise textural do solo.

Argila	Silte	Areia	Argila	Silte	Areia
g/Kg			-----	%	-----
497,00	135,5	367,5	49,7	13,55	36,75

A partir desses resultados foi possível proceder-se à calagem e adubação, feitas diretamente nas covas de plantio. Já a textura do solo é um fator importante ao adotar-se a irrigação por sulcos, podendo ser um fator impeditivo, caso seja um solo classificado com uma textura muito leve aumentando ineficiência do sistema.

O solo da área foi classificado como Latossolo vermelho amarelo, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de solos (2018). A partir dos resultados obtidos na análise realizada em laboratório e levando-se em consideração os teores de areia, silte e argila, conclui-se que a textura do solo é franco – argiloso – arenoso.

A recomendação de calagem e adubação foi realizada com base na análise química do solo, utilizada como instrumento básico para todo o planejamento do plantio, visto que com ela foi possível determinar os níveis dos nutrientes presentes no solo e, assim avaliar de modo mais preciso, a necessidade de correção e adubação, visando obter o melhor desenvolvimento das plantas. A aplicação de calcário e fertilizantes químicos e orgânicos foi baseada nas recomendações técnicas específicas para o maracujazeiro descritas por (BORGES et al, 2010). E foi realizada para que fosse um fator a menos de interferência no desenvolvimento do maracujazeiro, no momento de comparação entre os sulcos.

4.4 Estimativa da necessidade de água de irrigação da cultura por sulcos.

Os critérios para escolha do método de manejo da água na irrigação a ser seguido estão diretamente relacionados com o sistema solo-água-planta-clima, e a disponibilidade de informações que são retiradas de acordo com os equipamentos para medições disponíveis.

- Levantamento climatológico do período de 100 dias após o transplântio.

Foi realizado o levantamento climatológico mensal de todo o período após o transplante do maracujá até o final do experimento, entre setembro e novembro de 2022, mostrado na Tabela 02, abaixo.

Tabela 3 – Levantamento climatológico da região.

MÉDIA	TEMP (C°)	ETR	ET _o	P (mm)
Setembro	27,02	0,63	5,7	30,6
Outubro	26,08	2,88	5,3	108,5
Novembro	24,08	2,35	3,93	89,33

Fonte: INMET (2022).

- Frequência de irrigação fixa

Partindo do levantamento climatológico e da classe de solos do local, mostrado na Tabela 4, foi calculada a frequência de irrigação, de acordo com a necessidade da cultura do maracujá.

Tabela 4 – Valores* aproximados para algumas características físico hídricas dos solos, segundo a sua classe textural (DE ALBUQUERQUE, 2010).

Textura do solo	VIB ¹ (cm/h)	Densidade (g/cm ³)	CC ² (%peso)	PMP ³ (%peso)	CAD ⁴ (%peso)	CAD ⁵ (mm/m)
Arenoso	5 (2,5-22,5)	1,65 (1,55-1,80)	9 (6-12)	4 (2-6)	5 (4-6)	85 (70-100)
Franco-arenoso	2,5 (1,3-7,6)	1,50 (1,40-1,60)	14 (10-18)	6 (4-8)	8 (6-10)	120 (90-150)
Franco	1,3 (0,8-2,0)	1,40 (1,35-1,50)	22 (18-26)	10 (8-12)	12 (10-14)	170 (140-190)
Franco-argiloso	0,8 (0,25-1,5)	1,35 (1,30-1,40)	27 (25-31)	13 (11-15)	14 (12-16)	190 (170-220)
Silto-argiloso	0,25 (0,03-0,5)	1,30 (1,25-1,35)	31 (27-35)	15 (13-17)	16 (14-18)	210 (190-230)
Argiloso	0,05 (0,01-0,1)	1,25 (1,20-1,30)	35 (31-39)	17 (15-19)	18 (16-20)	230 (200-250)

* Primeiro valor representa a média e os valores entre parênteses representam a faixa de variação.

¹VIB = velocidade de infiltração básica

²CC = umidade do solo na capacidade de campo

³PMP = umidade do solo no ponto de murcha permanente

⁴CAD = água total disponível = (CC – PMP)

⁵CAD em lâmina de água por profundidade de solo

Considerando os dados da Tabela 4, associado as metodologias para estimativa da irrigação em turno fixo, indicada por Da Costa, E. L. et al (2000) e De Albuquerque (2010), foram realizados os cálculos irrigação para o maracujazeiro.

O primeiro cálculo realizado foi a determinação da capacidade total de água disponível do solo (CAD), conforme equação abaixo:

$$CAD = \frac{(CC - PMP) \times d}{10}$$

Seguindo a classificação da textura do solo, que é franco argilosa arenosa, foram considerados os valores de um solo franco, que é o que mais se aproxima das características deste solo. Pela (Tabela 3), os dados utilizados são os seguintes:

- a) Capacidade de campo (CC) = 22% peso
- b) Ponto de murcha permanente (PMP) = 10% peso
- c) Densidade do solo (d) = 1,4 g/cm³

$$CAD = 1,68 \text{ mm/cm}^3$$

Para o cálculo de lâmina líquida (LL) de irrigação foram admitidos valores específicos para a cultura do maracujá. De acordo com De Costa (2000) no caso de culturas cujo sistema radicular é superficial, como o maracujazeiro, o fator de disponibilidade de água no solo deve ser de 30% (f=0,30). De acordo com Lucas (2012) o manejo de água e nutrientes para a cultura do maracujazeiro deve ser feito até a profundidade de 0,50 cm e 0,60 cm. Esses valores foram considerados para Z = profundidade efetiva do sistema radicular (cm).

- a) Capacidade total de água disponível do solo (CAD) = 1,68 mm/cm³
- b) Fator de disponibilidade de água no solo (f) = 0,30
- c) Profundidade efetiva do sistema radicular (Z) = 60 cm

$$LL = CAD \cdot f \cdot Z$$

$$LL = 30,24 \text{ mm}$$

Apesar da grande simplicidade e comodidade da frequência de irrigação fixa, essa é estabelecida dentro de uma situação crítica da cultura. Portanto, inevitavelmente,

haverá muita perda de água. Visando a redução dessas perdas é necessário que se planeje a irrigação de acordo com a eficiência do sistema de irrigação. No caso da irrigação por sulcos será levada em consideração a eficiência de 60% de acordo com (DE ALBUQUERQUE, 2010). Com base nessa informação, o cálculo de lâmina bruta (LB) foi feito como se segue:

- a) Lâmina Líquida (LL) = 30,24 mm
- b) Eficiência de irrigação (Ei) = 60 % - 0,60

$$LB = LL / Ei$$

$$LB = 50,4 \text{ mm}$$

O próximo passo é determinar a frequência de irrigação (F):

- a) Lâmina Líquida (LL) = 30,24 mm
- b) Evapotranspiração máxima da cultura (Etc) =? mm/dia

$$F = LL / Etc$$

Como não se tem muitos estudos que estabelecem a evapotranspiração máxima da cultura do maracujá, foi necessário realizar o cálculo levando em consideração os dados coletados no INMET (2022) que estão apresentados na (Tabela 3), a partir do mês de transplântio setembro, outubro e novembro. Portanto, a relação entre ETC e ETo se expressa por:

$$ETC = Kc \cdot Eto$$

O valor da evapotranspiração da cultura (ETc) foi feito considerando coeficiente da cultura em função do seu estágio de desenvolvimento $Kc = 0,8$ para plantas adultas, conforme (DE COSTA, 2000), mostrado na Tabela 05, abaixo.

Tabela 5 – Evapotranspiração calculada para o maracujá.

	SET	OUT	NOV
Etc (mm)	4,56	4,24	3,14

A partir dos dados obtidos e admitindo-se a evapotranspiração máxima da cultura, pode-se seguir com o cálculo da frequência de irrigação (F):

$$F = LL / Etc$$

$$F = 6 \text{ dias}$$

Tendo, como consequência, um ajuste no valor da lâmina líquida LL e, por sua vez, do coeficiente f (Fator de disponibilidade de água no solo), então se faz a inversão das equações como segue:

a) $LL = F \cdot Etc$

$$LL = 27,36 \text{ mm}$$

b) $f = LL / (CAD \cdot Z)$

$$f = 0,27$$

Portanto, o novo valor da lâmina bruta (LB) ficará:

$$LB = 27,36 / 0,60$$

LB = 45,6 mm para cada turno de rega.

De acordo com turno de rega considerado, em seis dias será aplicada Lâmina Bruta de 45,6 mm, o que equivale a 7,6 mm por dia.

Visto que o revestimento do sulco proporciona economia de água, pois ela é direcionada diretamente para a cova de plantio evitando-se perdas por percolação, pode-se considerar que a eficiência do sistema chega a 80%. Com base nesses dados foram feitos os cálculos da irrigação em turno fixo, para aplicação de água nesses sistemas. A consequência dessa economia é o um ajuste no valor da lâmina líquida (LL) e do coeficiente f. Então se faz a inversão das equações como calculada anteriormente.

Cálculo de lâmina bruta (LB):

a) Lâmina Líquida (LL) = 27,36 mm

b) Eficiência de irrigação (Ei) = 80 % = 0,80

$$LB = LL / Ei$$

$$LB = 27,36/0,8$$

$$LB = 34,2 \text{ mm}$$

De acordo com o turno de rega considerado, em seis dias terá aplicação de Lâmina Bruta de 34,2 mm o equivalente a 5,7 mm por dia.

Outro método que pode ser utilizado para determinação na necessidade de água pela cultura é o Método da tensão de água no solo, de acordo com Da Costa, E. L. et al (2000). Esse método é capaz de comprovar se a frequência de irrigação calculada realmente atende a necessidade do maracujá. O manejo realizado utilizando o tensiômetro se baseia na tensão de água no solo, ou seja, toda vez que a tensão chegar a um determinado valor crítico tem-se a necessidade de realizar uma nova irrigação e iniciar-se um novo turno de rega, antes que a cultura seja afetada pela necessidade hídrica. Para isso é realizado o monitoramento dos valores indicados pelos aparelhos, que são de 0 a 0,80 atm, representando diretamente a tensão com que água está sendo retida pelo solo. Para o maracujazeiro, a tensão monitorada para que se inicie uma nova irrigação corresponde a umidade relativa ao consumo de 30% da água disponível no solo.

4.5 Descrição das avaliações do desenvolvimento das plantas do maracujá em cada sulco.

A análise quantitativa do desenvolvimento das plantas durante o período de observação, foi o parâmetro utilizado nos como comparativos entre os tratamentos, ou seja, sulcos com e sem revestimento.

Os parâmetros utilizados foram as medidas das áreas das folhas a partir das medidas lineares do comprimento e largura, como descrito por Severino (2005). Este método é não destrutivo, tendo sido feitas medidas do comprimento seguindo a nervura principal, e largura, de uma extremidade a outra. Foram medidas de três a quatro folhas por planta e ao final realizada a média das medidas para cada planta.

Outra medida coletada foi a altura total da planta, partindo da superfície do solo até o fim da guia principal ou gema terminal do maracujá. Para o levantamento dos dados, as medidas foram colhidas periodicamente a cada sete dias a partir do mês de

setembro no qual foi realizado o transplântio, totalizando 100 dias ao fim da avaliação. As medidas foram feitas com auxílio de uma fita métrica, em milímetros.

O experimento foi realizado em dois tratamentos, sendo eles os métodos de irrigação por sulco tradicional e por sulco revestido, sob o delineamento experimental com 4 repetições para cada tratamento. Com os dados obtidos nas avaliações do desenvolvimento das plantas usou-se o SISVAR para obtenção da análise de variância pelo teste de tukey, a 5% de probabilidade.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Sistema por sulcos revestido.

Os sulcos foram construídos com 9,5 m de comprimento, 1,20 m de largura (11,4 m²) e 20 cm de profundidade. O sulco revestido recebeu uma cobertura com lona, de 1,5 m de largura. Nesse sulco a água foi aplicada diretamente nas covas das plantas onde foi formado um bulbo úmido de 70 cm de diâmetro.

No sulco sem revestimento, devido à quantidade de água ser maior para atingir-se a mesma lâmina líquida e, para que as covas fossem atingidas, era necessário que a infiltração atingisse ao menos 1,20 m de largura de área molhada. Em consequência da diferença de infiltração e da área molhada entre os sulcos, a quantidade de água aplicada foi maior no sulco sem revestimento, chegando a 45,6 mm por turno, enquanto no sulco revestido foi de 34,2 mm.

Os cálculos realizados demonstram uma diferença de lâmina bruta de 11,4 mm ou 11,4 L/ m² por turno a menos para aplicação no sulco revestido, comprovado através dos cálculos anteriormente demonstrados. Ao aplicar esta economia para a instalação dos sulcos revestido considerando a área em 1 hectare, modificando o comprimento dos sulcos para 100 m e mantendo a largura de 1,20 m então cada sulco terá uma área de 120 m² e com espaçamento entre os sulcos de 2,5 m, em uma área de 10.000 m² pode ser instalado o equivalente 41 sulcos estimando uma economia para cada sulco de 1.368 L por sulco a cada turno de rega, ou seja, caso instalado o método de irrigação por sulcos revestidos em 1 hectare para cultura do maracujazeiro em comparação aos sulcos tradicionais, obtém-se uma economia de 56.088 L/ha por turno.

5.2 Desenvolvimento da Cultura.

Visando comparar a eficiência da irrigação feita pelos dois métodos, foram feitas medições do desenvolvimento das plantas a cada sete (07) dias, especificamente da altura das plantas e da largura das folhas. Os Resultados das medições da área foliar e altura das plantas em cada tratamento está mostrado na Tabela 6, abaixo.

Tabela 6 – Resultados dos testes entre os sulcos com e sem revestimento, comparando Área foliar (AF) e Altura das plantas (ALT) no Maracujá.

TRATAMENTOS	AF (cm)	ALT (cm)
Com lona	60,17 a	71,50 a
Sem lona	58,74 a	67,07 a
Média Geral	59,45	69,29
CV(%)	28,97	23,43

As médias seguidas a mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tulkey em nível de probabilidade de 5%.

De acordo com a análise estatística entre os tratamentos, não houve diferença significativa, demonstrando que, ao comparar os tratamentos constata-se que os resultados não deferiram entre si, ou seja, o desenvolvimento das plantas foi equivalente.

Isso demonstra que o sulco revestido com lona, conseguiu a mesma eficiência, pois as plantas tiveram seu desenvolvimento equivalente ao obtido no sulco convencional, porém, com menor quantidade de água aplicada.

A eficiência da frequência de irrigação se comprovou não somente com análise estatística, mas, também com o monitoramento feito por meio dos tensiômetros, cujos dados eram verificados um dia antes da irrigação para observar se a quantidade de água aplicada a cada seis dias seria suficiente nos sulcos revestidos e sem revestimento. Os dados mostraram que não havia a necessidade de modificar a frequência de irrigação ou quantidade da lâmina de água, mantendo então a mesma aplicação durante todo período do experimento.

6. CONCLUSÃO

Após os resultados obtidos constata-se que a eficiência da irrigação no sulco revestido foi equivalente ao método tradicional, porém, com menor perda de água por percolação. Isso implicou a redução da quantidade de água aplicada, sendo uma diferença de lâmina bruta de 11,4 mm por turno, no caso da cultura do maracujá.

Ao aplicar esta economia na instalação dos sulcos revestido em 1 hectare, poderá ser instalado o equivalente 41 sulcos de 100 metros e resultar em uma economia de 1.368 L por sulco, ou seja, obtém-se uma economia de 56.088 L/ha por turno.

O método de irrigação por sulcos revestidos proporciona grande economia de água, além de conseguir atender a necessidade da cultura que foi comprovado pelo resultado do teste estatístico, observado um crescimento ainda melhor do que as plantas instaladas nos sulcos sem revestimento. No entanto, a instalação do sistema tem a necessidade de um investimento mais elevado pois tem o custo da lona e o aumento da mão de obra, porém, o benefício apresentado pela economia de água justifica esse investimento, pois significa a redução dos impactos ambientais, redução dos processos erosivos, ou beneficiar o agricultor, possibilitando o aumento de sua área de plantio, aplicando a água economizada em uma nova área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, Salassier; SOARES, Antônio A.; MANTOVANI, Everardo C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 1982.

BORGES, A. L.; SOUZA, L. D. **Recomendações de calagem e adubação para maracujazeiro**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura. **Comunicado técnico, 141**. 2010.

BRASIL. **Lei n. 11.326 de 24 de julho de 2006**. Disponível em: Acesso em 20/10/2022.

CALZAVARA, BATISTA BENITO. História e importância da irrigação. **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 1953.

CASTRO, Nilza. **Apostila de irrigação (IPH 02 207)**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 56p, 2003.

COMISSÃO, DE FERTILIDADE DE SOLOS DE. GOIÁS. **Recomendações de corretivos e fertilizantes para Goiás**, v. 5, 1988.

DA COSTA, E. L. et al. **Irrigação da cultura do maracujazeiro**. Artigo de periódico. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 206, p. 59-66, set./out. 2000.

DE ALBUQUERQUE, P. E. P. **Estratégias de manejo de irrigação: exemplos de cálculo**. Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2010.

DE CAMPOS, Murilo Avary; TESTEZLAF, Roberto. **Simulação da eficiência e da redução do consumo de água na produção do tomate de mesa sob irrigação por sulcos**. Revista Engenharia na Agricultura-REVENG, v. 17, n. 5, p. 375-382, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. **Agricultura irrigada sustentável no Brasil: Identificação de áreas prioritárias.** FAO: Brasília, 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS. **The State of Food and Agriculture 2020.** Overcoming water challenges in agriculture. FAO: Rome, 2020.

HOWELL, T. A. **Challenges in increasing water use efficiency in irrigated agriculture.** In: INTERNATIONAL SYANTAMPOSIUM ON WATER AND LAND MANAGEMENT FOR SUSTAINABLE IRRIGATED AGRICULTURE, 2006, Adana, Turkey. [**Proceedings...**]. Adana, 2006. p. 11.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/sobre>>. Acesso em: 10 nov. 2022.

JÚNIOR, Viaja; MARTINS, Mário. **A Irrigação no Brasil na mira do capital internacional (1964-1975).** Revista de História (São Paulo), 2021.

LUCAS, Ariovaldo Antonio Tadeu; FREIZZONE, José Antônio; COELHO FILHO, Mauricio Antonio. **Características da distribuição radicular de maracujazeiro sob fertirrigação.** Irriga, v. 17, n. 2, p. 245-250, 2012.

MATTEI, Lauro. Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF): concepção, abrangência e limites observados. **Encontro da Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção**, v. 4, p. 200, 2001.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transforming our world: the 2030 Agenda for sustainable development. 2020.**

PAOLINELLI, Alysson; DOURADO NETO, Durval; MANTOVANI, Everardo Chartuni. **Agricultura irrigada no Brasil: história e economia [recurso eletrônico]**/ Piracicaba: ESALQ; Viçosa: ABID, 155 p, 2022.

SEVERINO, L. S. et al. **Método para determinação da área foliar da mamoneira**. 20p. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 55), Campina Grande – 2005.

SOLOS, Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5ª edição rev. e ampli. Brasília, DF 2018. 356 p.

TESTEZLAF, Roberto. **Irrigação: métodos, sistemas e aplicações**. Faculdade de Engenharia Agrícola Unicamp – FEAGRI. 2011.