



Universidade Federal de Sergipe
Campus do Sertão
Departamento de Engenharia Agrônômica do Sertão



LUMA OLIVEIRA ROCHA

**APLICAÇÃO DE LODO DE ESGOTO E UREIA NO CONSÓRCIO MARACUJAZEIRO
AMARELO E ALGODOEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso

Nossa Senhora da Glória/Sergipe
Março de 2025

LUMA OLIVEIRA ROCHA

**APLICAÇÃO DE LODO DE ESGOTO E UREIA NO CONSÓRCIO MARACUJAZEIRO
AMARELO E ALGODOEIRO**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em
Engenharia Agrônômica da Universidade Federal
de Sergipe, como requisito parcial à obtenção do
título de bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Marcos Eric Barbosa Brito

Nossa Senhora da Glória/Sergipe

Março de 2025

LUMA OLIVEIRA ROCHA

**APLICAÇÃO DE LODO DE ESGOTO E UREIA NO CONSÓRCIO MARACUJAZEIRO
AMARELO E ALGODOEIRO**

Este documento foi julgado adequado como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em: __/__/__/

Banca examinadora:

Marcos Eric Barbosa Brito, Prof. Dr. Engenharia Agrícola
Universidade Federal de Sergipe

Tiago Barreto Garcez, Prof. Dr. Solos e Nutrição de Plantas
Universidade Federal de Sergipe

Natália Pimentel Esposito Polesi, Profa. Dra. Fisiologia Vegetal
Universidade Federal de Sergipe

Índice

Lista de figuras.....	5
Lista de tabelas.....	6
Abstract.....	9
Resumo.....	10
1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
2.1. Localização da área experimental	12
2.2. Tratamento e delineamento experimental	13
2.3. Instalação e condução do experimento.....	16
2.4. Manejo nutricional	17
2.5. Variáveis analisadas	18
2.6. Análise estatística.....	22
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4. CONCLUSÕES	31
5. LITERATURA CITADA	32
6. AGRADECIMENTOS.....	37

Lista de figuras

Figura 1. Dados pluviométricos in loco e de temperatura do período de condução do experimento (27/11/2023 a 17/09/2024), Nossa Senhora da Glória, SE. Fonte: Adaptado do INMET (2023; 2024).....	13
Figura 2. Esquema de distribuição dos tratamentos conforme condições de cultivo e fonte de nitrogênio, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024	14
Figura 3. Mapa de localização da Estação de Tratamento de Esgoto da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), Nossa Senhora da Dores, SE, 2024.....	15

Lista de tabelas

Tabela 1. Distribuição dos tratamentos conforme condições de cultivo e fonte de nitrogênio para avaliação do maracujazeiro amarelo, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024	14
Tabela 2. Características químicas do lodo de esgoto tratado que foi utilizado.....	15
Tabela 3. Análise química do solo da área experimental na profundidade de 0 a 0,2 m.. ..	16
Tabela 4. Resumo da análise de variância correspondente ao diâmetro do caule (Dc), ao número de folhas (Nf), ao comprimento da haste principal (Chp) e a área foliar (Af) do maracujazeiro-amarelo aos 115 dias após o transplântio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024	23
Tabela 5. Resumo da análise de variância correspondente ao extravasamento de eletrólitos (Ee), ao teor relativo de água (Tra), ao índice SPAD de clorofila (Icl) e ao teor de clorofila total (Tcl) do maracujazeiro-amarelo aos 140 dias após o transplântio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024	24
Tabela 6. Valores médios do índice SPAD de clorofila (Icl) e teor de clorofila total (Tcl) do maracujazeiro amarelo aos 140 dias após o transplântio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024	25
Tabela 7. Resumo da análise de variância correspondente ao teor de sólidos solúveis totais (Sst), a acidez total titulável (Att), a relação Sst/Att (Ratio), ao potencial hidrogeniônico (pH) e a condutividade elétrica (Ce) da polpa de frutos de maracujazeiro amarelo colhidos a partir dos 200 dias após o transplântio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024	26
Tabela 8. Valores médios do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez total titulável (%) dos frutos do maracujazeiro amarelo colhidos a partir dos 200 dias após o transplântio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024.....	27
Tabela 9. Resumo da análise de variância correspondente ao diâmetro médio longitudinal (Dml), ao diâmetro médio transversal (Dmt) e a espessura média da casca (Emc) dos frutos de maracujazeiro-amarelo colhidos a partir dos 200 dias após o transplântio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024	28
Tabela 10. Valores do diâmetro médio longitudinal (Dml), diâmetro médio transversal (Dmt) e espessura média de casca (Emc) dos frutos do maracujazeiro amarelo colhidos a	

partir dos 200 dias após o transplantio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024	29
Tabela 11. Resumo da análise de variância correspondente ao peso médio dos frutos (Pmf), ao peso médio de polpa (Pmp), ao volume médio de polpa (Vmp) e ao rendimento médio de polpa (Rmp) dos frutos de maracujazeiro-amarelo colhidos a partir dos 200 dias após o transplantio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024.....	30
Tabela 12. Valores do peso médio de frutos (Pmf), peso médio de polpa (Pmp) e volume médio de polpa (Vmp) dos frutos do maracujazeiro amarelo colhidos a partir dos 200 dias após o transplantio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024.....	30

ARTIGO

Periódico a ser submetido na Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental

Application of sewage sludge and urea in the yellow passion fruit and cotton intercropping system¹

Luma Oliveira Rocha²; Kleyton Karlos Correia dos Santos²; Rebeka dos Anjos
Oliveira²; Jennifer Lauanny Carvalho Santos²; Monalisa Soares Costa³; Marcos Eric
Barbosa Brito²

¹Pesquisa desenvolvida na Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Agrônômica do Sertão, Nossa Senhora da Glória, Sergipe, Brasil

²Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Engenharia Agrônômica do Sertão, Nossa Senhora da Glória, Sergipe, Brasil

³Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande, Paraíba, Brasil

HIGHLIGHTS:

O crescimento inicial e estado hídrico do maracujazeiro não é modificado pela consorciação e fertilizante nitrogenado.

O índice SPAD e o teor de clorofila de plantas de maracujá sofrem efeito com o tipo de fertilizante e a consorciação.

A qualidade química e física de frutos de maracujá é alterada pela fonte de nitrogênio e sistema de cultivo adotado.

ABSTRACT:

Optimizing production systems is challenging in irrigated fruit farming, especially cultivating yellow passion fruit. Although it provides an alternative source of income for farmers, the crop has high nitrogen requirements and begins to produce only six to seven months after transplantation. When intercropped with short-cycle crops such as cotton and supplemented with alternative fertilization methods, like treated sewage sludge, these strategies show promising potential for maximizing the use of cultivated space with productive efficiency. Therefore, the growth and development of yellow passion fruit were evaluated when intercropped with cotton and fertilized with treated sewage sludge. The experimental design was a randomized block layout, with treatments consisting of two cultivation systems (intercropped and monoculture) and two nitrogen sources (urea and sludge), plus a control treatment where passion fruit was grown alone without fertilization. The treatments were replicated in four blocks, each plot corresponding to two passion fruit plants. Data were subjected to the Shapiro-Wilk normality test, followed by an analysis of variance and Tukey's test, using Rstudio® software. The types of fertilizers and intercropping with cotton did not affect the initial growth or water status of the passion fruit plants. However, the passion fruit's SPAD index and chlorophyll content were influenced by the type of fertilizer and intercropping. Additionally, the type of fertilizer and cultivation system affected the chemical and physical quality of the passion fruit fruits.

Keywords: *Passiflora edulis* Sims.; *Gossypium hirsutum* L.; growth; development

Aplicação de lodo de esgoto e ureia no consórcio maracujazeiro amarelo e algodoeiro

RESUMO:

A otimização de sistemas de produção é um desafio na fruticultura irrigada, em especial no cultivo do maracujazeiro amarelo que, embora seja uma fonte de renda alternativa para os agricultores, tem uma alta demanda de nitrogênio e só começa a produzir após seis a sete meses do transplântio, observando-se, na consorciação com culturas de ciclos curtos, como o algodoeiro e o uso de fertilizações alternativas, como o lodo de esgoto, estratégias promissoras para o maior aproveitamento do espaço cultivado com eficiência produtiva. Desse modo, foram avaliados o crescimento e o desenvolvimento do maracujazeiro amarelo sob duas condições de cultivo, consorciado com o algodoeiro e solteiro, e sob duas fontes de fertilizante nitrogenado, o lodo de esgoto tratado e a ureia, com adição de um tratamento testemunha, relativo a maracujá solteiro e sem adubação, sendo organizados em um delineamento experimento de blocos casualizados com quatro repetições, e parcelas correspondentes a duas plantas de maracujazeiro. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, seguido por análise de variância e teste de Tukey, usando-se o software Rstudio®. Os tipos de fertilizantes e a consorciação com o algodoeiro não alteraram o crescimento inicial e o status hídrico das plantas de maracujá. O índice SPAD e teor de clorofila do maracujazeiro foram afetados pelo tipo de fertilizante e consorciação. A qualidade química e física dos frutos de maracujá sofreu alterações com o tipo de fertilizante e sistema de cultivo.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims.; *Gossypium hirsutum* L.; crescimento; desenvolvimento

INTRODUÇÃO

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims.) é uma planta da família Passifloraceae e oriunda da América Tropical, que ocupa cerca de 98% dos pomares brasileiros da fruta, em razão do seu maior rendimento industrial e maior demanda de mercado (Faleiro et al., 2017; Jesus et al., 2018). A produção brasileira de maracujá alcançou 711.278 t em 45.761 ha em 2023, tendo a região Nordeste como responsável por 71,06% da quantidade produzida de frutos de maracujá (SIDRA, 2023). A produtividade na região Nordeste, por outro lado, é baixa, cerca de 15,54 t ha⁻¹, valor aquém do potencial da cultura, que pode chegar a 40 t ha⁻¹ ou mais (Pires et al., 2024). Isso ocorre em razão de diversos fatores, como a distribuição de água, a realização de podas nas plantas, a ocorrência de problemas fitossanitários, entre outros tratos culturais (Carvalho et al., 2015; Queiroga et al., 2024).

O aumento na produtividade do maracujá é um desafio, observando-se no equilíbrio nutricional um dos fatores que pode colaborar para melhorar esses aspectos produtivos, já que a cultura tem uma demanda elevada por nutrientes em todo o seu ciclo (Borges & Rosa, 2017; Borges & Rosa, 2021), em especial o nitrogênio, segundo nutriente mais exportado pelos frutos de maracujá e que participa de diversas atividades fisiológicas, metabólicas e estruturais, entre as quais, a composição de aminoácidos e de clorofilas.

O uso de fertilizantes, a exemplo do lodo de esgoto tratado, é uma alternativa para adubação, por ser um material que contém matéria orgânica e nutrientes, como o nitrogênio, os quais são liberados gradativamente para a absorção pelas plantas, com grande importância na preservação do meio ambiente (Lopes et al., 2021; Araújo et al., 2022). Por outro lado, o uso deve ser avaliado com cuidado, em virtude do risco de salinização, devido a presença de sódio e outros sais, como observado por Santos et al., 2014), que destacam maiores teores de sais solúveis em substratos com maior

concentração de lodo de esgoto. Tal situação denota a importância de realizar a avaliação do status hídrico das plantas.

No cultivo de maracujazeiro amarelo, ainda, verifica-se na consorciação entre culturas outra estratégia promissora para garantir um maior aproveitamento da área cultivada, já que ocorre o cultivo simultâneo de diferentes espécies num mesmo local (Costa et al., 2023). Em cultivos intercalares de maracujá amarelo com o milho (*Zea mays* L. – BR 106) ou de feijão (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola), foi verificado que a cultura mantém o seu crescimento quanto ao diâmetro do caule e a sua qualidade física quanto ao peso médio, comprimento e diâmetro dos frutos (Lima et al., 2002).

O maior rendimento nos sistemas consorciados ocorre quando se combina culturas que tenham sinergismo, o que torna importante a escolha de espécies com características distintas quanto à arquitetura vegetal, aos hábitos de crescimento e à fisiologia, além de se complementarem quanto ao arranjo de cultivo, o espaçamento e a densidade de plantas (Costa et al., 2023). Assim, o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) apresenta potencial para a consorciação com outras culturas, a exemplo do maracujazeiro amarelo, já que a planta possui dupla aptidão, onde desde a pluma até o caroço podem ser utilizados e comercializados (Freire et al., 2017).

Portanto, objetivou-se verificar se o uso de lodo de esgoto tratado pode contribuir com o crescimento e o desenvolvimento do maracujazeiro amarelo consorciado com algodoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização da área experimental

O experimento foi realizado na fazenda experimental da Embrapa Semiárido (10°12'51.2'' S, 37°19'01.2'' W, 267 m), localizada no município de Nossa Senhora da

Glória/Sergipe, em uma área de 852 m². Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo ‘As’, ou seja, tropical com verão seco (Sousa & Brito, 2022). Durante a condução do experimento, houve uma precipitação e temperatura média de 704,15 mm e 25,58 °C (Figura 1).

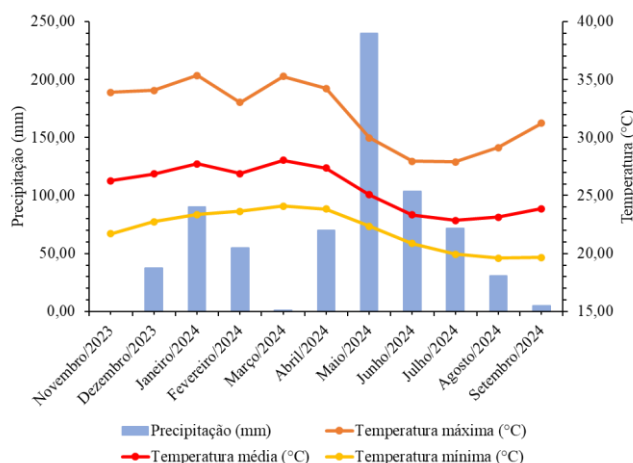


Figura 1. Dados pluviométricos in loco e de temperatura do período de condução do experimento (27/11/2023 a 17/09/2024), Nossa Senhora da Glória, SE. Fonte: Adaptado do INMET (2023; 2024)

Tratamento e delineamento experimental

O experimento foi conduzido usando-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com tratamentos formados a partir de duas condições de cultivo (consorciado e solteiro) e dois tipos de fertilizantes nitrogenados (ureia e lodo de esgoto tratado), além de um tratamento testemunha, correspondente ao cultivo do maracujazeiro solteiro e sem adubação, perfazendo cinco tratamentos, que foram repetidos em quatro blocos, totalizando 20 unidades experimentais (Figura 2).

Tabela 1. Distribuição dos tratamentos conforme condições de cultivo e fonte de nitrogênio para avaliação do maracujazeiro amarelo, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024

Sigla	Condição de cultivo	Fonte de nitrogênio
MSA	Maracujazeiro solteiro	Nenhuma
MCU	Maracujazeiro solteiro	Ureia
MCL	Maracujazeiro solteiro	Lodo de esgoto tratado
CCU	Maracujazeiro consorciado com algodoeiro	Ureia
CCL	Maracujazeiro consorciado com algodoeiro	Lodo de esgoto tratado

A unidade experimental foi composta por duas plantas de maracujazeiro com ou sem consorciação com 20 plantas de algodoeiro, usando-se o espaçamento de 3,0 x 2,0 m para o maracujazeiro e de 3,0 x 0,2 m para o algodoeiro, conforme pode ser observado na Figura 2.

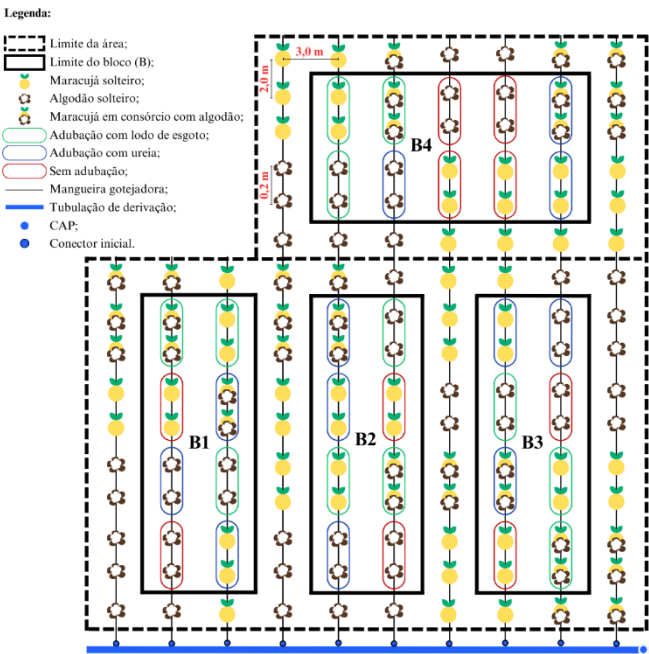


Figura 2. Esquema de distribuição dos tratamentos conforme condições de cultivo e fonte de nitrogênio, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024

O lodo de esgoto foi obtido a partir da Estação de Tratamento de Esgoto da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO) (10°29'18.7'' S, 37°10'38.3'' W, 183 m), localizada no município de Nossa Senhora das Dores/Sergipe (Figura 3). O material seco foi triturado e peneirado para uma maior uniformidade durante a aplicação, estando as características químicas do lodo apresentadas na Tabela 2.

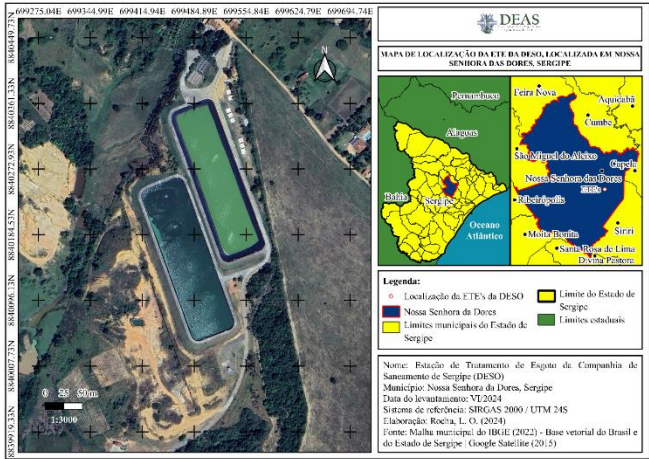


Figura 3. Mapa de localização da Estação de Tratamento de Esgoto da Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO), Nossa Senhora da Dores, SE, 2024

Tabela 2. Características químicas do lodo de esgoto tratado que foi utilizado

N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Fe
----- g kg ⁻¹ -----							
46,10	0,78	3,02	19,18	6,30	8,10	1,13	23,69
Zn	Cu	Mn	Ti	Ni			
----- mg kg ⁻¹ -----							
885,25	198,45	319,47	181,00	23,69			

O manejo nutricional considerou a análise de solo, para tanto, coletou-se amostras simples na área, na profundidade de 0 a 0,2 m, para forma uma amostra composta, que foi direcionada ao Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS), para análise de fertilidade do solo, estando os dados das características dispostos na Tabela 3.

Tabela 3. Análise química do solo da área experimental na profundidade de 0 a 0,2 m

pH	M.O.	Ca	Mg	Al	H + Al	SB	CTC _{pH7}
	g/dm ³	-----			cmol _c dm ⁻³	-----	
5,75	21,20	2,75	1,50	< 0,08	2,03	4,81	6,84
Na	K	P	PST	V			
-----	mg dm ⁻³	-----	----- % -----				
24,00	181,00	23,90	1,52	70,30			

Instalação e condução do experimento

O preparo do solo foi realizado com o uso de aração e gradagem, que permitiu revirar a leiva, destorroar e nivelar o solo. Após isso, houve a marcação com piquetes dos locais de plantio, usando-se um espaçamento de 3,0 x 2,0 m para abertura das covas de plantio das mudas de maracujazeiro amarelo. Em seguida, foi implantado o sistema de espaldeira vertical com estacas distribuídas no espaçamento 3,0 x 4,0 m, e arame ovalado de aço galvanizado nº 12 (Costa et al., 2008; Andrade Neto et al., 2015). As estacas possuíam diâmetro de 0,1 m e comprimento de 2,3 m, sendo fixadas ao solo na profundidade de 0,5 m, em média.

Após o preparo do solo, o piqueteamento e a instalação do sistema de condução, foi montado o sistema de irrigação por gotejamento, usando-se tubulação de PVC e fitas gotejadoras com vazão e pressão dos emissores de 2,1 L h⁻¹ e 10 mca, respectivamente, sendo os gotejadores espaçados em 0,2 m. As irrigações foram realizadas com turno de rega variável, ocorrendo no período da manhã ou tarde com tempo determinado conforme a necessidade.

As mudas de maracujazeiro amarelo foram produzidas por meio de sementes e transplantadas quando tinham de três a cinco folhas definitivas, sendo elas tutoradas com barbante para a sua condução em direção ao arame de sustentação da espaldeira vertical.

Com o transplântio das mudas de maracujá, foi realizada a semeadura do algodoeiro, usando-se o espaçamento 3,0 m × 0,2 m nas parcelas destinadas ao consórcio.

Após o plantio, iniciou-se a poda de formação, onde foi retirado os brotos laterais da haste principal. Quando a haste principal das plantas de maracujá ultrapassou 0,1 m do arame da espaldeira vertical, foi realizada a poda, a qual permitiu a emissão dos ramos secundários que foram conduzidos até 1 m em cada lado da planta. Após isso, os ramos secundários foram podados para haver a emissão dos ramos terciários ou produtivos, os quais foram conduzidos em direção ao solo para formação da cortina. As gavinhas dos ramos produtivos foram retiradas para haver uma maior aeração e incidência de luz nas plantas (Lima et al., 2011).

A floração do maracujazeiro amarelo foi iniciada entre quatro e cinco meses após o transplântio, quando foram realizadas as polinizações das flores de forma artificial (Costa et al., 2008; Andrade Neto et al., 2015). A colheita foi iniciada entre seis e sete meses após o transplântio, e procedeu por meio da coleta de frutos que caíam no chão ou estavam maduros na planta (Lima et al., 2011). O controle de insetos pragas, doenças e plantas daninhas ocorreu de acordo com a demanda ao decorrer da condução do experimento em campo.

Manejo nutricional

As quantidades de fertilizantes equivalentes as necessidades recomendadas para a adubação de plantio, de formação e de produção das plantas de maracujá foram realizadas em cobertura, usando-se fertilizantes minerais e o lodo de esgoto tratado, conforme tratamento. A recomendação de adubação adotada está descrita em Borges & Rosa (2021), sendo consideradas as características químicas do solo e as exigências nutricionais do maracujazeiro amarelo.

A adubação de plantio ocorreu ao transplantar as mudas de maracujá e semear o algodoeiro, usando-se 34,61 g m⁻¹ (parcelas de consórcio) ou 69,22 g planta⁻¹ (parcelas de maracujá solteiro) de fosfato monoamônico (MAP) (11% N | 52% P₂O₅), visto que a recomendação de adubação é de 60 kg ha⁻¹ P₂O₅, já a adubação potássica ocorreu apenas em cobertura (Borges & Rosa, 2021).

As adubações fosfatada e potássica, aplicadas nos períodos de formação e de produção da planta, foram distribuídas em 11 aplicações de 761,82 g de MAP (12% N | 61% P₂O₅) e 645,45 g de KCl (60% K₂O), considerando a recomendação de Borges e Rosa (2021). As aplicações foram realizadas por meio de fertirrigações quinzenais, sendo a primeira aplicação 80 dias após o transplante das mudas de maracujá.

As adubações nitrogenadas, nas quais se utilizou a ureia (45% N) e o lodo de esgoto tratado (46 g kg⁻¹) como fontes do nutriente, foram parceladas em 12 aplicações de 17,18 g m⁻¹ ou 34,36 g planta⁻¹ para a ureia e em quatro aplicações de 502,50 g m⁻¹ ou 1,00 kg planta⁻¹ para o lodo de esgoto, ocorrendo a cada 15 dias, destacando-se que a primeira aplicação foi realizada aos 70 dias após o transplante das mudas de maracujá. Foi considerado a demanda nutricional de um ciclo de cultivo do maracujazeiro amarelo, que é de 338 kg ha⁻¹ de nitrogênio quando o teor de matéria orgânica varia de 21 a 40 g kg⁻¹, descontando a quantidade de nitrogênio aplicada por meio do MAP em fundação, formação e produção em todas as parcelas (Borges & Rosa, 2021).

Variáveis analisadas

Após 115 dias após o transplante foram mensurados o comprimento da haste principal (cm) e o diâmetro do caule (mm), usando-se uma régua graduada em centímetros e um paquímetro digital graduado em milímetros (Stainless Hardened). Ainda, foram contados o número de folhas por planta (folhas maiores que 3 cm) e mensuradas a largura e o

comprimento das folhas, para determinar a área foliar (cm²) conforme sugerido por Schmildt et al. (2016) (Eqs. 1 e 2).

$$\text{Folhas com 3 lóbulos} \quad AF = 1,5885 \times (CLC \times LLC) \quad (1)$$

$$\text{Folhas com 1 lóbulo} \quad AF = 0,5902 \times (CLC \times LF) \quad (2)$$

Onde:

AF – Área foliar (cm²);

CLC – Comprimento do lóbulo central (cm);

LLC – Largura do lóbulo central (cm); e,

LF – Largura da folha (cm).

As análises fisiológicas do maracujazeiro amarelo ocorreram após 140 dias após o transplântio, onde foram estimados o teor de clorofila total (µg cm⁻²) e o índice SPAD (SPAD), por meio de análise em folhas totalmente expandidas por planta (3^o a 5^o folha), usando-se um medidor de clorofila portátil (atLEAF CHL PLUS).

Foram coletadas, ainda, a quinta ou sexta folha completamente expandida por planta para a determinação do teor relativo de água (Barrs & Wheaterley, 1962) (Eqs. 3). Para tanto, as amostras foliares foram destacadas da planta e acondicionadas em sacolas plásticas para serem direcionadas ao laboratório multiusuário da Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão (UFS CAMPUSSER), onde houve a obtenção do peso natural das folhas usando-se uma balança digital (AD3300), de precisão de 0,01 g. Após isso, as amostras foliares foram submersas em água destilada durante 24 h, onde, após esse período, foi realizada a mensuração do peso túrgido. Ao final, as amostras foliares foram acondicionadas em sacos de papel e colocados em estufa com circulação e renovação de

ar (SL 102), na temperatura de 65 °C até atingir peso constante, havendo assim a determinação do peso seco.

$$TRA = \left(\frac{PN - PS}{PT - PS} \right) \times 100 \quad (3)$$

Em que:

TRA = teor relativo de água (%);

PN = peso natural (g);

PT = peso túrgido (g); e,

PS = peso seco (g).

Na determinação do extravasamento de eletrólitos (Scotti-Campos et al., 2013) (Eqs. 4), as folhas foram lavadas com água destilada, sendo extraídos 15 discos foliares da quinta ou sexta folha completamente expandida por planta. A amostra foliar de cada planta foi acondicionada em beakers de 50 mL com água destilada e fechados com papel alumínio para agitação durante 90 min à temperatura de 25 °C, no qual foi possível aferir a condutividade elétrica inicial. Por fim, os beakers foram colocados em estufa com circulação e renovação de ar (SL 102) à temperatura de 90 °C por 90 min e após o seu resfriamento, foi realizada a mensuração da condutividade elétrica final.

$$EE = \left(\frac{Ci}{Cf} \right) \times 100 \quad (4)$$

Onde:

EE = extravasamento de eletrólitos (%);

Ci = condutividade elétrica inicial ($\mu\text{S cm}^{-1}$); e,

Cf = condutividade elétrica final ($\mu\text{S cm}^{-1}$).

Os frutos, colhidos a partir dos 200 dias após o transplântio das mudas, foram direcionados ao laboratório multiusuário da Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão (UFS CAMPUSSER), afim de serem determinadas as características físicas e químicas.

As características físicas foram determinadas em todos os frutos, sendo mensurado o diâmetro longitudinal (mm), o diâmetro transversal (mm) e a espessura da casca (mm), usando-se, para isso, um paquímetro digital graduado em milímetros (Stainless Hardened). Ainda, determinou-se o peso dos frutos (g) e o peso da polpa (g) a partir de gravimetria, usando-se, para isso, uma balança digital com precisão de 0,01 g (AD3300), e o volume de polpa (mL), que foi aferido em uma proveta de 250 mL (± 2 mL). Com esses dados, estimou-se o rendimento de polpa bruta (%), usando-se o quociente entre o peso da polpa (g) e o peso dos frutos (g) multiplicado por 100.

As características químicas foram relativas ao teor de sólidos solúveis totais (SST), medido em °Brix com o uso de um refratômetro, o pH, medido com um pHmetro de bancada (MPA-210), a condutividade elétrica da polpa ($\mu\text{S cm}^{-1}$), mensurado com um condutivímetro de bolso (E-1 TDS&EC), e a acidez total titulável, que foi estimada pelo método de volumetria, com indicador descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (Zenebon et al., 2008), sendo todos feitos em amostras compostas de polpa de maracujá, realizando-se leituras em duplicata de cada amostra da parcela.

A determinação da ATT foi feita a partir da pipetagem de 10 mL de polpa de maracujá, a qual foi adicionada em frasco Erlenmeyer e diluída em 100 mL de água deionizada, com posterior adição de 0,3 mL (6 gotas) do indicador fenolftaleína. A titulação foi realizada com uso de hidróxido de sódio com fator de correção de 0,990 e molaridade de

0,1 N, até atingir o ponto de viragem. Com o volume de hidróxido de sódio gasto na titulação, houve a determinação da acidez, usando-se a Eqs 5.

$$ATT = \frac{V \times f \times M \times 100}{P} \quad (5)$$

Onde,

ATT = acidez total titulável (%);

V = solução de hidróxido de sódio gasto na titulação (mL);

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio;

P = volume pipetado da amostra (mL);

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio.

Foi determinado, ainda, o ratio por meio da relação entre os teores de SST e ATT (Eqs 6), indicando o grau de maturação dos frutos (Zenebon et al., 2008).

$$\text{Ratio} = \frac{\text{SST}}{\text{ATT}} \quad (6)$$

Análise estatística

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk ($p \leq 0,05$) e a análise de variância pelo teste F ($p \leq 0,05$). Quando houve diferença entre os tratamentos, foi realizado o teste de comparação de médias geral (Tukey, $p \leq 0,05$) com o intuito de verificar as suas classificações. Para execução das análises estatísticas foi utilizado o software Rstudio® (Ferreira et al., 2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento em diâmetro do caule, número de folhas, comprimento da haste principal e área foliar do maracujazeiro amarelo, até os 115 dias após o transplântio, foi semelhante entre os tratamentos, demonstrando que a demanda inicial da cultura foi suprida pela reserva de nutrientes do solo e o sistema consorciado não levou a competição interespecífica por nutrientes nesta fase inicial (Tabela 4). A hipótese, porém, pode não ser observada em outros locais, uma vez que há variabilidade nas características químicas dos solos.

Tabela 4. Resumo da análise de variância correspondente ao diâmetro do caule (Dc), ao número de folhas (Nf), ao comprimento da haste principal (Chp) e a área foliar (Af) do maracujazeiro-amarelo aos 115 dias após o transplântio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio			
		Dc (mm)	Nf (> 3 cm)	Chp (cm)	Af (cm ²)
Tratamento	4	0,7175 ^{ns}	26,14 ^{ns}	314,78 ^{ns}	197.391,00 ^{ns}
Bloco	3	4,31 ^{ns}	5,55 ^{ns}	624,99 ^{ns}	242.468,00 ^{ns}
Erro	12	1,37	11,92	1.005,16	338.403,00
Cv (%)		12,98	23,77	19,83	37,29
Média		9,00	15,00	159,91	1.560,20

Gl: Grau de liberdade | Cv: Coeficiente de variação | * ou **: Significativo a 5% e 1% pelo teste de F, respectivamente

| ns: Não significativo

Ao estudar alguns aspectos fisiológicos nas plantas de maracujazeiro amarelo, até 140 dias após o transplântio, não foi observado diferenças entre os tratamentos para o extravasamento de eletrólitos e o teor relativo de água, indicando que as plantas não estavam sujeitas a estresse osmótico provocado por fertilizantes nitrogenados (Tabela 5).

Os fertilizantes nitrogenados, como o lodo de esgoto tratado, ao ser acumulado no solo, pode levar a um aumento no teor de sódio, além da possibilidade de ocorrência de metais pesados em maior concentração, os quais podem provocar aumento da pressão osmótica da solução do solo, interferindo na absorção de água e de nutrientes pelas culturas, o que é prejudicial ao crescimento e desenvolvimento das plantas (Araújo et al., 2022), todavia, isso não foi notado nesta pesquisa, ou não foi expressa em termos de extravasamento de eletrólitos e teor relativo de água das folhas das plantas de maracujá, o que torna estes fertilizantes interessantes para o uso agrícola.

Quanto ao índice SPAD de clorofila e ao teor de clorofila total, foi observado diferenças entre os tratamentos (Tabela 5), indicando que os tipos de fertilizantes e a consorciação interferem no estado nutricional das plantas de maracujá, principalmente quanto ao nitrogênio, que faz parte das moléculas de clorofila, havendo a necessidade de haver equilíbrio para que o maracujazeiro tenha um bom crescimento e desenvolvimento (Coelho et al., 2020).

Tabela 5. Resumo da análise de variância correspondente ao extravasamento de eletrólitos (Ee), ao teor relativo de água (Tra), ao índice SPAD de clorofila (Icl) e ao teor de clorofila total (Tcl) do maracujazeiro-amarelo aos 140 dias após o transplântio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio			
		Ee (%)	Tra (%)	Icl (spad)	Tcl ($\mu\text{g cm}^{-2}$)
Tratamento	4	33,34 ^{ns}	5,86 ^{ns}	580,21 ^{**}	1.447,31 ^{**}
Bloco	3	6,63 ^{ns}	1,58 ^{ns}	67,51 ^{ns}	143,61 ^{ns}
Erro	12	14,88	10,06	104,32	253,33
Cv (%)		8,82	4,00	24,09	36,94
Média		43,73	79,22	42,39	43,09

Gl: Grau de liberdade | Cv: Coeficiente de variação | * ou **: Significativo a 5% e 1% pelo teste de F, respectivamente

| ns: Não significativo

A análise de comparação de médias das variáveis índice SPAD de clorofila e teor de clorofila total permite destacar que as plantas solteiras e consorciadas com o algodoeiro quando adubadas com a ureia proporcionaram os maiores valores médios (Tabela 6), o que denota a importância da disponibilização dos nutrientes no momento adequado, pois, mesmo em condição de consórcio, a fertilização com ureia proporcionou melhores condições quanto ao índice SPAD e ao teor de clorofila total.

Por outro lado, deve-se destacar que o nitrogênio presente no lodo de esgoto tratado, não está prontamente disponível para a absorção pelas plantas, pois a sua liberação depende da mineralização dos compostos orgânicos por microrganismos do solo (Taiz et al., 2017; Freddi, 2019). A taxa de mineralização, por sua vez, é variável, podendo não haver a disponibilização de nitrogênio suficiente durante o ciclo da cultura (Taiz et al., 2017; Freddi, 2019), verificando-se, neste trabalho, que mesmo aplicando uma quantidade de lodo que pudesse suprir a demanda de 'N', não houve suficiência ou disponibilização que contribuísse para se ter teores de clorofila similares aos das plantas solteiras e em condição de consórcio adubadas com a ureia (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios do índice SPAD de clorofila (Icl) e teor de clorofila total (Tcl) do maracujazeiro amarelo aos 140 dias após o transplântio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024

Tratamentos	Icl (spad)	Tcl ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)
MSA	33,33 b	29,07 b
MCU	62,22 a	74,89 a
MCL	33,62 b	29,67 b
CCU	44,98 ab	45,91 ab
CCL	37,79 b	35,91 b

Valores seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

Ao analisar a qualidade química da polpa de frutos de maracujá colhidos a partir dos 200 dias após o transplântio das mudas, foi observado que houve diferença entre os tratamentos apenas para as variáveis teor de sólidos solúveis totais e acidez total titulável, demonstrando que a consorciação e a fonte de nitrogênio exercem efeito sob essas características (Tabela 7). Em estudo com doses e fontes de nitrogênio (ureia e nitrato de cálcio), Borges et al. (2006) verificaram que não houve diferença na qualidade do suco para as variáveis pH, sólidos solúveis totais, acidez e ratio, explicando que isso pode ter ocorrido tanto pela aplicação de esterco de curral durante o plantio quanto pela matéria orgânica presente no solo.

Tabela 7. Resumo da análise de variância correspondente ao teor de sólidos solúveis totais (Sst), a acidez total titulável (Att), a relação Sst/Att (Ratio), ao potencial hidrogeniônico (pH) e a condutividade elétrica (Ce) da polpa de frutos de maracujazeiro amarelo colhidos a partir dos 200 dias após o transplântio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio				
		Sst (°Brix)	Att (%)	Ratio	pH	Ce (µS/cm)
Tratamento	4	3,64*	220,17**	0,000015 ^{ns}	0,0060 ^{ns}	1.540.542,00 ^{ns}
Bloco	3	0,4334 ^{ns}	57,50 ^{ns}	0,000265 ^{ns}	0,0041 ^{ns}	453.725,00 ^{ns}
Erro	12	1,07	19,77	0,000154	0,0034	512.149,00
Cv (%)		10,04	5,23	10,20	2,18	14,27
Média		10,32	85,03	0,1217	2,67	5.015,95

Gl: Grau de liberdade | Cv: Coeficiente de variação | * ou **: Significativo a 5% e 1% pelo teste de F, respectivamente

| ns: Não significativo

O teor de sólidos solúveis totais refere-se a doçura da polpa do fruto durante a sua maturação, assim, os maiores valores médios foram obtidos nos frutos produzidos por plantas adubadas com lodo de esgoto e em condição de consórcio, seguido das plantas solteiras adubadas com lodo ou ureia e sem adubação (Tabela 8). Já a acidez total

titulável, que é inversamente proporcional ao SST, é marcada pelo sabor azedo da polpa do fruto durante a sua maturação, sendo observado o maior valor médio no sistema consorciado adubado com lodo de esgoto (Tabela 8).

Tabela 7. Valores médios do teor de sólidos solúveis totais (°Brix) e acidez total titulável (%) dos frutos do maracujazeiro amarelo colhidos a partir dos 200 dias após o transplântio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024

Tratamentos	Sst (°Brix)	Att (%)
MSA	10,04 ab	85,18 b
MCU	10,29 ab	84,42 b
MCL	9,97 ab	81,43 b
CCU	9,37 b	77,09 b
CCL	11,92 a	97,02 a

Valores seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

Ao avaliar o crescimento dos frutos que começaram a ser colhidos aos 200 dias após o transplântio, nota-se que houve diferenças entre os tratamentos aplicados quanto a espessura média da casca e os diâmetros médios longitudinais e transversais dos frutos, indicando que a consorciação e a fonte de nitrogênio interferem nessas variáveis, o que confirma a hipótese de que o efeito no crescimento não foi observado devido o tempo de submissão das plantas aos tratamentos (Tabela 9).

Tabela 9. Resumo da análise de variância correspondente ao diâmetro médio longitudinal (Dml), ao diâmetro médio transversal (Dmt) e a espessura média da casca (Emc) dos frutos de maracujazeiro-amarelo colhidos a partir dos 200 dias após o transplântio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio		
		Dml (mm)	Dmt (mm)	Emc (mm)
Tratamento	4	150,28**	45,87*	7,90*
Bloco	3	13,72 ^{ns}	19,98 ^{ns}	0,6750 ^{ns}
Erro	12	22,37	11,36	1,55
Cv (%)		6,17	4,72	15,27
Média		76,64	71,37	8,16

Gl: Grau de liberdade | Cv: Coeficiente de variação | * ou **: Significativo a 5% e 1% pelo teste de F, respectivamente

| ns: Não significativo

As melhores médias de diâmetro longitudinal e transversal dos frutos, foram obtidos nas plantas em consórcio, seja adubada com ureia ou lodo, seguido das plantas solteiras sem adubação ou adubadas com lodo (Tabela 10). Ao se tratar de maracujazeiro, para o crescimento dos frutos, além de um bom balanço nutricional, em especial o acúmulo de nutrientes como nitrogênio, potássio e cloro, que aumentam a pressão osmótica dentro das células, ocasionando o alongamento celular, deve-se atentar para a relação fonte e dreno, ou seja, como os frutos são drenos fortes, caso se tenham poucos frutos, a tendência é que os frutos sejam maiores (Taiz et al., 2017), deste modo, embora esses tratamentos tenham possibilitado frutos maiores, deve-se avaliar a produção, para se indicar os sistemas de cultivo.

O sistema consorciado com a aplicação de lodo de esgoto tratado e de ureia, seguido das plantas solteiras sem adubação ou adubadas com lodo, apresentaram os melhores valores médios em comparação aos demais tratamentos para a espessura de casca (Tabela 10), demonstrando que houve um menor acúmulo de fotossintatos na casca e,

possivelmente, maior acúmulo em polpa, o que é desejável, já que a casca não é atrativa comercialmente, fato que pode ser relacionado a um melhor equilíbrio nutricional, mesmo o consórcio sendo considerado uma competição entre plantas.

Tabela 8. Valores do diâmetro médio longitudinal (Dml), diâmetro médio transversal (Dmt) e espessura média de casca (Emc) dos frutos do maracujazeiro amarelo colhidos a partir dos 200 dias após o transplântio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024

Tratamentos	Dml (mm)	Dmt (mm)	Emc (mm)
MSA	79,45 a	72,98 ab	8,19 ab
MCU	67,44 b	66,86 b	10,12 a
MCL	73,48 ab	68,72 ab	8,80 ab
CCU	82,48 a	74,67 a	7,10 b
CCL	80,33 a	73,61 ab	6,57 b

Valores seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

O peso médio de frutos e peso e volume médio da polpa foi diferente, estatisticamente ($p < 0,01$), entre os tratamentos, indicando que a fonte de nitrogênio e a consorciação interferiram no acúmulo de fotossintatos (Tabela 11).

As melhores médias de peso médio de frutos e volume médio de polpa foram observadas no sistema consorciado com aplicação de lodo de esgoto, seguido do sistema consorciado com aplicação de ureia e maracujá solteiro sem adubação (Tabela 12). Tal fato pode ser relacionado ao melhor equilíbrio nutricional, como observado por Coelho et al. (2020), uma vez que a utilização do lodo de esgoto tratado, acrescentando-se, ainda, a consorciação com o algodoeiro, embora seja considerada uma competição entre plantas, é importante para a melhoria na qualidade física dos frutos.

Tabela 11. Resumo da análise de variância correspondente ao peso médio dos frutos (Pmf), ao peso médio de polpa (Pmp), ao volume médio de polpa (Vmp) e ao rendimento médio de polpa (Rmp) dos frutos de maracujazeiro-amarelo colhidos a partir dos 200 dias após o transplântio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024

Fonte de variação	Gl	Quadrado médio			
		Pmf (g)	Pmp (g)	Vmp (mL)	Rmp (%)
Tratamento	4	3.988,90**	735,88**	736,23**	29,54 ^{ns}
Bloco	3	206,80 ^{ns}	19,12 ^{ns}	22,72 ^{ns}	32,996 ^{ns}
Erro	12	244,80	84,35	74,99	32,03
Cv (%)		10,49	14,76	14,27	13,67
Média		149,18	62,22	60,68	41,40

Gl: Grau de liberdade | Cv: Coeficiente de variação | * ou **: Significativo a 5% e 1% pelo teste de F, respectivamente
 | ns: Não significativo

Para o peso médio de polpa, os maiores valores foram obtidos nas plantas em consórcio com aplicação de ureia ou lodo e nas plantas solteiras sem adubação, seguido do maracujá solteiro adubado com lodo (Tabela 12).

Tabela 9. Valores do peso médio de frutos (Pmf), peso médio de polpa (Pmp) e volume médio de polpa (Vmp) dos frutos do maracujazeiro amarelo colhidos a partir dos 200 dias após o transplântio das mudas, Nossa Senhora da Glória, SE, 2024

Tratamentos	Pmf (g)	Pmp (g)	Vmp (mL)
MSA	170,29 ab	65,27 a	62,72 ab
MCU	98,32 c	41,82 b	41,17 c
MCL	139,37 b	56,18 ab	53,60 bc
CCU	162,72 ab	74,13 a	72,56 ab
CCL	175,20 a	73,72 a	73,33 a

Valores seguidos de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

É necessário enfatizar que a melhoria na qualidade dos frutos voltada ao peso médio dos frutos, não remete a recomendação do maracujazeiro amarelo consorciado com algodoeiro e sob adubação com lodo de esgoto tratado como o mais produtivo, uma vez que não foi possível avaliar número de frutos e a produção por planta em cada tratamento no primeiro ano de cultivo.

CONCLUSÕES

1. O crescimento inicial do maracujazeiro amarelo em diâmetro do caule, número de folhas, comprimento da haste principal e área foliar não foi afetado pela fonte de nitrogênio e consorciação;
2. Os tipos de fertilizantes e a consorciação com o algodoeiro não alteraram o teor relativo de água e o extravasamento de eletrólitos das plantas de maracujazeiro;
3. O índice SPAD de clorofila e o teor de clorofila total foram melhores com o uso da ureia como fertilizante;
4. A qualidade química dos frutos do maracujazeiro amarelo, relativa ao teor de sólidos solúveis totais e acidez total titulável, foi afetada pelos tipos de fertilizante e consórcio;
5. As fontes de nitrogênio e a consorciação alteraram a qualidade física dos frutos do maracujazeiro amarelo quanto às variáveis diâmetro médio longitudinal e transversal, espessura média de casca, peso médio de frutos, peso médio de polpa e volume médio de polpa;
6. Os frutos do maracujazeiro amarelo com maior peso e volume médio de polpa foram obtidos em plantas adubadas com o uso do lodo de esgoto tratado.

LITERATURA CITADA

- Andrade Neto, R. C.; Negreiros, J. R. S.; Faleiro, F. G.; Junqueira, K. P.; Nogueira, S. R.; Santos, R. S.; Almeida, U. O.; Ribeiro, A. M. A. S. Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro-amarelo cvs. BRS gigante amarelo e BRS sol do cerrado. Rio Branco: Embrapa Acre, 2015. 12p.
- Araújo, V. S.; Silva, M. O.; Brito, A. S.; Sousa, I. L.; Nunes, F. C.; Souza, J. F. M.; Oliveira, I. V.; Silva, C. R.; Carvalho, F. I. M.; Silva, J. N.; Silva, V. F. A.; Silva, P. A. Lodo de esgoto e suas potencialidades agrícolas. Research, Society and Development, v.11, n.3, e14711326200, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26200>
- Barrs, H. D.; Weatherley, P. E. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. Australian Journal of Biological Science, v.15, p.413-428, 1962.
- Borges, A. L.; Caldas, R. C.; Lima, A. A. Doses e fontes de nitrogênio em fertirrigação no cultivo do maracujá-amarelo. Revista Brasileira de Fruticultura, v.28, n.2, p.301-304, 2006.
- Borges, A. L.; Rosa, R. C. C. Calagem e adubação para o maracujazeiro. In: Borges, A. L. Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá. Brasília: Embrapa, 2021. Cap.13, p.243-262.
- Borges, A. L.; Rosa, R. C. C. Nutrição mineral, calagem e adubação. In: Junghans, T. G.; Jesus, O. N. Maracujá: do cultivo à comercialização. Brasília, DF: Embrapa, 2017. Cap.17, p.115-150.
- Carvalho, S. L. C.; Stenzel, N. M. C.; Auler, P. A. M. Maracujá-amarelo: recomendações técnicas para cultivo no Paraná. Londrina: IAPAR, 2015. 54p.

- Coelho, V. A. T.; Souza, C. G.; Cardoso, P. A.; Bigatello, C. S.; Araújo, L. B. S. Deficiências nutricionais múltiplas em maracujazeiro azedo: sintomas de deficiências, crescimento e nutrição mineral das folhas. *Research, Society and Development*, v.9, n.10, e389107584, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.7584>
- Costa, A. F. S.; Costa, A. N.; Ventura, J. A.; Fanton, C. J.; Lima, I. M.; Caetano, L. C. S.; Santana, E. N. Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro. Vitória: Incaper, 2008. 56p.
- Costa, L. C.; Simões, G. P.; Santos, N. N.; Freitas, C. P. O.; Barreto, C. H. C.; Ozelame, J. G.; Streck, N. A. Consórcio entre mandioca e feijão como incremento na agricultura familiar. Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2023. 38p.
- Faleiro, F. G.; Junqueira, N. T. V.; Costa, A. M.; Jesus, O. N.; Machado, C. F. Maracujá. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 2017. 31p.
- Ferreira, E. B.; Cavalcanti, P. P.; Nogueira, D. A. ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Português). 2021. DOI: 10.32614/CRAN.pacote.ExpDes.pt
- Freddi, L. A. Riscos associados à aplicação do lodo de esgoto na agricultura. *Revista científica ANAP Brasil*, v.12, n.24, p.50-60, 2019. DOI: <https://doi.org/10.17271/19843240122420191982>
- Freire, E. C.; Meirelles, F. S.; Paiva, H. A. B.; Pinto, M. J. A.; Neves, M. F.; Kalaki, R. B.; Oliveira, V. V. A cadeia do algodão brasileiro safra 2016/2017: desafios e estratégias. Brasília, DF: Associação Brasileira dos Produtores de Algodão, 2017. 248p.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de dados meteorológicos. 2023. Disponível em: <<https://bdmep.inmet.gov.br/>>. Acesso em: Fev. 2025.
- INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de dados meteorológicos. 2024. Disponível em: <<https://bdmep.inmet.gov.br/>>. Acesso em: Fev. 2025.

- Jesus, O. N.; Machado, C. F.; Junghans, T. G.; Oliveira, E. J.; Girardi, E. A.; Faleiro, F. G.; Rosa, R. C. C.; Soares, T. L.; Lima, L. K. S.; Santos, I. S.; Sampaio, S. R.; Aguiar, F. S.; Gonçalves, Z. S. Recursos Genéticos de *Passiflora* L. na Embrapa: pré-melhoramento e melhoramento genético. In: Morera, M. P.; Costa, A. M.; Faleiro, F. G.; Carlosama, A. R.; Carranza, C. Maracujá: dos recursos genéticos ao desenvolvimento tecnológico. Brasília: ProImpress, 2018. Cap.1, p.17-42.
- Lima, A. A.; Borges, A. L.; Fancelli, M.; Cardoso, C. E. L. Maracujá: sistema de produção convencional. In: Pires, M. M.; São José, A. R. Conceição, A. O. Maracujá: avanços tecnológicos e sustentabilidade. Ilhéus: Editus, 2011. p.203-237.
- Lima, A. A.; Caldas, R. C.; Borges, A. L.; Ritzinger, C. H. S. P.; Trindade, A. V.; Pires, M. M.; Midlej, M. M. B. C.; Mata, H. T. C.; Souza, J. S. Cultivos intercalares e controle de plantas daninhas em plantios de maracujá-amarelo. Revista Brasileira de Fruticultura, v.24, n.3, p.711-713, 2002.
- Lopes, L. N.; Silva, O. M. C.; Vieira, A. V. G.; Ribeiro, J. G.; Santana, J. E. S.; Leles, P. S. S. Potencial do biossólido como adubação de plantio para *Schinus terebinthifolia* Raddi. Revista de Ciências Agrárias, Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v.64, p.1-7, 2021.
- Pires, M. S.; Santos, D. B.; Souza, J. A. A.; Aspiazu, I.; Santos, G. M. S. S.; São José, A. R.; Simões, W. L. Fruit quality and productivity of yellow passion fruit grown under different irrigation depths. Concilium, v.24, n.12, p.588-606, 2024. DOI: 10.53660/CLM-3666-24M48

- Queiroga, V. P.; Gomes, J. P.; Lima, D. C.; Melo, B. A.; Mendes, N. V. B.; Figueirêdo Neto, A.; Girão, Ê. G.; Albuquerque, E. M. B. Sistema de produção do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger). In: Queiroga, V. P.; Gomes, J. P.; Lima, D. C.; Melo, B. A.; Mendes, N. V. B.; Figueirêdo Neto, A.; Albuquerque, E. M. B. Maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger): Tecnologias de plantio e utilização. Campina Grande: AREPB, 2024. Cap.1, p.10-196.
- Santos, F. E. V.; Kunz, S. H.; Caldeira, M. V. W.; Azevedo, C. H. S.; Rangel, O. J. P. Características químicas de substratos formulados com lodo de esgoto para produção de mudas florestais. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.18, n.9, p.971–979, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n09p971-979>
- Schmildt, E. R.; Negris, F. S.; Cesana Júnior, E.; Schmildt, O.; Alexandre, R. S. Equações para estimar área foliar de maracujá amarelo. Nucleus, v.13, n.1, p.97-104, 2016. DOI: 10.3738/1982.2278.1461
- Scotti-Campos, P.; Pham-Thi, A. T.; Semedo, J. N.; Pais, I. P.; Ramalho, J. C.; Matos, M. C. Physiological responses and membrane integrity in three Vigna genotypes with contrasting drought tolerance. Emirates Journal of Food and Agriculture, v.25, p.1002-1013, 2013. DOI: 10.9755/ejfa.v25i12.16733
- SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática. Produção Agrícola Municipal. 2023. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>>. Acesso em: Fev. 2025.
- Sousa, J. S. C. De; Brito, M. E. B. Programa computacional BHCN&CCTK: balanço hídrico climatológico normal e classificação climática de Thornthwaite e Köppen. Brazilian Journal of Development, v.8, n.5, p.35877–35898, 2022. DOI: 10.34117/bjdv8n5-206

Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I. M.; Murphy, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.ed.
Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

Zenebon, O.; Pascuet, N. S.; Tiglia, P. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4.ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e a Nossa Senhora por todos os feitos em minha vida, por serem o meu refúgio em oração a cada obstáculo e realização. Sou grata pelas situações que eu precisava passar para evoluir, mesmo que eu não entendesse o porquê naquele momento. Hoje, entendo que os obstáculos me ensinaram a ser resiliente e persistente na busca pelos meus objetivos.

Aos meus pais, Eloy e Valdice, por serem o meu porto seguro e o maior exemplo de força, superação, companheirismo e honestidade. Com o coração cheio de orgulho pela minha trajetória até aqui, posso dizer que estou seguindo na mesma estrada, mantendo os seus ensinamentos.

Aos meus irmãos, Eloyza e Valdson, por me apoiarem e acreditarem em mim. Vocês são tudo em minha vida, tenho muito orgulho do que vivemos juntos e da nossa família.

Ao meu professor e orientador de iniciação científica e trabalho de conclusão de curso, Marcos Eric Barbosa Brito, por acreditar no meu potencial desde o momento que começamos a trabalhar juntos. Muito obrigado por todas as oportunidades concedidas a mim. O senhor, como profissional e ser humano, é inspiração para os seus alunos.

A todos os membros do Grupo de Estudos em Salinidade e Irrigação (GESI), em especial, Edclecio, Mateus, Isaías, Kleyton, Rebeka, Jennifer, Luiz Fernando, Matheus e Emanuel (agregado), por terem contribuído durante a minha jornada na iniciação científica. Sem vocês, a colheita de resultados com eficiência seria impossível.

Ao meu professor e orientador de estágio, Tiago Barreto Garcez, por toda orientação e incentivo diante das oportunidades que vieram a surgir durante a minha trajetória.

As professoras, Monalisa Soares Costa e Natália Pimentel Esposito Polesi, pela contribuição nesse trabalho e projetos desenvolvidos no GESI.

Aos meus amigos, em especial, Jiogo, Juana, Ially, Nartênia, Hemili, Antony, Pablo e Luana, por compartilharem momentos comigo, sendo fonte de inspiração e sinônimo de parceria na graduação e na vida. Torço pela prosperidade de vocês e peço a Deus que os abençoe e os proteja sempre.

Aos professores da Universidade Federal de Sergipe – Campus do Sertão, em especial, do Departamento de Engenharia Agrônômica do Sertão, por todos os ensinamentos e conhecimentos transmitidos ao decorrer do curso. Sem vocês, a nossa formação seria impossível.

Aos técnicos de laboratório, em especial, Gerson, por toda contribuição durante as análises.

Aos motoristas, por levarem a minha equipe até o destino em segurança durante toda a condução do experimento, haja sol ou chuva.

Aos servidos do resun, da manutenção e da limpeza, por cada diálogo e momento de descontração na universidade.

A minha turma de 2020.1, por dividiram comigo a trajetória e os debates em sala de aula. Desejo sucesso a todos.

Ao meu supervisor de estágio supervisionado obrigatório, Aurélio de Paula Faria, pela oportunidade de estagiar no Grupo TrtAgro e por todo conhecimento compartilhado.

Enfim, posso dizer que o 1% de cada dia valeu a pena, pois finalizo um ciclo com o sentimento de dever cumprido.

"Consagre ao Senhor tudo o que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos"

Provérbios 16:3