



Desempenho de espécies arbóreas irrigadas com água cinza filtrada em sistemas agroflorestais no semiárido pernambucano

Performance of tree species irrigated with filtered graywater in agroforestry systems in the semiarid region of pernambuco

Hugo Felipe da Silva¹, Paulo Romário Calixto da Silva¹, Rivaneide Ligia Almeida Matias², Genival Barros Júnior¹

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, Pernambuco, Brasil

² Centro de Desenvolvimento Agroecológico Sabiá, Triunfo, Pernambuco, Brasil

Contato: hugoagroecologia00@gmail.com

Palavras-Chave

agrofloresta
água de reuso
semiárido
gliricídia
plantas frutíferas

RESUMO

Via de regra, na região semiárida brasileira, o estabelecimento de espécies alimentícias e/ou arbóreas muitas vezes demanda por uma suplementação hídrica durante parte do ano agrícola. Essa região caracteriza-se por longos períodos de estiagem e por ainda não existir uma política pública consolidada e ampla de acesso a água para os mais diversos usos pelas famílias agricultoras, limitando a produção de seus cultivos; nesta perspectiva tem ganhado força, como alternativa hídrica, a utilização da água cinza das residências rurais. Este trabalho objetivou avaliar o desempenho de espécies frutíferas e forrageira conduzidas em Sistemas Agroflorestais, sob condição de irrigação com água cinza filtrada em comparação com regime de sequeiro nas condições do clima semiárido no Sertão do Pajeú, nos municípios: Flores e Triunfo; Pernambuco, Brasil. Analisou-se as características morfológicas das plantas de *Citrus* spp., *Mangifera indica*, *Annona muricata*, e *Gliricidia sepium* como também índice de sobrevivência e taxa de crescimento destas espécies quando irrigadas com água cinza e aquelas conduzidas em regime de sequeiro. Verificou-se que a água cinza influenciou positivamente no desempenho das plantas irrigadas, alcançando taxa média de crescimento em altura de 6,36 cm ($p < 0,1$) e sobrevivência (74%), demonstrando considerável potencial para o reuso de água cinza nesses casos.

Key-word

agroforestry
reuse water
semi-arid
gliricidia
fruit plants

ABSTRACT

As a rule, in the Brazilian semi-arid region, the establishment of food and/or tree species often requires water supplementation during part of the agricultural year. This region is characterized by long periods of drought and by the lack of a consolidated and broad public policy of access to water for the most diverse uses by farming families, limiting the production of their crops; in this perspective, the use of grey water from rural households has gained strength as a water alternative. This work aimed to evaluate the performance of fruit and forage species conducted in Agroforestry Systems, under condition of irrigation with filtered gray water in comparison with rain fed regime in the semi-arid climate conditions in the Sertão do Pajeú, in the municipalities: Flores and Triunfo; Pernambuco, Brazil. The morphometric characteristics of *Citrus* spp., *Mangifera indica*, *Annona muricata*, and *Gliricidia sepium* plants were analyzed as well as the survival index and growth rate of these species when irrigated with gray water and those conducted in rainfed conditions. It was verified that gray water positively influenced the performance of irrigated plants, reaching an average growth rate in height of 6.36 cm ($p < 0.1$) and survival (74%), demonstrating considerable potential for the reuse of gray water in these cases.

Informações do artigo

Recebido: 30 de maio, 2021

Aceito: 11 de agosto, 2022

Publicado: 30 de agosto, 2022

Introdução

O Semiárido brasileiro compreende uma região afetada não só por condições climáticas que se caracteriza por um ambiente com forte irregularidade espacial e temporal de chuvas, mas também pelo impedimento do acesso democrático à água, o que tem gerado problemas sociais e direcionamentos para a chamada indústria da seca (MACIEL; PONTES, 2015), além de potencializar problemas ambientais que agravam a situação.

Ainda segundo Maciel e Pontes (2015), a densidade demográfica do Semiárido é relativamente elevada em comparação com o plano mundial onde se encontram áreas secas, com uma concentração de habitantes rurais pobres e produção agropecuária relativamente expressiva, e que, apesar das chuvas irregulares e de baixo volume, estas poderiam ser muito melhor aproveitadas. Além disso, o acesso democrático e melhor distribuição serem aspectos-chave para serem considerados (CUNHA, 2020).

A questão hídrica é muito importante para a melhoria da qualidade de vida das famílias dessa região. Diante deste desafio, Organizações Não Governamentais e demais segmentos da sociedade civil têm se mobilizado e construído ao longo das últimas décadas caminhos alternativos aos convencionais, tendo a Convivência com o Semiárido como uma perspectiva na busca por um rural mais sustentável (SILVA et al., 2018; SILVA 2003).

Além das águas captadas e armazenadas, a água servida, após utilizada nas mais diversas atividades no meio rural, é uma fonte de considerável volume para as pequenas famílias agricultoras. Diante deste contexto, evidencia-se a necessidade de existirem políticas públicas eficientes que colaborem para o aproveitamento de águas de reuso para os mais diversos fins na agricultura (SANTOS et al., 2012)

Este é, inclusive, um dos objetivos da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, no que diz respeito a uma das metas dedicadas à água e saneamento (ODS 6). A meta 6.4 especificamente, trata da escassez de água, seu abastecimento e eficiência do uso em todos os setores (VANHAM et al. 2018).

Cada vez mais pressionadas pela escassez hídrica, muitas regiões do mundo exploram o potencial da água de reuso em resposta aos desafios emergentes de suas populações, seja para enfrentar o grave problema da poluição dos corpos de água, seja para solucionar de forma local o quadro crescente de escassez cada vez mais presente, com riscos de exaustão plena e irreversível dos recursos hídricos (RICART & RICO, 2019). Por sua vez, a agricultura é um setor com grande demanda por água, devendo lidar com a disponibilidade limitada, situação bem evidente nas áreas áridas e semiáridas, acrescida em razão do cenário de mudanças climáticas (GALINDO et al., 2018; RADINGOANA; DUBE; MAZVIMAVI, 2020; LEONEL e TONETTI, 2021); diante deste desafio o reuso da água pode auxiliar no quadro que busca

melhores condições para a agricultura nessas áreas, como também para a sustentabilidade do recurso hídrico (OFORI et al. 2020).

Diante deste contexto, é necessário avaliar todos os potenciais recursos hídricos existentes em uma determinada região, entre elas as tecnologias de reaproveitamento das águas, como é o caso e objeto do presente trabalho; nesta perspectiva avaliou-se a influência da água cinza, que é uma água de reuso produzida a partir de processos domésticos da residência (não incluída águas negras advindas do vaso sanitário) (SANTOS et al., 2012), que pode ser filtrada por processo físico simples, e destinada a irrigação das plantas de Sistemas Agroflorestais (SAFs) que inclui espécies arbóreas em consórcio com outras culturas (SILVA, 2013), de modo a permitir a inferência sobre o impacto dessa água nos sistemas produtivos das famílias agricultoras residentes no Semiárido brasileiro.

Material e métodos

O estudo foi realizado nos municípios de Flores e Triunfo pertencentes a região do Sertão do Pajeú no Estado de Pernambuco, Brasil. As áreas cultivadas e aqui estudadas são conduzidas com base no modelo de sistemas agroflorestais e são manejadas por agricultores familiares, assistidas pelas Organizações Não Governamentais Centro Sabiá e CAATINGA, entidades sem fins lucrativos e que detém larga experiência na questão. Adicionalmente, as famílias agricultoras usufruíam de sistemas de tratamento de água para a reutilização de águas cinzas (RAC). Os sítios de produção onde estão implantados os SAFs aqui estudados localizam-se nas coordenadas: (1) 7°50'24.31"S e 37°50'10.19"O com 482 m de altitude; (2) 7°49'53.41"S e 37°50'5.43"O com 482 m de altitude; (3) 7°50'29.69"S e 37°51'38.59"O com 514 m de altitude, todas localizadas no município de Flores. No município de Triunfo, foram estudadas as propriedades localizadas nas coordenadas (4) 7°51'49.05"S e 38° 5'17.06"O com 709 m de altitude e (5) 7°47'33.33"S e 38° 3'10.31"O com altitude de 958 m.

A água cinza proveniente da residência da família é direcionada para uma caixa de gordura, para em seguida deslocar-se para um filtro físico com camadas sequenciais de brita, areia grossa, carvão e/ou esterco, sendo finalmente armazenada em um tanque circular com capacidade para cerca de 1.500 litros, sendo bombeada para o sistema de gotejamento que irriga o SAF.

O volume de água armazenada depende da dinâmica e utilização da água pela família, o que apresenta grande variação a depender dos hábitos e número de pessoas residentes. A motobomba é acionada sempre que o nível do reservatório se aproxima do volume máximo.

Os SAFs foram implantados entre março e abril de 2018, ocupando uma área de 2.500m², sendo 1250m² irrigados com água cinza filtrada, utilizando-se

filtros físicos, a partir dos quais a água cinza filtrada é distribuída às plantas por meio de um sistema de gotejamento e, 1.250 m² destinados ao cultivo de sequeiro, permitindo a comparação do desempenho das espécies em ambas as condições.

Levou-se em conta para implantação das espécies a importância alimentar, econômica e ambiental das mesmas para a região semiárida. Desta forma foram introduzidas frutíferas, forrageiras e espécies florestais típicas da vegetação da Caatinga, de forma que, parâmetros como espaçamento entre plantas, número de plantas, arranjos, e diversidade de espécies seguiram os padrões definidos pelas ONG's a partir de suas experiências ao longo dos anos em áreas semiáridas.

A aferição do desempenho das plantas nos SAFs irrigados a partir do reuso da água cinza (RAC), bem como de plantas similares que foram conduzidas em regime de sequeiro, ocorreu após a definição de amostras que apresentasse significativa importância agrônoma e, que permitiram o acompanhamento do desenvolvimento das cultivares a partir da biometria de seus componentes morfológicos e de suas respectivas taxas de crescimento ao longo do tempo.

Desta forma foram analisados espécimes de laranja (*Citrus* spp.), manga (*Mangifera indica* L.), graviola (*Annona muricata* L.) e gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.), medindo-se a cada 30 dias o Diâmetro do Caule (DC), com auxílio de um paquímetro na região do colo da planta, a Altura da Planta (AP), com auxílio de uma trena do colo da mesma rente ao solo a base da folha mais nova, observando ainda as condições gerais de manejo das plantas e o estado fitossanitário comuns para todas as áreas para complementar a escolha dessas espécies para o estudo. Tanto para as áreas de sequeiro quanto às irrigadas, não houve fertilização e o fator que diferenciou os dois sistemas foi apenas a suplementação hídrica.

Resultados e discussão

Caracterização inicial da água cinza

É importante salientar as consideráveis variações no tocante ao suporte hídrico disponibilizado para o cultivo (volume total de água, turno de rega e vazão liberada); apesar destas variações a água disponibilizada passa a ter uma significativa importância diante da realidade hídrica na qual as famílias rurais se encontram.

De acordo com Silva (2019) a água cinza armazenada e proveniente das residências dos agricultores avaliados é classificada como C₂ e C₃,

sendo respectivamente, de média a alta salinidade, o que torna imperativo a implantação de sistemas de drenagem e uso de espécies vegetais de boa à elevada tolerância a salinidade, além da incorporação permanente e intensa de adubos orgânicos para minimizar o efeito deletério da salinidade no solo.

A água cinza filtrada advinda das residências possui valor de pH médio de 7,08, próximo a neutralidade. Valor esse dentro dos limites permitidos para irrigação (ALMEIDA, 2010). O sódio também é um elemento importante para a qualidade da água na irrigação, as águas cinzas filtradas apresentaram em média 7,79 mmol_e L⁻¹ de sódio. A razão de adsorção de sódio (RAS) com 3,82 mmol_e L^{-1/2}. Desse modo, levando-se em conta os resultados da CE e da RAS da água cinza, as águas são classificadas para irrigação como C3S1 com alto risco de salinização e baixo risco de sodicidade (RICHARDS, 1954).

Em relação a quantidade de água produzida, na dinâmica da produção da água cinza, as famílias geram em média 1.100 litros de água cinza semanalmente, o que proporciona um turno de rega médio de 7,4 dias (intervalo entre uma irrigação sucessiva e outra na mesma área) gotejando 1,2 litros por hora em cada emissor do sistema (SILVA, 2019).

Impacto da água cinza filtrada no desempenho das espécies

A análise da Tabela 1, permite constatar que as plantas cítricas irrigadas com a água cinza filtrada apresentaram um acréscimo proporcional a 1,7 vezes maior em diâmetro do caule, quando comparadas com as plantas conduzidas em regime de sequeiro, reforçando a afirmação de Magalhães et al. (2005) que, ao corroborar com outros autores, afirmam que, na maior parte do território brasileiro, o volume de chuvas é insuficiente para atender as necessidades de *Citrus* spp., devido a distribuição irregular e períodos de estiagem prolongados que causam déficit hídrico, constituindo-se a irrigação uma ferramenta indispensável na produção da cultura (COELHO; OLIVEIRA; MAGALHÃES, 2000).

Acrescentando à necessidade hídrica de citrus no mundo, as áreas de produção dispõem de chuvas anuais entre 1.000 a 2.000 mm, com sazonalidade de estação mais seca, de forma que o eventual estresse hídrico prolongado pode impedir o crescimento vegetativo, provocando murcha e queda de folhas, com o consumo anual de água pelas plantas cítricas variando de 600 a 1200 mm (ZANINE; PAVANI; SILVA, 1998).

Tabela 1. Dados biométricos de plantas de *Citrus* spp., irrigadas com água cinza filtrada e conduzidas sob regime de sequeiro na área rural do município de Flores no Sertão do Pajeú

Espécie Vegetal	Localidade	Sítio de produção	Setembro/18		Janeiro/19	
			Altura média (cm)	Diâmetro médio (mm)	Altura média (cm)	Diâmetro médio (mm)
Área irrigada						
Laranja	Lagoa da Favela	3	36	07	57,5	10,5
	Poço Grande	2	34,5 ± 19,09	05 ± 2,82	56	8,5
Área de sequeiro						
Laranja	Lagoa da Favela	3	18	10	*	*
	Poço Grande	2	40 ± 1,41	06 ± 1,41	45	06

* Plantas mortas

Fonte: Autores (2021)

No entanto, a utilização de irrigação de salvação em cultivos de *Citrus* spp. tem sido recomendada em áreas de clima semiárido. Além de permitir a otimização da pouca água armazenada, também proporciona reduções aceitáveis nos parâmetros produtivos. Adicionalmente, já se recomenda nestas regiões a aplicação de irrigação deficitária nas mudas de *Citrus* spp., desde o início do transplante, pois favorece a adaptação progressiva da planta (SAITTA, et al., 2021).

É importante notar que o ganho qualitativo de uma variável de crescimento horizontal, como é o caso do diâmetro, denota a influência positiva da água cinza filtrada nas plantas de citrus, mesmo com uma oferta hídrica considerada baixa para os padrões de consumo da cultura.

No que se refere a cultura da manga (Tabela 2), estudos de Cunha (2000) demonstram que esta espécie vegetal tem uma exigência ainda maior por água quando comparada com as plantas de citrus, chegando a demandar 2500 mm por ano; esta informação válida os resultados encontrados no tocante ao baixo crescimento das plantas de manga, tanto em sequeiro quanto irrigadas por água cinza, no município de Triunfo; entretanto, ressalta-se um diferença significativa no tocante ao crescimento que a água cinza proporcionou as plantas de mangueira quando comparada com aquelas conduzidas em regime de sequeiro, com reflexo, inclusive, sobre o número de plantas mortas na ausência de irrigação (Tabela 5).

Corroborando com o efeito positivo da utilização da água de reuso na cultura da manga, Helaly et al. (2018) observaram que as águas residuais tratadas forneceram nutrientes de relevante importância para a cultura (N, P, K, Ca, Mg, S e Cl), o que favorece ao crescimento dos indivíduos desta espécie vegetal. Além disso, estes autores concluíram que a utilização da água de reuso diluída com água de qualidade superior na proporção de 50%, foi mais eficiente no suporte destes nutrientes favoráveis ao crescimento e vigor das plantas quando comparadas com a água de reuso sem diluição, constatando-se, por outro lado, que o excesso de elementos químicos na água de reuso pode ser prejudicial para as plantas de manga.

A graviola é uma espécie da região tropical úmida e sua exigência hídrica fica entre 1000 e 1200 mm/ano (PINTO, 1995), condição que o cultivo de sequeiro no Semiárido brasileiro não atende, uma vez que, na região mediana do Pajeú a normal climatológica apresenta uma média pluviométrica em torno de 650 mm/ano (SOARES e NÓBREGA, 2009).

Desta forma, a análise da Tabela 3 permite afirmar que se faz necessário uma complementação obrigatória de água ao longo do ciclo anual das plantas de graviola, uma vez que a lâmina precipitada ao longo da duração da presente pesquisa nessas áreas monitoradas, de 157,5 mm, concentradas nos meses de dezembro e janeiro (APAC, 2021), não permitiu, devido ao baixo conteúdo de água no solo, que as plantas conduzidas sob regime de sequeiro permanecessem vivas; por outro lado, as plantas conduzidas sob irrigação com água cinza, apesar de irrigadas com uma lâmina d'água considerada baixa para as necessidades da cultura e reposta apenas a cada 7 dias, proporcionaram um bom índice de sobrevivência (Tabela 05), com registro de crescimento em altura e diâmetro do caule (Tabela 3).

Devido ao seu uso múltiplo e importância para a sustentabilidade dos sistemas produtivos, a gliricídia (*Gliricidia sepium*) se apresenta como uma planta chave para os sistemas agroflorestais, pois, segundo Marin et al. (2006) e Lira Junior et al. (2020), a introdução de plantas desta espécie numa determinada área aumenta significativamente os teores de matéria orgânica, fósforo (P) disponível, potássio (K) e nitrogênio (N) do solo, melhorando as condições de produção das demais espécies ali cultivadas. O crescimento de *G. sepium*, considerado pequeno por Reyes et al. (2009), se mostrou próximo ao obtido no presente trabalho (Tabela 4), obtendo, estes autores, resultados superiores ao sequeiro e inferiores ao irrigado nas condições de campo onde foram conduzidos os ensaios deste trabalho, demonstrando a boa resposta desta espécie ao ser irrigada com a água cinza filtrada nas condições de implementação dos RACs na região do Pajeú. Esta constatação reforça a hipótese de Baggio (1984) de que a adoção de *G. sepium* é mais uma alternativa viável para pequenos e médios agricultores em sistemas agroflorestais no Brasil, em função de sua grande adaptabilidade ecológica, e ganha comprovação no presente trabalho, seja no manejo desta espécie em sequeiro quanto irrigada com água cinza filtrada. Dantas et al. (2006) afirmam que em solos de baixa fertilidade a produção de biomassa da gliricídia fica comprometida quando a disponibilidade hídrica é limitada, evidenciando-se, portanto, no ensaio aqui apresentado que a água cinza, mesmo sendo ofertada em baixa quantidade, proporcionou um ganho no crescimento vertical e horizontal das plantas muito superior aquele observado em condições de sequeiro.

Tabela 2. Dados biométricos de plantas de *Mangüfera indica*, irrigadas com água cinza filtrada e conduzidas sob regime de sequeiro nas zonas rurais dos municípios de Flores e Triunfo no Sertão do Pajeú

Espécie Vegetal	Localidade	Sítio de produção	Setembro/18		Janeiro/19	
			Altura média (cm)	Diâmetro médio (mm)	Altura média (cm)	Diâmetro médio (mm)
Irigada						
Manga	Lagoa da Favela (Flores)	3	84	21	98	25
	Poço Grande (Flores)	1	18,5 ± 2,12	05 ± 1,41	*	*
	Poço Grande (Flores)	2	26	08	37	10
	Sítio Espírito Santo (Triunfo)	5	42	9,5	47	11
	Sítio Grito (Triunfo)	4	34	8,5	49	10,5
Sequeiro						
Manga	Sítio Grito (Triunfo)	4	21	05	24	9,5
	Sítio Espírito Santo (Triunfo)	5	25,5	9,75	30	11
	Poço Grande (Flores)	1	22	06	*	*
	Poço Grande (Flores)	2	26 ± 15,56	7,5 ± 0,71	*	*

* Plantas mortas

Fonte: Autores (2021)

Tabela 3. Dados biométricos de plantas de *Annona muricata*, irrigadas com água cinza filtrada e conduzidas sob regime de sequeiro na zona rural do município de Flores no Sertão do Pajeú

Espécie Vegetal	Localidade	Sítio de produção	Setembro/18		Janeiro/19	
			Altura média (cm)	Diâmetro médio (mm)	Altura média (cm)	Diâmetro médio (mm)
Irigada						
Graviola	Lagoa da Favela	3	52 ± 2,83	10,5 ± 0,71	63,5 ± 6,36	13 ± 1,41
	Poço Grande	1	65,3	15	111	23
	Poço Grande	2	44	06	*	*
Sequeiro						
Graviola	Lagoa da Favela	3	30 ± 14,14	10 ± 1,41	*	*
	Poço Grande	1	58	9	*	*
	Poço Grande	2	38	06	*	*

* Plantas mortas

Fonte: Autores (2021)

Tabela 4. Dados biométricos de plantas de *Gliricídia sepium*, irrigadas com água cinza filtrada e conduzidas sob regime de sequeiro na zona rural do município de Flores no Sertão do Pajeú.

Espécie Vegetal	Localidade	Sítio de produção	Setembro/18		Janeiro/19	
			Altura média (cm)	Diâmetro médio (mm)	Altura média (cm)	Diâmetro médio (mm)
Irigada						
Gliricídia	Lagoa da Favela	3	22 ± 15,55	06 ± 0,71	56,5 ± 13,43	13,25 ± 2,47
	Poço Grande	1	45,25 ± 20,1	11,25 ± 5,44	117 ± 43,04	20,37 ± 9,45
Sequeiro						
Gliricídia	Lagoa da Favela	3	80	16	100	19
	Poço Grande	1	31,50 ± 23,33	07 ± 5,66	66 ± 50,31	12,5 ± 7,78

Fonte: Autores (2021)

Tabela 5. Número de plantas vivas e índices de sobrevivência em áreas irrigadas com água cinza filtrada e de sequeiro nos municípios de Flores e Triunfo no Sertão do Pajeú

Espécie Vegetal	Número de plantas vivas (área irrigada)		Índice de sobrevivência (%)	Número de plantas vivas (área de sequeiro)		Índice de sobrevivência (%)
	Set/2018	Jan/2019		Set/2018	Jan/2019	
Laranja	04	03	75	03	02	66
Manga	07	05	71	05	02	40
Graviola	06	03	50	03	0	0
Gliricídia	06	06	100	03	03	100
Total	23	17	74	14	07	50

Fonte: Autores (2021)

Vale ressaltar que, conforme o observado na Tabela 4, as mudas inicialmente não apresentavam uniformidade em altura e diâmetro (Tabela 6).

Impacto da água cinza na sobrevivência das espécies

É importante notar que, mesmo em um período curto de monitoramento, os índices de sobrevivência alcançados (Tabela 5) têm valores significativamente diferenciados, o mesmo se constata para as taxas de crescimento das plantas obtidas nas áreas irrigadas com água cinza filtrada em comparação com as áreas de sequeiro (Tabela 6).

As laranjeiras permaneceram com indivíduos vivos nas áreas irrigadas e de sequeiro, como taxas de crescimento positivas, mesmo quando conduzidas sob regime de sequeiro. Fatores que contribuem para estes resultados podem ser as mudanças ambientais, em termos de aumento do saldo de radiação e de diferenças entre a pressão de vapor de água das folhas e do ar, em que a planta de citrus ativa mecanismo de adaptação e responde aumentando a resistência estomática e reduzindo a transpiração, sendo o conteúdo volumétrico de água no solo, caso do presente trabalho, o fator de maior relevância para o fechamento estomático e turgor foliar (BOMAN, 1996; apud COELHO 2020 e JAFARI et al. 2021).

A sobrevivência das mudas de mangueira foi influenciada positivamente com a água cinza, com mais de 70% de sobrevivência (Tabela 5).

Em área de clima árido no norte da Etiópia, o estabelecimento de mudas de manga transplantadas com o auxílio de um suporte hídrico excedente, seja por irrigação manual, seja por tecnologias de baixo custo, levaram a uma taxa de sobrevivência de 100%, diferentemente da condição de sequeiro com apenas 20% de sobrevivência após 1,5 anos do transplântio (PETROS, 2021). Isso demonstra a importância de suplementação para o período seco, especialmente em se tratando do reuso da água para o melhor estabelecimento desta.

Neste trabalho, apenas a metade das plantas de graviola sobreviveram com a lâmina d'água aplicada na irrigação com água cinza. Guimarães et al., (2010), avaliaram gravioleiras em SAFs implantados em áreas de pastagem degradada no Pará, no regime de chuvas da região e sem irrigação, e encontraram aos 105 dias um índice de sobrevivência de 100%, caindo para 70% aos até o fim da avaliação.

Ao encontro dessa afirmação, a morte de todas as plantas de graviola conduzidas regime de sequeiro e da metade dos indivíduos na área irrigada comprova a baixa resistência desta espécie à escassez hídrica, fato que é corroborado por Araújo Filho et al., (1998), que recomenda nos casos de estiagens prolongadas e durante a estação seca, uma irrigação diária de pelo menos 10 litros de água por planta para as mudas recém plantadas, volume bem acima do que foi

proporcionado pelo sistema de reuso de água cinza nas áreas aqui monitoradas (1,2 l/h a cada 7 dias).

Taxas mensais para gravioleira foram de 0,9 cm para altura e 0,2 mm para diâmetro do caule, não há taxas na condição de sequeiro devido a morte de todos os indivíduos. Esses valores são inferiores, aos de Barbosa, Soares e Crisóstomo (2003) que avaliaram o crescimento inicial de mudas de *A. muricata* em viveiros na Embrapa Agroindústria Tropical, em Pacajus – CE, alcançando taxas mensais médias de 1,75 cm e 0,25 mm de altura e diâmetro do colo, respectivamente, durante 195 dias de avaliação.

É importante ressaltar que no cultivo em viveiro as condições do ambiente são ótimas e controladas, com umidade, luminosidade, e nutrientes mantidos sob padrões rígidos (BARBOSA; SOARES e CRISÓSTOMO, 2003); entretanto, comparando-se com indivíduos em crescimento sob cultivo e irrigadas com água cinza, os resultados tornam-se bastante animadores devido ao baixo volume de água que foi ofertado às plantas na condição de campo deste estudo, pois a taxa de crescimento em diâmetro do colo se manteve bem próxima dos resultados alcançados sob condições de viveiro.

No trabalho de Paulino et al. (2011), constatou-se, após 6 meses do plantio, que as mudas por estacas de gliricídia introduzidas em um pomar orgânico de gravioleira e mangueira, alcançaram 93% de sobrevivência em condições de ambiente quente e chuvoso da região de Campos dos Goytacazes (RJ); este resultado assemelha-se ao encontrado por Zahawi (2005) em Honduras, com índice maior que 90%, de forma que, em todas as situações descritas, independente das condições ambientais e da dinâmica da água que é fornecida ao longo do ciclo da cultura, as plantas desta espécie vegetal adaptam-se e permanecem produtivas, comportamento que é reforçado pelos resultados obtidos no presente trabalho.

Em Petrolina (PE) e Nossa Senhora da Glória (SE), Drumond e Carvalho Filho (1999), avaliaram a sobrevivência da gliricídia, após 48 meses em regime de sequeiro, constatando não haver mortes de indivíduos ao longo deste tempo de cultivo em campo. Observação semelhante feita por Dias, Solto e Franco (2005), em experimento realizado no Rio de Janeiro, consorciando espécies leguminosas arbóreas com pastagens, nas quais estava inclusa a gliricídia, constataram que, aos 6 meses após as mudas serem transplantadas, 100% permaneciam vivas, época na qual inseriu-se o componente animal para a engorda.

Nas análises da Tabela 6 é possível constatar que na condição de sequeiro, 157,5mm, a taxa média de crescimento da gliricídia foi de 72 cm/ano, taxa que se apresenta dobrada na área cultivada com a gliricídia e irrigada com água cinza (140 cm/ano), o que evidencia a importância do uso deste insumo, mesmo em lâminas baixas, na condução desta espécie em sistemas agroflorestais.

Tabela 6. Taxa média mensal de crescimento e desvio padrão das espécies frutíferas e da gliricídia conduzidas em áreas irrigadas com água cinza filtrada e de sequeiro no período de setembro de 2018 a janeiro de 2019 nos municípios de Flores e Triunfo no Sertão do Pajeú.

Espécie Vegetal	Taxa média de crescimento mensal (Irigada)		Taxa média de crescimento mensal (Sequeiro)	
	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
Laranja	3,53 ± 1,72	0,40 ± 0,26	0,90 ± 0,14	0,30 ± 0,14
Manga	2,00 ± 1,19	0,44 ± 0,22	0,30 ± 0,42	0,12 ± 0,07
Graviola	3,67	0,80	*	*
Gliricídia	11,67 ± 7,83	1,73 ± 0,88	5,93 ± 4,24	0,93 ± 0,42
Total	6,36*	0,95	2,84*	0,67

* Plantas mortas; * após valor, diferenças significantes a 10% de probabilidade pelo teste t-student Fonte: Autores (2021).

Reyes et al. (2009), avaliando plantas de gliricídia em diferentes ambientes de características diferentes, alcançaram valores mais elevados de crescimento em monocultivos, crescimento este que diminui quando a gliricídia passou a ser testada em consórcios com outras culturas; neste aspecto os autores encontraram taxas de crescimento em altura de 97 a 86 cm/ano, respectivamente, resultados superiores ao alcançados no sequeiro e bem inferiores aos resultados encontrados nas áreas irrigadas com água cinza no presente estudo.

Conclusão

Antes uma fonte contaminante para o ambiente no entorno das residências rurais, a água cinza utilizada no presente trabalho, após uma filtragem simples, impactou positivamente na sobrevivência e crescimento das espécies arbóreas conduzidas em Sistemas Agroflorestais (SAFs) irrigados na região semiárida do Sertão de Pernambuco.

A água cinza filtrada proporcionou um maior índice de sobrevivência às plantas frutíferas dos sistemas produtivos, bem como uma maior taxa de crescimento, tanto em altura quanto em diâmetro do caule.

O desempenho das plantas de graviola em sequeiro e conduzidas sob irrigação de água cinza com turno de rega elevado e baixas lâminas de água, apresenta-se severamente prejudicado, de forma que não se recomenda a introdução desta espécie vegetal em sistemas agroflorestais nos moldes aqui apresentados.

A *Gliricidia sepium* apresenta-se com grande potencial para serem conduzidas em sistemas agroflorestais familiares no semiárido, independentemente de serem irrigadas com água cinza filtrada ou em condições de sequeiro.

Agradecimentos

Agradecemos as famílias agricultoras pela receptividade e a parceira no desenvolvimento desta pesquisa, ao Centro de Desenvolvimento Agroecológico (Sabíá) e ao Centro de Assessoria e Apoio a Trabalhadores/as e Instituições Não

Governamentais Alternativas (CAATINGA) pelo apoio junto às famílias e a Universidade Federal Rural de Pernambuco pela logística disponibilizada para a realização deste trabalho.

Contribuição dos autores

Os autores desse artigo declaram que contribuíram de forma igualitária na sua elaboração.

Referências

- ALMEIDA, OLÁVIO ÁLVARES DE. **Qualidade da Água de Irrigação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.
- APAC – Agência Pernambucana de águas e Clima. 2021. Disponível em: <http://old.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>
- ARAÚJO FILHO, Geraldo Correia et al. Instruções técnicas para o cultivo da gravioleira. **Embrapa Agroindústria Tropical-Séries anteriores (INFOTECA-E)**, 1998.
- BAGGIO, Amilton João. Possibilidades de Gliricidia sepium (Jacq.) Steud para uso em sistemas agroflorestais no Brasil. **Embrapa Florestas-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 1984.
- BARBOSA, Z.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. A. CRESCIMENTO E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES POR MUDAS DE GRAVIOLEIRA. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP**, v. 25, n. 3, p. 519-522, dez. 2003. DOI:10.1590/S0100-29452003000300039
- BOMAN, B. Citrus: understanding its irrigation requirements. **Irrigation Journal**, Heidelberg, v.16, n.2, p.8-11, 1996.
- COELHO, Eugênio Ferreira *et al.* Irrigação em citros nas condições do nordeste do Brasil. **Citrus Research & Technology**, v. 27, n. 2, p. 0-0, 2020.
- COELHO, Eugênio Ferreira; OLIVEIRA, AS de; MAGALHAES, AF de J. Irrigação e fertirrigação em citros. **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2000.
- CUNHA, G. A. P. **Exigências edafoclimáticas**. In: DE MATOS, Aristóteles Pires. Manga produção: aspectos técnicos. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.
- CUNHA, Luis Henrique. Desigualdades nos padrões de acesso à água e limites da cidadania hídrica em comunidades rurais do semiárido. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 55, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v55i0.73371>
- DANTAS, J. S. et al. Crescimento inicial de duas leguminosas arbóreas forrageiras controlado pela disponibilidade de água e nutrientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife- PE. v.1, n. único, p.7-12, out.- dez., 2006.

- DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; FRANCO, A. A. Introdução e avaliação de leguminosas arbóreas em pastagens da baixada e região serrana do estado do Rio de Janeiro. **Embrapa Agrobiologia-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2005.
- DRUMOND, M.A., CARVALHO FILHO, O.M. de. **Introdução e avaliação de *Gliricidia sepium* na região semiárida do Nordeste Brasileiro**. In: QUEIRÓZ, M.A. de, GOEDERT, C.O., RAMOS, S.R.R., (ed.) Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro. (online). Versão 1.0. Petrolina-PE: Embrapa Semiárido /Brasília-DF, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, nov. 1999.
- GALINDO, A. *et al.* Deficit irrigation and emerging fruit crops as a strategy to save water in Mediterranean semiarid agrosystems. **Agricultural water management**, v. 202, p. 311-324, 2018. DOI: 10.1016/j.agwat.2017.08.015
- GUIMARÃES, T. P. *et al.* AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO INICIAL DE FRUTÍFERAS EM SISTEMA AGROFLORESTAIS NO P. A. BELO HORIZONTE I, SÃO DOMINGOS DO ARAGUAIA, PA. **Agroecossistemas**, v. 2, n. 1, p. 39-47, 2010. DOI: 10.18542/ragros.v2i1.1220
- HELALY, Mohamed Naser *et al.* Impact of treated wastewater and salicylic acid on physiological performance, malformation and yield of two mango cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 233, p. 159-177, 2018. DOI:10.1016/j.scienta.2018.01.001
- JAFARI, M. *et al.* Estimation of evapotranspiration and crop coefficient of drip-irrigated orange trees under a semi-arid climate. **Agricultural Water Management**, v. 248, p. 106769, 2021. DOI:10.1016/j.agwat.2021.106769
- LIRA JUNIOR, M. A. *et al.* Legume-based silvopastoral systems drive C and N soil stocks in a subhumid tropical environment. **Catena**, v. 189, p. 104508, 2020. DOI: 10.1016/j.catena.2020.104508
- LEONEL, L. P.; TONETTI, A. L. Wastewater reuse for crop irrigation: crop yield, soil and human health implications based on giardiasis epidemiology. **Science of The Total Environment**, p. 145833, 2021. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.145833
- MACIEL, C.; PONTES, E. T. **Seca e convivência com o semiárido: adaptação ao meio e patrimonialização da Caatinga no nordeste brasileiro**. 1 Ed. Rio de Janeiro: Consequência Editora, 2015.
- MAGALHÃES, A. F. J. *et al.* Sistema de produção para pequenos produtores de citros do Nordeste. **Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical**, 2005. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Citros/CitrosNEPequenosProdutores/irrigacao.htm>
- MARIN, A. M. P. *et al.* EFEITO DA *Gliricidia sepium* SOBRE NUTRIENTES DO SOLO, MICROCLIMA E PRODUTIVIDADE DO MILHO EM SISTEMA AGROFLORESTAL NO AGRESTE PARAIBANO. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v 30, p. 555-564, 2006. DOI: 10.1590/S0100-06832006000300015.
- OFORI, Solomon *et al.* Treated Wastewater Reuse for Irrigation: Pros and Cons. **Science of The Total Environment**, p. 144026, 2020. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.144026
- PAULINO, G. M. *et al.* DESEMPENHO DA GLIRICÍDIA NO CULTIVO EM ALEIAS EM POMAR ORGÂNICO DE MANGUEIRA E GRAVIOLEIRA. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.4, p.781-789, 2011.
- PETROS, Welay *et al.* Effectiveness of water-saving techniques on growth performance of Mango (*Mangifera Indica* L.) Seedlings in Mihitsab-Azmati Watershed, Rama Area, Northern Ethiopia. **Agricultural Water Management**, v. 243, n. C, 2021. DOI: 10.1016/j.agwat.2020.106476
- PINTO, AC de Q.; DA SILVA, Euzébio Medrado. A cultura da graviola. **Coleção Plantar**, 1995.
- RADINGOANA, M. P.; DUBE, T.; MAZVIMAVI, D. Progress in greywater reuse for home gardening: Opportunities, perceptions and challenges. **Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C**, v. 116, p. 102853, 2020. DOI: 10.1016/j.pce.2020.102853.
- REYES, T. *et al.* Spice crops agroforestry systems in the East Usambara Mountains, Tanzania: growth analysis. **Agroforest Syst**; v 76, p. 513–523, 2009. DOI:10.1007/s10457-009-9210-5
- RICART, S.; RICO, A. M. Assessing technical and social driving factors of water reuse in agriculture: A review on risks, regulation and the yuck factor. **Agricultural Water Management**, v. 217, p. 426-439, 2019. DOI: 10.1016/j.agwat.2019.03.017
- RICHARDS, L. A. (ed). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington DC, US Department of Agriculture, (USDA Agricultural Handbook, 60), 1954.
- SANTOS, F.S. *et al.* **Bioágua Familiar**: Reuso de água cinza para produção de alimentos no Semiárido. 1. Ed. Recife: PDHC, 2012. p. 11-13. Disponível em: https://www.projetodomhelder.gov.br/site/images/PDHC/Artigos_e_Publicacoes/Bioagua/Bioagua_Familiar.pdf. Acesso em: 28 nov. 2018.
- SAITTA, D. *et al.* Adaptation of citrus orchards to deficit irrigation strategies. **Agricultural Water Management**, v. 247, p. 106734, 2021. DOI:10.1016/j.agwat.2020.106734
- SILVA, D. V. da.; MACIEL, K. N.; SANTOS, J. R. dos.; MENDES, J. G.; BARBOSA, L. C. B. G. Agroecologia e Convivência com o Semiárido Brasileiro: uma análise preliminar. **Diversitas Journal**, v. 3, n. 1, p. 76-84, 2018. DOI: 10.17648/diversitas-journal-v3i1.547.
- SILVA, I. C. Sistemas Agroflorestais: conceitos e métodos. **Itabuna: SBSAF**, 2013.
- SILVA, P. R. C. **Estruturas hidráulicas e eficiência da aplicação de água cinza em áreas irrigadas por pequenos produtores rurais do Sertão do Pajeú e do Sertão do Araripe**. 2019. 38f. Monografia (Bacharelado em Agronomia) - Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE, Serra Talhada, 2019.
- SILVA, R. M. A. ENTRE DOIS PARADIGMAS: combate à seca e convivência com o semi-árido. **Sociedade e Estado**, Brasília, v. 18, n. 1/2, p. 339-360, jan./dez. 2003. DOI: 10.1590/S0102-69922003000100017.
- SOARES, D. B.; NÓBREGA, R. S. Detecção De Tendências Na Ocorrência De Veranicosna Microrregião Do Pajeú – PE. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE – DCG/NAPA, v. 26, n. 3, set/dez. 2009.
- VANHAM, D. *et al.* Physical water scarcity metrics for monitoring progress towards SDG target 6.4: An evaluation of indicator 6.4.2 “Level of water stress”. **Science of the Total Environment**, v. 613, p. 218-232, 2018. DOI:10.1016/j.scitotenv.2017.09.056
- ZAHAWI, R. A. Establishment and Growth of Living Fence Species: An Overlooked Tool for the Restoration of Degraded Areas in the Tropics. **Restoration Ecology**, Vol. 13, n. 1, p. 92–102 mar. 2005. DOI:10.1111/j.1526-100X.2005.00011x
- ZANINI, J. R.; PAVANI, L. C.; SILVA, J. A. A. **Irrigação em Citros**. Boletim Agrícola, Jaboticabal, FUNEP, n. 7, dez. 1998.