



Cultivo da palma forrageira irrigada com águas residuárias: uma revisão sistemática

Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha¹ , Silvanete Severino da Silva^{2*} ,
Rafael Oliveira Batista³ 

RESUMO

Em condições adversas, como é o estado de escassez hídrica, o cultivo da palma forrageira é a principal fonte alimentar para os animais no Nordeste brasileiro. Dada a importância dessa cultura para os produtores de pequenas áreas dessa região, objetivou-se com esse trabalho realizar uma revisão sistemática abordando o uso de águas residuárias na irrigação da palma forrageira. Para realização do estudo, foi realizado um levantamento de trabalhos publicados sobre o tema em periódicos, dissertações e teses nas bases SciELO, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações e no Google Acadêmico nos últimos dez anos (2013 a 2023). Os seguintes termos de pesquisa foram usados: cultivo da palma forrageira, palma forrageira e irrigação, água de efluentes e palma forrageira; selecionando-se um total de oito artigos científicos, quatro dissertações e três teses. O tipo de água residuária mais utilizada é o esgoto doméstico, não sendo contemplados trabalhos com aplicação de efluentes da aquicultura, de abatedouros e das indústrias. As unidades federativas que mais trabalham com essa temática são Rio Grande do Norte, Bahia, Paraíba, Ceará, Sergipe e Pernambuco. Em geral, as pesquisas que tratam do tema “uso de águas residuárias na produção de palma forrageira” são escassas.

Palavras-chave: *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck, *Opuntia ficus-indica* Mill, Reúso de água, Semiárido brasileiro.

Cultivation of cactus pear irrigated with wastewater: a systematic review

ABSTRACT

In adverse conditions, such as water scarcity, the cultivation of cactus pear is the main food source for animals in the Brazilian Northeast. Given the importance of this crop for producers in small areas of this region, the objective of this work was to conduct a systematic review addressing the use of wastewater in cactus pear irrigation. To carry out the study, a survey of published searches on the subject in journals, dissertations and theses in SciELO databases, Digital Library of Theses and Dissertations and Google Scholar in the last ten years (2013 to 2023) was conducted. The following search terms were used: cactus pear cultivation, cactus pear and irrigation, effluent water and cactus pear; selecting a total of eight scientific articles, four dissertations and three theses. The most used type of wastewater is domestic sewage, and works involving the application of effluents from aquaculture, slaughterhouses and industries are not covered. The federative units that work most with this theme are Rio Grande do Norte, Bahia, Paraíba, Ceará, Sergipe and Pernambuco. In general, research dealing with the topic “use of wastewater in the production of cactus pear” is scarce.

Keywords: *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck, *Opuntia ficus-indica* Mill, Water reuse, Brazilian semiarid.

INTRODUÇÃO

¹ Doutoranda em Manejo de Solo e Água pela Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mestre em Ciências Ambientais pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Parauapebas-PA. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2926-4109>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8144135426766120>.

²Graduada em Engenharia Agrícola, Mestre e Doutora pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), respectivamente. Docente da Universidade Federal Rural de Pernambuco na Unidade Acadêmica de Belo Jardim, Belo Jardim-PE. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3167-0811>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0697832792587182>. *Autora correspondente: silvanete.silva@ufrpe.br.

³Graduado em Engenharia Agrícola, Mestre, Doutor e Pós-Doutorado pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), respectivamente. Docente da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Campus Mossoró-RN. Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-3083-6808>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6747258062404427>.



A palma é uma planta da família das cactáceas, originária do México e de grande importância para a alimentação humana e de rebanhos, principalmente em regiões semiáridas (SILVA, 2019). Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o Brasil produziu 2.875.034 toneladas (em uma área de 96.900 ha) de palma forrageira no ano de 2017 (IBGE, 2017).

Nesse panorama, a região Nordeste colheu 2.863.747 toneladas em 96.209 ha, sendo 468.826 toneladas produzidas no Estado de Pernambuco e 1.303.149 toneladas na Bahia. Sua dispersão, em Pernambuco, por exemplo, alcança a maioria dos municípios das mesorregiões do Agreste, Sertão e São Francisco (LACERDA et al., 2023). Já no Estado do Rio Grande do Norte, a quantidade produzida no mesmo ano foi de 56.352 toneladas em 3.378 ha (IBGE, 2017).

Assim sendo, as principais espécies cultivadas para a alimentação animal são a *Opuntia ficus-indica* Mill e a *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck, que em termos alimentícios, se destacam por se tratar de uma planta rica em vitamina A, vitamina C, complexo B, é fibrosa e tem vários tipos de aminoácidos essenciais, entre outros nutrientes (SANTOS e SOUSA, 2022). No entanto, mesmo sendo uma planta resistente, carece de manejo quanto ao uso da irrigação, solo adequado, adubação entre outros meios de cultivo para evitar o estresse da cultura devido à alta temperatura, baixa precipitação pluvial e radiação solar direta (SILVA; SOUZA, 2020).

Nesse sentido, o uso estratégico da irrigação pode diminuir os efeitos negativos da deficiência hídrica que ocorre na região semiárida e contribuir para uma palma com plantas saudáveis e nutridas, possibilitando aos agricultores uma estratégia de reserva alimentar e hídrica aos seus rebanhos (SANTOS et al., 2020a).

Contudo, a maioria das pesquisas relacionadas para esse fim, reforçam as vantagens que a irrigação oferece, mesmo que as mesmas ainda sejam incipientes, já que ainda se carece de estudos voltados para determinação de lâminas de irrigação apropriadas ao cultivo, bem como, os nutrientes que devem ser adicionados na ausência e/ou impossibilidade de disponibilidade do solo.

Sendo assim, a irrigação associada à utilização de águas residuárias poderá contribuir não só como o suprimento hídrico, mas como base de nutrientes para as culturas (SANTOS et al., 2020b), já que a mesma é considerada uma fonte de nutrientes como, por exemplo, o nitrogênio. Silva (2019) estudando água de reúso aplicada a irrigação por gotejo, observou que o volume de 1,0 L de água residuária na profundidade de 15 cm disponibilizou 0,90 g kg⁻¹ num solo degradado.





Nesse contexto, alguns estudos têm apresentado resultados satisfatórios quanto a resposta de crescimento da palma forrageira irrigada com águas salobras (SILVA et al., 2021; LIMA et al., 2022), esgoto doméstico (SILVA FILHO, 2014; LEMOS, 2016; CAMELO, 2018; AZEVEDO JÚNIOR et al., 2019; SILVA, 2019; OLIVEIRA, 2021; SIQUEIRA, 2021), água produzida do petróleo (COSTA, 2019), água residuária da suinocultura (MOURA, 2019) e água de lavagem de ordenha (SANTOS et al., 2021), sendo necessária investigação para constituir recomendações.

Diante desse cenário, objetivou-se com esse trabalho realizar uma revisão sistemática abordando o uso de águas residuárias na irrigação da palma forrageira.

MATERIAL E MÉTODOS

A revisão sistemática consiste no levantamento de trabalhos publicados em diferentes meios (periódicos/revistas, anais de eventos, dissertações, teses, etc.) sobre determinado assunto em um tempo pré-estipulado. Assim, é necessário fazer um levantamento bibliográfico nas bibliotecas virtuais e bases de dados disponíveis na internet.

Para isso, a consulta por ser realizada em diferentes plataformas de pesquisa, como *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Google Acadêmico, Portal de Periódicos Capes, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, *Web of Science*, *Science Direct*, *Scopus* entre outras, dependendo da área de interesse. Todavia, os trabalhos foram encontrados no SciELO, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações e no Google Acadêmico.

Nesse contexto, esta revisão sistemática buscou reunir o maior número de trabalhos publicados em periódicos, dissertações e teses sobre o tema “uso de águas residuárias na irrigação da palma forrageira”. Para isso, foram consultadas 29 bases de dados bibliográficas relacionadas ao assunto: “palma forrageira e irrigação”, “água de efluentes e irrigação” e “água residuária e cultivo de palma forrageira”. Após leitura e classificação das obras, estas foram incluídas ou descartadas. Para a pesquisa estabeleceu-se um período de 10 anos (2013 a 2023), quando foram selecionados oito artigos científicos publicados em periódicos, quatro dissertações e três teses.

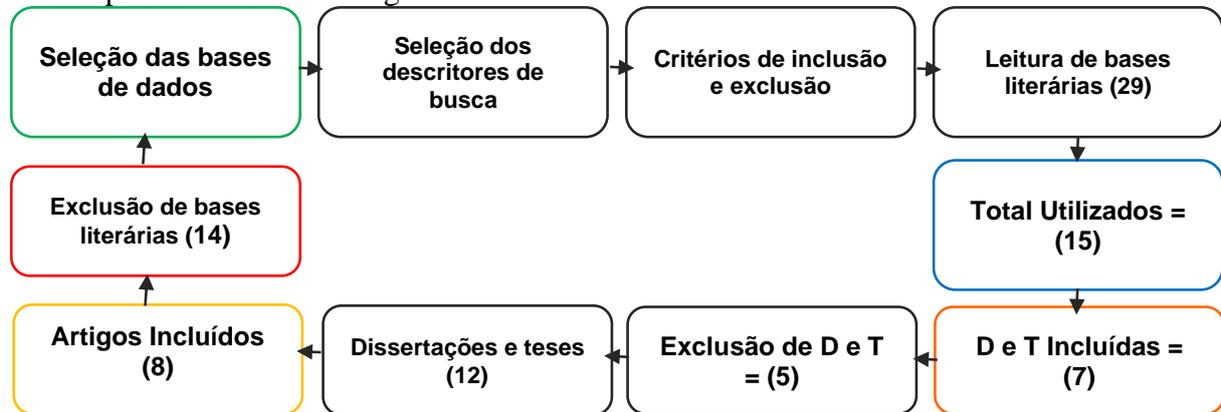
Após a seleção dos trabalhos, inicialmente os títulos e resumos foram lidos, objetivando realizar uma triagem conforme os critérios de inclusão pré-estabelecidos. Em seguida, foram realizadas as leituras na íntegra dos estudos selecionados. A escolha dos artigos teve como ponto de partida a pertinência do assunto, visto que todos os descritores foram utilizados nessa busca.





Para melhor compreensão da metodologia adotada neste trabalho, segue abaixo um fluxograma autoexplicativo (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma temporal da seleção, inclusão e exclusão de trabalhos científicos contemplados na revisão integrada sistemática.



Fonte: Autoria própria (2023).

Os resultados da pesquisa foram contabilizados e discutidos, conforme a relação direta com o assunto e correlações entre os descritores de buscas pré-estabelecidos. Após a realização desse levantamento, foi feita a caracterização geral do estudo quanto ao tipo de enquadramento do assunto, a exemplo das discussões que abordaram a temática “irrigação da palma forrageira com águas residuárias no Semiárido brasileiro”. Após a automatização desses resultados, os mesmos foram apresentados em quadros, seguindo-se as especificações de autor, ano, título, base de dados, revista, idioma, método, tipo de efluente e palma, respectivamente, conforme os padrões estabelecidos na revisão sistemática.

RESULTADOS

Quantificação e exploração dos artigos

Em função da incipiência na escassa quantidade de trabalhos associados à irrigação da palma forrageira com águas residuárias no semiárido brasileiro, foram contabilizadas 29 bases de dados bibliográficas. Em sua maioria, tratavam-se de trabalhos sem fonte reconhecida de publicação, resumos em congressos e informações distribuídas em sites na internet. Desse total, foram excluídas 14 bases. Das bases selecionadas para pesquisa, foram quantificados oito artigos científicos publicados em periódicos, quatro dissertações e três teses.





Do total de oito artigos, seis foram publicados em inglês e os outros dois em português (Quadro 1). Quanto à consulta desses artigos, três foram encontrados na base de dados SciELO e os demais na base Google Acadêmico.

Em relação à metodologia aplicada aos trabalhos selecionados, sete deles foram de natureza experimental e apenas um de revisão sistemática integrada sobre o tema. Já no tocante ao tipo de água residuária para irrigação, em seis desses estudos houve a utilização de esgotos domésticos e apenas um utilizou-se água da ordenha.

Com relação aos periódicos de publicação, esses foram publicados na *Revista Caatinga*, *Revista Irriga*, *Australian Journal of Crop Science*, *Journal of Experimental Agriculture International*, *Bioscience Journal*, *Brazilian Journal of Development*, *Ciência Agrícola* e *Journal of Agricultural Science*. Quanto ao ano de publicação, tem-se um trabalho publicado em 2018, três publicados em 2019, um publicado em 2020, dois publicados em 2021 e um publicado em 2023 (Quadro 1).

Esgotando-se as fontes de consultas de artigos publicados em periódicos, foi realizada uma busca por trabalhos de dissertações e teses, objetivando explorar outros meios de publicações. Cabe salientar que alguns trabalhos foram encontrados como dissertações ou teses, os quais originaram publicações em periódicos (LEMOS, 2016; AZEVEDO JÚNIOR, 2017; LEMOS et al., 2018; AZEVEDO JÚNIOR et al., 2019; AZEVEDO JÚNIOR et al., 2020). Assim, a escolha se deu pela publicação em periódico, visto o maior impacto científico.

Foram encontrados sete trabalhos acadêmicos publicados na base de dados do Google Acadêmico e Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, todos em português e de natureza experimental. Foram publicadas três teses (uma em 2014 e duas em 2019) e quatro dissertações (em 2018 e 2019 e outras duas em 2021) (Quadro 2).

No tocante a correlação direta dos descritores estabelecidos previamente com o tema dessa pesquisa, conforme o Quadro 2, observa-se que cinco das obras analisadas e incluídas nesta revisão estão, diretamente, correlacionados com a irrigação da palma forrageira e o esgoto doméstico, e os demais, água da suinocultura e água produzida de petróleo, respectivamente.

Entre os trabalhos analisados, observaram-se os tipos de cultivares de palma forrageira, a saber: *Opuntia ficus-indica* Mill, *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck e a *Opuntia stricta* Howard.





Quadro 1. Compilação de artigos que abordam o uso de esgoto doméstico ou outro tipo de água residuária para irrigação da palma forrageira em ordem cronológica.

Quant.	Autor/ano	Título do artigo	Base de dados	Revista	Idioma	Método	Tipo de efluente	Tipo de palma
1	Lemos et al. (2018)	Nutritional evaluation of forage cactus fertigated with domestic sewage effluent	SciELO	Caatinga	Inglês	Experimental	Esgoto doméstico	<i>Opuntia stricta</i> Howard
2	Azevedo Júnior et al. (2019)	Produtividade e teor de nutrientes em palma forrageira irrigada com efluente de esgoto doméstico	Google Acadêmico	Irriga	Português	Experimental	Esgoto doméstico	<i>Opuntia stricta</i> Howard
3	Ferraz et al. (2019)	Estimation of productivity gain by irrigated and fertilized forage palm plants (<i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Mill. and <i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dyck): systematic review and meta-analysis	Google Acadêmico	Australian Journal of Crop Science	Inglês	Revisão sistemática	Não especificado	<i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Mill. <i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dyck
4	Souza et al. (2019)	Productivity and nutrient supply in 'Gigante' cactus pear with regulated deficit irrigation using wastewater	Google Acadêmico	Journal of Experimental Agriculture and International	Inglês	Experimental	Esgoto doméstico	<i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Mill.
5	Azevedo Júnior et al. (2020)	Growth and biomass production of prickly pear in the second cycle irrigated with treated domestic sewage	SciELO	Bioscience Journal	Inglês	Experimental	Esgoto doméstico	<i>Opuntia stricta</i> Howard
6	Santos et al. (2021)	Uso de esgoto doméstico na produção da palma forrageira	SciELO	Brazilian Journal of Development	Português	Experimental	Esgoto doméstico	<i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Mill.
7	Santos et al. (2021)	Reuse of wastewater from milking in cactus pear under different irrigation and fertilization frequencies	Google Acadêmico	Ciência Agrícola	Inglês	Experimental	Lavagem de ordenha	<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dyck
8	Mesquita et al. (2023)	Multivariate analysis of physical and chemical soil attributes under forage palm cultivation and agriculture reuse in the semiarid region	Google Acadêmico	Journal of Agricultural Science	Inglês	Experimental	Esgoto doméstico	<i>Opuntia stricta</i> Howard <i>Nopalea Cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick <i>Nopalea sp.</i>

Fonte: Dados da pesquisa (2023).





Quadro 2. Compilação de teses e dissertações que abordam o uso de esgoto doméstico ou outro tipo de água residuária para irrigação da palma forrageira em ordem cronológica.

Quant.	Autor /ano	Título do trabalho	Base de dados	Tipo de pesquisa	Idioma	Método	Tipo de efluente	Tipo de palma
1	Silva Filho (2014)	Sistemas de escoamento superficial como alternativa de pós-tratamento de esgotos tendo a palma forrageira (<i>Opuntia ficus indica</i> L. Mill) como vegetação suporte	Google acadêmico	Tese	Português	Experimental	Esgoto doméstico	<i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Mill.
2	Camelo (2018)	Produtividade e aporte de nutrientes em palma forrageira 'gigante' irrigada com água residuária	Google Acadêmico	Dissertação	Português	Experimental	Esgoto doméstico	<i>Opuntia ficus indica</i> (L.) Mill.
3	Moura (2019)	Reuso da água residuária de suinocultura na produção de palma forrageira, como contribuição para a educação ambiental no semiárido	Google Acadêmico	Dissertação	Português	Experimental	Água da suinocultura	<i>Opuntia stricta</i> Howard <i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dyck
4	Costa (2019)	Utilização de água produzida do petróleo na produção e capacidade de fitoextração de cactácea no semiárido brasileiro	Google Acadêmico	Tese	Português	Experimental	Água produzida do petróleo	<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dyck
5	Silva (2019)	Recuperação de área degradada no semiárido brasileiro utilizando água residuária num sistema agroflorestal	Biblioteca Digital de Teses e Dissertações	Tese	Português	Experimental	Esgoto doméstico	<i>Opuntia stricta</i> Howard
6	Oliveira (2021)	Cultivo de palma fertirrigada com água residuária em sistema agroflorestal	Google Acadêmico	Dissertação	Português	Experimental	Esgoto doméstico	<i>Opuntia stricta</i> Howard
7	Siqueira (2021)	Variedades de palma forrageira irrigadas com efluente de esgoto tratado e com diferentes manejos de corte	Google Acadêmico	Dissertação	Português	Experimental	Esgoto doméstico	<i>Opuntia stricta</i> Howard <i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dyck

Fonte: Dados da pesquisa (2023).

DISCUSSÃO





A escassez hídrica na região Nordeste do Brasil é uma realidade vivenciada por uma parte significativa de produtores de ruminantes (bovinos, caprinos e ovinos). Diante desse cenário, algumas alternativas são testadas por pesquisadores que objetivam aproveitar esgoto doméstico ou outros tipos de águas residuárias para irrigação com plantas forrageiras (AZEVEDO JÚNIOR et al., 2019; FERRAZ et al., 2019).

No estudo conduzido por Azevedo Júnior (2019) utilizando esgoto doméstico na irrigação da palma forrageira, constataram que a irrigação com esgoto doméstico tratado influenciou significativamente ($p \leq 0,05$) a produtividade de massa verde e seca, e os teores de potássio, cálcio, magnésio, cobre, manganês e níquel na palma forrageira, aos 234 dias após o primeiro corte; além desses resultados, os pesquisadores constataram que a complementação hídrica de 3,5 mm por irrigação com esgoto doméstico tratado, nos intervalos de 2, 3 e 7 dias promove a maior produtividade da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana e que o esgoto doméstico tratado é viável para irrigação e fertirrigação da palma forrageira, carecendo da suplementação mineral adicional com fósforo, cálcio e zinco, respectivamente.

Resultados opostos aos encontrados pelo autor acima citado revelaram efeito não significativo do uso dos sistemas irrigados em relação ao sistema de sequeiro. Segundo os autores, Santos et al. (2021), uma das explicações para isso pode ter sido a distribuição pluvial ocorrida no período experimental; sendo suficiente para garantir boa produção no cultivo de sequeiro; no entanto, a longo prazo, com a extração contínua de nutrientes do solo pela cultura, o aporte proporcionado pela água residuária será decisivo para garantir a manutenção de alta produtividade, ao passo que deverá ocorrer declínio desta, nas áreas sem aporte de nutrientes; além disso, o aporte hídrico das áreas irrigadas garante segurança hídrica para anos de secas mais intensas que, invariavelmente, ocorrem de tempos em tempos na região.

Considerando que o uso de águas residuárias na agricultura pode ser utilizado para irrigação suplementar de forrageiras, a exemplo da palma-forrageira e, considerando ainda, que a limitação hídrica durante quase o ano todo na região semiárida brasileira, resulta na perda econômica, seja por venda ou morte dos animais tanto pela falta de água para dessedentação e/ou pela falta de alimentos; assim, o uso de esgoto doméstico ou outra fonte, a exemplo da água residuária, no cultivo de palma-forrageira torna-se estratégico para garantir a produção de alimentos aos ruminantes (LEMOS et al., 2018; OLIVEIRA, 2021).

O reúso de águas em cultivos adensados de palma-forrageira pode ser suficiente para suprir a demanda hídrica, pois essa forrageira apresenta alta eficiência produtiva, necessitando de quantidades mínimas de água (75 a 100 mil litros/ha/mês) para atingir elevados rendimentos





(LEMOS et al., 2018). Além disso, a água de reúso apresenta potencial de contribuir com a melhoria da fertilidade do solo, pois apresenta teores elevados, principalmente de N, P e K, reduzindo assim a necessidade de adubação, contribuindo para reduzir custo de produção (CAMELO, 2018).

Conforme citado em pesquisa de alguns autores (SIQUEIRA, 2021; MESQUITA et al., 2023) é possível aplicar o esgoto tratado na agricultura com disponibilização de nutrientes ao solo, influenciado pela forma de aplicação. Portanto, através dos resultados dos experimentos concluíram que os teores de nutrientes de vários atributos no solo elevaram-se significativamente, já os teores de sódio e de boro reduziram ou permaneceram estáveis no solo (AZEVEDO JÚNIOR et al., 2019).

De maneira geral, os estudos apresentam resultados importantes quanto à irrigação da palma com águas residuárias, a maioria das pesquisas de natureza experimental, as quais, por predominância, utilizam o esgoto doméstico (cerca de 72%). Os demais estudos correspondem à água produzida do petróleo, a água da suinocultura e a água da lavagem de ordenha, correspondendo a 21% do total dos estudos e, por fim, 7% do estudo abordado com a temática disserta o conhecimento por revisão de literatura.

No Nordeste, por exemplo, um dos fatores limitantes para a aplicação de água de reúso pode ser atribuída às dificuldades de armazenar essas águas, já que, existe a resistência com relação ao manuseio e a própria legislação não oferece parâmetros para utilização desse recurso. Essa constatação corrobora com Moura et al. (2020), ao afirmarem que pesquisas produzidas em instituições de ensino fundamentam os riscos sobre esse tipo de água e que a ausência de legislação não oferece segurança à população. Desta forma, percebe-se a necessidade de mais estudos quanto a essa temática, já que não foi observado, nem mesmo, pesquisas com outras fontes de efluentes como, por exemplo, da aquicultura, de abatedouros e das indústrias.

A respeito das variedades de palma forrageira notou-se incongruência nas pesquisas, visto que, alguns pesquisadores divergem entre os nomes populares e científicos. Por exemplo, a *Opuntia ficus-indica* Mill pode ser Palma Redonda, Orelha de Onça, Gigante ou Grande, por outro lado, a *Opuntia stricta* Howard pode ser Palma Orelha de Elefante Mexicana ou Palmepa-PB3. Já a *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck pode ser encontrada como Palma Miúda, Doce, Língua de Vaca, Palmepa-PB4, IPA Sertânia, Mão de Moça, Palma Baiana ou Palmepa-PB1.

Quanto às unidades federativas que pesquisaram a aplicação do reúso de efluentes na palma, entre os sete artigos experimentais, observou-se que 57% foram nos estados do Rio Grande do Norte (Apodi e São Fernandes), 29% na Bahia (Guanambi e Serrinha) e 14% em





Sergipe (Nossa Senhora da Glória). Já com relação às sete teses e dissertações, notou-se predominância nos estados do Rio Grande do Norte (Santa Maria e Mossoró) e Paraíba (Campina Grande) com 29%, concomitantemente. Os estados da Bahia (Guanambi), Ceará (Crato) e Pernambuco (Petrolina), com 14% cada.

Ressalta-se que não se observaram trabalhos com a temática em todas as unidades federativas que compõem o semiárido brasileiro, o qual se estende por nove estados do nordeste e os estados da região sudeste, Minas Gerais e Espírito Santo (BRASIL, 2021).

CONCLUSÕES

O aproveitamento de águas residuárias é uma excelente estratégia para irrigação da palma forrageira, pois além de contribuir com o metabolismo hídrico da planta, também fornece nutrientes essenciais ao desenvolvimento.

Quanto aos tipos de águas residuárias utilizadas, a maioria das pesquisas descreveu o uso da água residuária com esgoto doméstico, as quais evidenciaram como uma alternativa viável para irrigação da palma forrageira. Nesta pesquisa não foram contemplados trabalhos com aplicação de efluentes da aquicultura, de abatedouros e das indústrias.

Entre as variedades da palma forrageira utilizadas nas pesquisas tem-se predominância entre a *Opuntia ficus-indica* Mill, *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck e *Opuntia stricta* Howard, entretanto, existe inconformidade entre esses nomes científicos e os populares.

As unidades federativas que pesquisaram a aplicação do reúso de efluentes na palma foram o Rio Grande do Norte, Bahia, Paraíba, Ceará, Sergipe e o estado de Pernambuco. Em geral, as pesquisas que tratam do tema “uso de águas residuárias na produção de palma forrageira” são escassas.

REFERÊNCIAS:

AZEVEDO JÚNIOR, M. S. Desempenho da palma forrageira em segundo ciclo sob irrigação complementar com esgoto doméstico tratado nas condições semiáridas. 2017. 92f.

Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.

AZEVEDO JÚNIOR, M. S. *et al.* Produtividade e teor de nutrientes em palma forrageira irrigada com efluente de esgoto doméstico. **Irriga**, v. 24, n. 4, p. 830-842, 2019. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2019v24n4p830-842>.

AZEVEDO JÚNIOR, M. S. *et al.* Growth and biomass production of prickly pear in the second cycle irrigated with treated domestic sewage. **Bioscience Journal**, v. 36, n. 1, p. 51-60, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n1a2020-42175>.





BRASIL. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Resolução SUDENE nº 150, de 13 de dezembro de 2021. Aprova a Proposição n. 151/2021, que trata do Relatório Técnico que apresenta os resultados da revisão da delimitação do Semiárido 2021, inclusive os critérios técnicos e científicos, a relação de municípios habilitados, e da regra de transição para municípios excluídos. Brasília: **DOU**, edição 246, seção 1, pág. 52, 2021.

CAMELO, T. C. Produtividade e aporte de nutrientes em palma forrageira ‘Gigante’ irrigada com água residuária. 2018. 36f. **Dissertação** (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Guanambi, 2018.

COSTA, D. O. Utilização de água produzida do petróleo na produção e capacidade de fitoextração de cactácea no semiárido brasileiro. 2019. 135f. **Tese** (Doutorado em Manejo de Solo e Água) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2019.

FERRAZ, N. L. S. *et al.* Estimation of productivity gain by irrigated and fertilized forage palm plants (*Opuntia ficusindica* (L.) Mill. and *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck): systematic review and meta-analy. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 11, p. 1873-1882, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.19.13.11.p2095>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário Brasil, 2017**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/24/76693?ano=2017>. Acesso em: 06 jun. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário Rio Grande do Norte, 2017**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/pesquisa/24/76693>. Acesso em: 06 jun. 2023.

LACERDA, C. A. de *et al.* Potencial de produtos alternativos no controle da cochonilha de escama em palma-forrageira. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 28, n. 1, p. e2761282023, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.12661/pap.2022.011>.

LEMOS, M. *et al.* Nutritional evaluation of forage cactus fertigated with domestic sewage effluent. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 2, p. 476-486, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n224rc>.

LEMOS, M. Uso de esgoto doméstico tratado na produção de palma forrageira em assentamento rural do semiárido brasileiro. 2016. 244f. **Tese** (Doutorado em Manejo de Solo e Água no Semiárido) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

LIMA, W. B. de *et al.* Yield of prickly pear cactus irrigated with saline water in soils of the semi-arid region. **Semina**, v. 43, n. 1, p. 37-50, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2022v43n1p37>.

MESQUITA, F. O. *et al.* Multivariate analysis of physical and chemical soil attributes under forage palm cultivation and agriculture reuse in the Semiarid Region. **Journal of Agricultural Science**, v. 15, n. 2, p. 56-70, 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v15n2p56>.

MOURA, B. R. Reuso da água residuária de suinocultura na produção de palma forrageira, como contribuição para a educação ambiental no semiárido. 2019. 66f. **Dissertação** (Mestrado em Educação Agrícola) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2019.

MOURA, P. G. *et al.* Água de reúso: uma alternativa sustentável para o Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, [S.L.], v. 25, n. 6, p. 791-808, dez. 2020. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-4152202020180201>.





- OLIVEIRA, L. N. R. Cultivo de palma fertirrigada com água residuária em sistema agroflorestal. 2021. 72f. **Dissertação** (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2021.
- SANTOS, C. S. *et al.* Reuse of wastewater from milking in cactus under different irrigation and fertilization frequencies. **Ciência Agrícola**, v. 19, n. 2, p. 145-154, 2021. DOI: <https://doi.org/10.28998/rca.v19i2.11601>.
- SANTOS, D. B. *et al.* Uso de esgoto doméstico na produção da palma forrageira. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 9, p. 88639-88650, 2021. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n9-159>.
- SANTOS, M. R.; DONATO, S. L. R.; COTRIM JUNIOR, P. R. F. Irrigação na palma forrageira. **Revista Agrotecnologia**, v. 11, n. 1, p. 75-86, 2020a. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/agrotecnologia/article/view/9823>. Acesso em: 06 jun. 2023.
- SANTOS, N. S. *et al.* Crescimento da palma forrageira sob estresse salino e diferentes lâminas de irrigação. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 5, n. 1, p. e9452, 2020b. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/ojs2-somente-consulta/index.php/era/article/view/9452>. Acesso em: 06 jun. 2023.
- SANTOS, M. F. R., SOUSA, R. C. P. Prospecção da cultura da palma forrageira: uma planta exótica fonte de conhecimento. **Revista Portuguesa Interdisciplinar**, v. 3, n. 1, p. 17-36, 2022. Disponível em: <https://revistas.editoraenterprising.net/index.php/rpi/article/view/483>. Acesso em: 06 jun. 2023.
- SILVA, A. P.; SOUZA, P. A. Zoneamento agroclimatológico para produção da Palma Forrageira no semiárido. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 20048-20057, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n4-251>.
- SILVA FILHO, P. A. Sistemas de escoamento superficial como alternativa de pós-tratamento de esgotos tendo a palma forrageira (*Opuntia ficus indica* L. Mill) como vegetação suporte. 2014. 200f. **Tese** (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
- SILVA, E. C. B. *et al.* Efeito da irrigação suplementar na produtividade e eficiência no uso de água da palma forrageira. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 6, p. 2744-2759, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.6.p2744-2759>.
- SILVA, C. C. *et al.* Development of forage pear varieties under different water salinity levels. **Irriga**, v. 26, n. 1, p. 55-64, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2021v26n1p55-64>.
- SILVA, S. S. da. Recuperação de área degradada no semiárido brasileiro utilizando água residuária num sistema agroflorestal. 2019. 109f. **Tese** (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2019.
- SIQUEIRA, J. V. G. Variedades de palma forrageira irrigadas com efluente de esgoto tratado e com diferentes manejos de corte. 2021. 96f. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2021.
- SOUZA, J. A. A. de *et al.* Productivity and nutrient supply in ‘Gigante’ cactus pear with regulated deficit irrigation using wastewater. **Journal Of Experimental Agriculture International**, v. 34, n. 6, p. 1-12, 2019. DOI: <https://doi.org/10.9734/JEAI/2019/v34i630191>.



Informações do Artigo	Article Information
<p>Recebido em: 25/06/2023 Aceito em: 05/09/2023 Publicado em: 12/09/2023</p>	<p>Received on: 2023/06/25 Accepted in: 2023/09/05 Published on: 2023/09/12</p>
<p>Contribuições de Autoria <u>Resumo:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista <u>Introdução:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista <u>Referencial teórico:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista <u>Análise de dados:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista <u>Discussão dos resultados:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista <u>Conclusão:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista <u>Referências:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista <u>Revisão do manuscrito:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista <u>Aprovação da versão final publicada:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista</p>	<p>Author Contributions <u>Abstract:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista <u>Introduction:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista <u>Theoretical Reference:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista <u>Data analysis:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista <u>Discussion of results:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista <u>Conclusion:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista <u>References:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista <u>Manuscript review:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista <u>Approval of the final published version:</u> Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes Rocha, Silvanete Severino da Silva, Rafael Oliveira Batista</p>
<p>Conflitos de Interesse Os autores declararam não haver nenhum conflito de interesse de ordem pessoal, comercial, acadêmico, político e financeiro referente a este manuscrito.</p>	<p>Interest conflicts The authors declare that there is no personal, commercial, academic, political or financial conflict of interest regarding this manuscript.</p>
<p>Como Citar este artigo - ABNT ROCHA, Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes; SILVA, Silvanete Severino da; BATISTA, Rafael Oliveira. Cultivo da palma forrageira irrigada com águas residuárias: uma revisão sistemática. Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 7, n. 1, e071014, jan./dez., 2023. https://doi.org/10.35642/rm.v7i1.947</p>	<p>How to cite this article - ABNT ROCHA, Tereza Amélia Lopes Cizenando Guedes; SILVA, Silvanete Severino da; BATISTA, Rafael Oliveira. Cultivation of cactus pear irrigated with wastewater: a systematic review. Revista Macambira, Serrinha (BA), v. 7, n. 1, e071014, jan./dez., 2023. https://doi.org/10.35642/rm.v7i1.947</p>
<p>Licença de Uso A Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial-CompartilhaIgual 4.0 Internacional (CC BY4.0). Esta licença permite compartilhar, copiar, redistribuir o manuscrito em qualquer meio ou formato. Além disso, permite adaptar, remixar, transformar e construir sobre o material, mesmo que comercialmente, desde que seja atribuído o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico.</p>	<p>Use license The Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC BY4.0). This license allows sharing, copying, redistributing the manuscript in any medium or format. In addition, it allows adapting, remixing, transforming and building on the material, even commercially, as long as due credit for authorship and initial publication in this journal is attributed.</p>