

## Uso de esgoto doméstico na produção da palma forrageira

### Use of domestic sewage in the production of forage palm

DOI:10.34117/bjdv7n9-159

Recebimento dos originais: 07/08/2021

Aceitação para publicação: 10/09/2021

#### **Delfran Batista dos Santos**

Professor/Doutor do Instituto Federal de Educação  
Ciência e Tecnologia Baiano (IFBaiano)  
IFBaiano campus Serrinha  
E-mail: delfran.batista@ifbaiano.edu.br

#### **Delka de Oliveira Azevedo**

Professora/Doutora do Instituto Federal de Educação  
Ciência e Tecnologia Baiano (IFBaiano)  
IFBaiano campus Serrinha  
E-mail: delka.azevedo@ifbaiano.edu.br

#### **José Alberto Alves de Souza**

Professor/Doutor do Instituto Federal de Educação  
Ciência e Tecnologia Baiano (IFBaiano)  
IFBaiano campus Guanambi  
E-mail: alberto.souza@ifbaiano.edu.br

#### **Welson Lima Simões**

Pesquisador da Embrapa Semiárido  
Embrapa Semiárido  
E-mail: welson.simoese@embrapa.br

#### **Carlindo Santos Rodrigues**

Professor/Doutor do Instituto Federal de Educação  
Ciência e Tecnologia Baiano (IFBaiano)  
IFBaiano campus Uruçuca  
E-mail: carlindo.rodrigues@ifbaiano.edu.br

#### **Rafael Olímpio Ferreira Araújo**

Mestrando em Ciências Ambientais (IFBaiano)  
IFBaiano campus Serrinha  
E-mail: rafael.olimpus01@gmail.com

#### **Muriel Cajuhy Souza**

Mestrando em Produção Vegetal no Semiárido (IFBaiano)  
IFBaiano campus Guanambi  
E-mail: murielcajuhy@yahoo.com.br

#### **Clayton Moura de Carvalho**

Professor/Doutor do Instituto Federal de Educação

Ciência e Tecnologia Baiano (IFBaiano)  
IFBaiano campus Serrinha  
E-mail: clayton.carvalho@ifbaiano.edu.br

**Luis Vittor Capistrano Santos**  
Estudante do curso técnico Integrado em Agroecologia  
Instituto Federal de Educação - Ciência e Tecnologia Baiano (IFBaiano)  
IFBaiano campus Serrinha  
E-mail: vittor0805@gmail.com

## RESUMO

Essa pesquisa teve por objetivo avaliar o cultivo da palma forrageira Gigante (*Opuntia ficus indica*) irrigada com esgoto doméstico tratado, nas condições edafoclimáticas do Território do Sisal, no Semiárido brasileiro. O experimento foi conduzido no Instituto Federal Baiano, campus Serrinha-Ba. A área experimental foi constituída de dez blocos inteiramente casualizados, com três tratamentos: ((i) irrigado com esgoto doméstico tratado; (ii) irrigado com água de chuva; e (iii) sem irrigação (sequeiro). A palma forrageira foi implantada em fileiras duplas com espaçamento 3 x 1 x 0,5m, totalizando 360 plantas na área. O sistema de Irrigação utilizado foi o localizado com gotejadores auto-compensantes e turno de rega fixo, aplicando 0,5 litros de água por planta por semana. Apesar do tempo de avaliação não ser suficiente para determinar a eficiência da irrigação com esgoto doméstico tratado, no cultivo da palma forrageira no Território do Sisal, é possível concluir-se que o aporte de nutrientes no solo advindo do uso da água residuária desperta atenção para a necessidade do monitoramento contínuo do solo nessas condições de cultivo.

**Palavras-chave:** Irrigação, forragem, água residuária.

## ABSTRACT

This research aimed to evaluate the cultivation of Giant forage palm (*Opuntia ficus indica*) irrigated with treated domestic sewage, in the edaphoclimatic conditions of the Sisal Territory, in the Brazilian semiarid region. The experiment was conducted in the Instituto Federal Baiano, campus Serrinha-Ba. The experimental area consisted of ten entirely randomized blocks, with three treatments: (i) irrigated with treated domestic sewage; (ii) irrigated with rainwater; and (iii) without irrigation (rainfed). The forage palm was planted in double rows with spacing 3 x 1 x 0.5m, totaling 360 plants in the area. The irrigation system used was localized with self-compensating drippers and fixed irrigation shift, applying 0.5 liters of water per plant per week. Although the evaluation time was not sufficient to determine the efficiency of irrigation with treated domestic sewage in the cultivation of the forage palm in the Territory of Sisal, it is possible to conclude that the contribution of nutrients in the soil resulting from the use of wastewater raises attention to the need for continuous monitoring of the soil under these growing conditions.

**Key-words:** Irrigation, forage, wastewater.

## 1 INTRODUÇÃO

O uso de irrigação no cultivo de palma forrageira tem sido impulsionado nos últimos 10 anos, ganhando cada vez mais espaço no cenário agrícola do nordeste brasileiro; despertando o interesse de vários pesquisadores (Fonseca et al., 2021; Santos et al., 2020; Fonseca et al., 2019).

Considerando-se a baixa disponibilidade da água de boa qualidade para irrigação no Semiárido brasileiro, algumas pesquisas já apontam alternativas para os produtores, como o uso de águas residuais para produção de mudas de espécies madeireiras (Brito et al., 2018; Silva et al., 2015). Além da disponibilização da água, já é possível verificar também que a aplicação de efluente de esgoto tratado (EET) via irrigação tem efeito significativo sob os teores de potássio no solo cultivado. Verificou-se ainda que de maneira geral, a aplicação de EET promove incremento de produtividade na cultura (Silva Junior et al., 2019).

Estudos que avaliam o impacto ambiental em sistemas de produção agrícola advertem que o uso de efluente doméstico tratado promove aumento no rendimento energético e na sustentabilidade ambiental dos modelos de produção (Feitosa et al., 2021). Sendo assim a utilização de esgoto doméstico tratado e de águas residuais para fins agrícolas tem despontado como uma alternativa viável para aumentar a disponibilidade hídrica em regiões áridas e semiáridas. Experiência do cultivo da palma forrageira irrigada com déficit regulado utilizando águas residuais já vem demonstrando bons resultados na região sudoeste da Bahia (Souza et al., 2019).

Diante do exposto, objetivou-se com esse trabalho avaliar o cultivo da palma forrageira Gigante (*Opuntia ficus indica*) irrigada com esgoto doméstico tratado, nas condições edafoclimáticas do Território do Sisal, no Semiárido brasileiro.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental do GEPAC – Grupo de Estudos e Pesquisa em Agropecuária na Caatinga, pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, campus Serrinha; que se encontra localizado na cidade de Serrinha, Bahia.

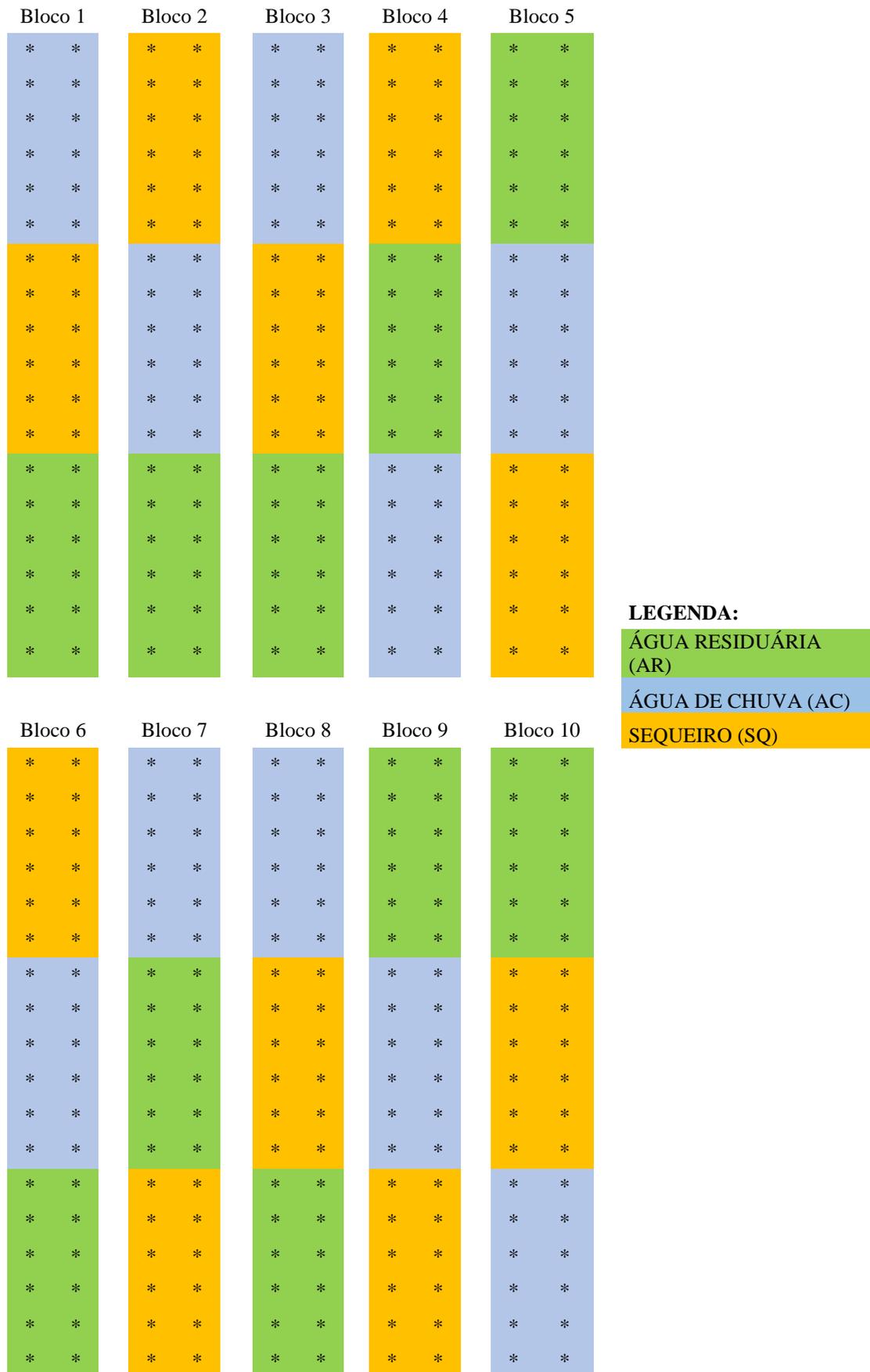
O experimento foi instalado numa área de cultivo de palma forrageira Gigante (*Opuntia ficus indica*) que encontrava-se com 12 meses de estabelecimento em campo, em regime de sequeiro. Foi realizado um corte de uniformização deixando apenas o

cladódio mãe (base). O experimento de campo foi conduzido no período de outubro de 2019 a setembro de 2020.

O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, onde avaliou-se a palma forrageira Gigante sob três sistemas de cultivo: (i) irrigado com esgoto doméstico tratado; (ii) irrigado com água de chuva; e (iii) sem irrigação (sequeiro), com 10 repetições (Figura 1). As parcelas de cultivo eram compostas de 12 plantas, sendo 36 plantas por bloco, orientados no cultivo de fileiras duplas com espaçamento 3 x 1 x 0,5m, totalizando 360 plantas na área experimental.

O sistema de Irrigação utilizado foi o localizado com gotejadores auto-compensantes, com espaçamento de 0,5 m entre os mesmos e turno de rega fixo, aplicando 0,5 litros de água por planta por semana conforme recomendado por Reis (2018). Os dados de precipitação foram coletados a partir duma estação meteorológica automática instalada no centro da área experimental.

Figura 1. Representação esquemática da distribuição dos três sistemas de cultivo da palma forrageira: Água residuária (AR), água de chuva (AC) e sequeiro (SQ) na área experimental



Foi realizada amostragem do solo, antes da aplicação dos tratamentos, para caracterização físico-química conforme metodologia da Embrapa (1999); e outra no final do experimento nas parcelas irrigadas com esgoto tratado. A área cultivada não foi adubada; o aporte de nutrientes advindo da aplicação de irrigação com esgoto tratado foi calculado a partir da diferença entre os atributos do solo irrigado com esgoto tratado em relação a condição inicial do solo no início do experimento.

As avaliações morfométricas como: altura da planta e número de cladódios, foram realizadas 360 dias após aplicação dos tratamentos. Utilizou-se uma trena para mensurar a altura da planta obtida ao nível do solo até a extremidade do artigo mais alto.

A colheita da área foi realizada aos 360 dias após aplicação dos tratamentos; com auxílio de uma faca, realizou-se um corte na junção dos cladódios de todas as plantas das parcelas úteis, preservando-se somente o cladódio “mãe” (cladódio utilizado no plantio).

Todos os cladódios colhidos na parcela foram acondicionados em caixas identificadas, e posteriormente realizou-se a pesagem, por meio de balança de capacidade máxima de 100 Kg.

A produção de matéria verde foi determinada, dividindo-se a massa total (Mg) pela área útil da parcela, em  $m^2$ , e multiplicando-se o resultado por  $10.000 m^2 ha^{-1}$ .

Os dados de produtividade da palma foram submetidos a análise de variância e comparação de médias feita pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizado o programa estatístico “Sisvar” (Ferreira, 2014).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que a utilização do esgoto tratado, causou variações nos atributos químicos do solo ao final do período experimental, refletindo em aporte de nutrientes no sistema (Tabela 1).

Observando a Tabela 1, percebe-se que houve redução da acidez potencial (H+Al), o que é condizente com a elevação do pH, mostrando que a aplicação de água residuária pode contribuir para diminuição da acidez do solo, através do aporte de cátions, principalmente potássio, cálcio e magnésio. De maneira geral, houve aumento nos teores da maioria do macro e micro nutrientes, exceto Fe.

Tabela 1. Variação dos atributos químicos do solo, antes e 360 dias após o início da irrigação com esgoto tratado

Atributos	Unidade	Análise do solo antes do início do experimento	Análise do solo no final do experimento nas parcelas irrigadas com esgoto tratado	Variação dos atributos químicos do solo
pH		4,7	5,2	0,5
Fosforo (P)	mg/dm <sup>3</sup>	0,2	0,7	0,5
Potássio (K)	mg/dm <sup>3</sup>	57,0	78,5	21,5
Sódio (Na)	mg/dm <sup>3</sup>	0,2	0,6	0,4
Calcio (Ca)	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	1,8	2,1	0,3
Magnésio (Mg)	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	1,3	1,4	0,1
Alumínio (Al)	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	0,0	0,0	0,0
H + Al	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	2,5	2,0	<b>-0,6</b>
Boro (B)	mg/dm <sup>3</sup>	0,5	0,6	0,1
Cobre (Cu)	mg/dm <sup>3</sup>	0,6	0,6	0,0
Ferro (Fe)	mg/dm <sup>3</sup>	27,0	26,7	<b>-0,3</b>
Manganês (Mn)	mg/dm <sup>3</sup>	0,6	1,1	0,5
Zinco (Zn)	mg/dm <sup>3</sup>	0,3	0,4	0,1

Souza et al. (2019), comparando a palma forrageira irrigada com água residuária de esgoto doméstico não tratado com água de boa qualidade, mostrou que a cultura extraiu, em média, 145 Kg ha<sup>-1</sup> de N, 13 Kg ha<sup>-1</sup> de P, 513 Kg ha<sup>-1</sup> de K, 488 Kg ha<sup>-1</sup> de Ca e 142 Kg ha<sup>-1</sup> de Mg. Neste contexto, nota-se assim que as águas residuárias têm, possivelmente, a capacidade para suprir as necessidades nutricionais desta cultura; tendo em vista que não foi realizada nenhum tipo de adubação na cultura

No entanto, alguns pesquisadores chamam atenção para alterações dos teores de nutrientes no solo com aplicação de águas residuárias (Souza et al., 2010; Medeiros et al., 2008), demonstrando assim, a necessidade de monitoramento contínuo do solo para evitar problemas relacionados ao balanço nutricional.

Outra observação realizada a partir da Tabela 1 é que o aumento do teor de potássio (K) foi o mais expressivo quando comparado com os outros atributos, mesmo considerando-se que este é um dos nutrientes mais extraídos pela palma forrageira. Esse resultado está em conformidade com pesquisas desenvolvidas por Silva Júnior et al. (2019) onde observaram que a aplicação de efluente de esgoto tratado (EET) via irrigação teve efeito significativo sob os teores de potássio no solo cultivado com pimentão.

Ledo et al. (2021) apresentaram a ordem de exportação de nutrientes para os cladódios de K > Ca > N > Mg > P > S, correspondente a 653,02; 552,63; 302,02; 221,57; 39,2 e 33,28 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente para produtividade média de 18,5 Mg ha<sup>-1</sup> de matéria seca de palma forrageira Gigante. Esses resultados também fortalecem e justificam estudos do uso de esgoto doméstico tratado para produção de palma forrageira.

Importante salientar que, entre os elementos químicos que foram aportados ao solo via esgoto tratado (Tabela 1), o teor do elemento sódio (Na) é um dos que devem ser mais monitorado com o tempo, uma vez que o mesmo pode interferir tanto nas qualidades químicas quanto físicas do solo. Em função do seu aumento com a aplicação de água residuária o mesmo pode causar problemas de dispersão de argilas e salinidade e ou sodicidade do solo. Varallo et al. (2010) já chamava atenção na utilização de água de reúso para fins agronômicos, visto que, esta deve ser realizada de forma racional, monitorando-se principalmente a elevação do teor do íon sódio.

Mesmo havendo aporte de nutrientes no solo em função da aplicação do esgoto tratado, e o aporte hídrico, via irrigação com água da chuva, observa-se que não houve efeito significativo para altura da planta ( $P>0,05$ ) e para o número de cladódios ( $P>0,05$ ) na palma forrageira Gigante (Tabela 2).

Tabela 2. Altura de planta e do número de cladódios em função dos distintos sistemas de produção da palma forrageira gigante

Tratamento	Altura de planta (cm)	Número de cladódios
Irigado com água pluvial	59 a	7 a
Irigado com esgoto tratado	62 a	7 a
Cultivo de sequeiro	65 a	6 a

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Considerando que a altura da planta e o número de cladódios tem efeito direto sobre a produção da palma forrageira, o padrão de resposta apresentado por essas duas variáveis reverberou na produtividade de matéria verde (Tabela 3), em que não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) dos tratamentos aplicados sobre o desempenho produtivo das plantas.

Tabela 3. Produtividade de matéria verde ( $Mg\ ha^{-1}$ ) da palma forrageira gigante em função dos distintos sistemas de produção

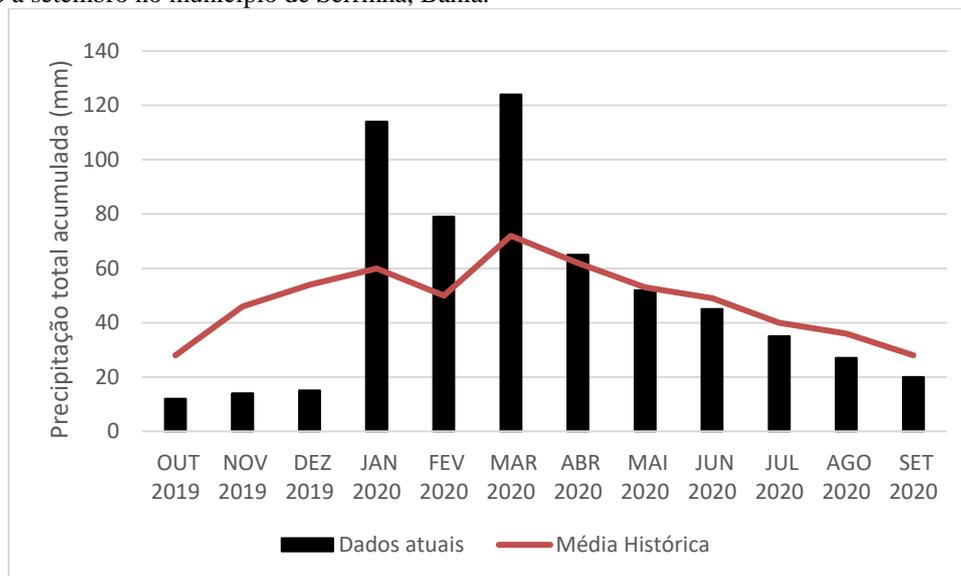
Tratamento	Produtividade de Matéria verde ( $Mg\ ha^{-1}$ )
Irigado com água pluvial	121,3 a
Irigado com esgoto tratado	100,7 a
Cultivo de Sequeiro	98,0 a

\*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que as alterações proporcionadas nos atributos químicos do solo com a aplicação de esgoto tratado (Tabela 1) não foi suficiente para promover o aumento significativo da produtividade da palma forrageira, a ponto de diferenciar as características morfométricas (altura da planta e número dos cladódios) e a produtividade da palma cultivada em sequeiro ou irrigada com água da chuva.

O efeito não significativo do uso dos sistemas irrigados em relação ao sistema de sequeiro (Tabela 3) pode ter sido mitigado em função da distribuição pluviométrica (Figura 2) ocorrida no período experimental; que foi 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.

Figura 2. Distribuição da precipitação (histórica e atual) durante o período experimental entre os meses de outubro a setembro no município de Serrinha, Bahia.



Fonte: Média histórica dos últimos 30 anos extraídos da Base de dados do Climatempo. Dados atuais oriundos da estação meteorológica local instalada na área experimental

Verificou-se ainda que os meses de janeiro, fevereiro e março de 2020 (Figura 2) apresentaram os maiores volumes de precipitação acumulados, correspondendo também, ao período em que a cultura apresentou a rebrota dos cladódios novos. Em função da boa distribuição de chuva no verão (Figura 2) quando comparado com a média histórica dos últimos 30 anos pode ter ocasionado uma maior disponibilidade de água no solo bem

como maior aporte de nutrientes para a cultura favorecendo assim todos os tratamentos testados, inclusive o do cultivo em sequeiro.

#### **4 CONCLUSÕES**

O aporte de nutrientes no solo advindo do uso da água residuária desperta atenção para a necessidade do monitoramento contínuo do solo nessas condições de cultivo.

A utilização do esgoto tratado para fins agrícola deve ser realizada de forma controlada, monitorando-se principalmente a elevação do teor do íon sódio.

O uso da irrigação em períodos atípicos do semiárido, com regime de chuvas bem distribuídas durante o ano, não proporciona um aumento significativo na produção da palma.

## REFERÊNCIAS

BRITO, R. F.; FERREIRA NETO, M.; MORAES, M. A.; DIAS, N. S.; LIRA, R. B. Use of wastewater in the production of Aroeira seedlings. *Revista Caatinga*, v.31, p.687-694, 2018.

CLIMATEMPO. 2021. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/2662/serrinha-ba>. Acesso em 10.08.2021.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999. 412 p.

FEITOSA, E. O.; LOPES, F.B.; ANDRADE, E. M.; MAGALHAES, A. C. M.; FREITAS, C. A. S. Environmental impact of different agricultural production systems. *Revista Ciência Agronômica*, v.52, p. e20196914, 2021.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*. v.38, n.2 p.109-112. 2014.

FONSECA, V. A.; RODRIGUES, C. S.; ALVARENGA, R. R.; SANOTS, D. B.; BEBE, F. V.; PINA, D. S. Yield of Gigante cactus pear cultivated under biofertilizer doses and application intervals. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v25n9p633-640, v.25, p.648, 2021.

FONSECA, V. A.; SANTOS, M. R.; SILVA, J. A.; DONATO, S. L. R.; RODRIGUES, C. S.; BRITO, C. F. B. . Morpho-physiology, yield, and water-use efficiency of *Opuntia ficus-indica* irrigated with saline water. *Acta Scientiarum Agronomy*, v.41, p.42631, 2019.

LEDO, A.A.; DONATO, S.L.R.; ASPIAZÚ, I.; SILVA, J. A. da; BRITO, C. F. B.; DONATO, P. E. R. Nutritional balance and recovery rate of macronutrients by ?Gigante? cactus pear under different fertilizations. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 25, p. 82-89, 2021.

MEDEIROS, S. de S.; SOARES, A. A.; FERREIRA, P. A.; NEVES, J. C. L.; SOUZA, J. A. A. de. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, p.109-115, 2008.

REIS, G. A. dos. Rendimento e taxa de sobrevivência da Palma Forrageira Gigante, cultivada com aplicação de água residuária. Dissertação de Mestrado - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, p. 42. 2018.

SANTOS, M. R.; DONATO, S. L. R.; COTRIM JUNIOR, P. R. F. Irrigação na Palma Forrageira. *Revista Agrotecnologia*, v.1, p.75-83, 2020.

SANTOS, M. R.; SILVA, A. J. P.; FONSECA, V. A.; CAMPOS, A. R. F.; LISBOA, M. A. Irrigação na palma forrageira. *Informe Agropecuário (Belo Horizonte)*, v.38, p.76-89, 2017.

SILVA JÚNIOR, W. R. da; SANDRI, D.; FIGUEIREDO, C. C. de; PEREIRA, R. M. Chemical attributes of soil irrigated with treated sewage effluent and cultivated with bell pepper. *Revista Ambiente e Água*, v.14, p.1. 2019.

SOUZA, J. A. A. de; BATISTA, R. O.; RAMOS, M. M.; SOARES, A. A. Alteração nas características físicas do solo decorrentes da aplicação de esgoto doméstico tratado. *Acta Scientiarum. Technology (Online)*, v.32, p.361-366, 2010.

SOUZA, J. A. A.; SANTOS, D.B.; CAMELO, T. C.; REIS, G. A.; COTRIM, C. E. Productivity and Nutrient Supply in Gigante Cactus Pear with Regulated Deficit Irrigation Using Wastewater. *Journal of Experimental Agriculture International*, v.34, p. 1-12, 2019.

VARALLO, A. C. T.; CARVALHO, L.; SANTORO, B. L.; SOUZA, C. F. Alterations in attributes of a Red-yellow Latosol irrigated with reuse water. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.4. 2010.