



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* GUANAMBI

GILIARDE ALVES DOS REIS

**RENDIMENTO E TAXA DE SOBREVIVÊNCIA DA PALMA FORRAGEIRA
GIGANTE, CULTIVADA COM APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA**

**GUANAMBI
BAHIA – BRASIL
2018**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL BAIANO *CAMPUS* GUANAMBI

GILIARDE ALVES DOS REIS

**RENDIMENTO E TAXA DE SOBREVIVÊNCIA DA PALMA FORRAGEIRA
GIGANTE, CULTIVADA COM APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido, para obtenção do título de Mestre Profissional.

**GUANAMBI
BAHIA – BRASIL
2018**

Catálogo: Roberta Pinheiro Ferraz - CRB-5/1596,
IF Baiano, Campus Guanambi.

R375r Reis, Giliarde Alves dos

Rendimento e taxa de sobrevivência da palma forrageira gigante, cultivada com aplicação de água residuária / Giliarde Alves dos Reis.-- Guanambi, Ba., 2018.

43f.: il.

Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Guanambi, 2018.

Orientador: Delfran Batista dos Santos.

Coorientadores: João Abel da Silva; José Alberto Alves de Souza.

1. Palma forrageira. 2. Irrigação. 3. Semiárido baiano. I. Título.

CDU: 633.3



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO



**TERMO DE APROVAÇÃO
DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

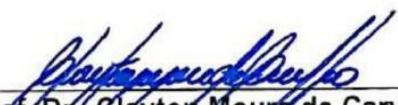
**RENDIMENTO E TAXA DE SOBREVIVÊNCIA DA PALMA FORRAGEIRA
GIGANTE, CULTIVADA COM APLICAÇÃO DE ÁGUA RESIDUÁRIA**

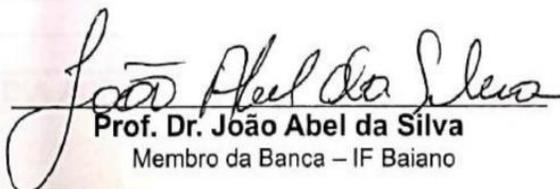
por

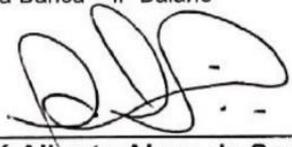
GILIARDE ALVES DOS REIS

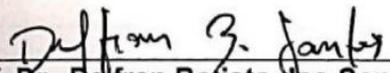
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado às 08 horas 00 min. do dia 30 de outubro de 2018 como requisito para a conclusão do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – *Campus Guanambi*. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:


Prof. Dr. Clayton Moura de Carvalho
Membro da Banca – IF Baiano


Prof. Dr. João Abel da Silva
Membro da Banca – IF Baiano


Prof. Dr. José Alberto Alves de Souza
Membro da Banca – IF Baiano


Prof. Dr. Delfran Batista dos Santos
Orientador – IF Baiano

AGRADECIMENTOS

À Deus criador dos céus e da terra, aquele que nos concede a vida, guiando-nos, em momentos difíceis, intuindo a fé, a perseverança, para galgar os sonhos idealizados. Sei que tu foste fiel.

Aos meus pais, Jorge Alves dos Reis e Neuza Maria Inez dos Reis, mesmo distante, mas sempre presente em pensamentos, orações e palavras de conforto, as minhas irmãs, cunhados e sobrinhos, obrigado pelo apoio.

A minha esposa Thaís Reis Martins, pela compreensão e acalento nas horas difíceis, te amo. Sem você, nossos sonhos não seriam possíveis.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano - *campus* Guanambi, por proporcionar a possibilidade de cursar o mestrado.

Ao meu orientador, o professor Delfran pelas contribuições, orientações, confiança e apoio cedido durante o mestrado.

Aos Professores João Abel e José Alberto pela cooperação como coorientadores.

A todos os docentes do Programa de Mestrado Profissional que transmitiram e de alguma forma cooperaram para a minha formação pessoal e acadêmica.

Aos colegas de curso, que durante os períodos de aulas contribuíram de forma ímpar, com amizade e companheirismo.

A todas as pessoas que, de alguma forma contribuíram para o alcance deste objetivo e minha formação profissional.

Obrigado!

BIOGRAFIA

GILIARDE ALVES DOS REIS, natural de Itabirinha – MG, iniciou o curso de graduação Bacharelado em Engenharia Agrônômica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *campus* Guanambi em 2011. Em março de 2016, concluiu a graduação. Se tornou especialista em Georreferenciamento de Imóveis Rurais pela Pontifícia Universidade Católica – PUC Goiás em 2017. Em abril de 2016, ingressou no Curso de Mestrado Profissional *Stricto Sensu* em Produção Vegetal no Semiárido, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *campus* Guanambi, concluindo o curso em outubro de 2018.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
2.1 Descrição das condições experimentais	12
2.2. Tratamentos e delineamento experimental.....	13
2.3. Implantação e condução do experimento	14
2.4. Variáveis analisadas	18
2.4.1. Características morfológicas.....	18
2.4.1.2. Altura de plantas (ALP), largura de cladódio (LCL), comprimento de cladódio (CCL) e Número de Cladódios (NCL)	18
2.4.1.3 Área dos cladódios (ACL) e Índice de área dos cladódios (IAC)	19
2.4.1.4 Número de plantas mortas (NPM).....	20
2.4.2. Características produtivas.....	21
2.4.2.1 Produção de Massa Verde (PMV).....	21
2.4.2.2 Produção de matéria seca (PMS).....	21
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4. CONCLUSÃO.....	40
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

RESUMO

REIS, Giliarde Alves. Me. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano *campus* Guanambi, outubro de 2018. **Rendimento e taxa de sobrevivência da palma forrageira gigante, cultivada com aplicação de água residuária.** Orientador: Delfran Batista dos Santos. Coorientadores: João Abel da Silva, José Alberto Alves de Souza.

Com a instabilidade hídrica do semiárido, o homem do campo enfrenta restrições na produção de forragens nos períodos de secas prolongadas; nessa perspectiva, a palma forrageira, por ser uma planta xerófila e suportar prolongados períodos de estiagem, pode se tornar uma alternativa viável. Diante desse contexto, objetivou-se avaliar o rendimento e a taxa de sobrevivência da palma forrageira Gigante (*Opuntia ficus indica*) cultivada com aplicação de água residuária, nas condições edafoclimáticas do semiárido baiano. O experimento foi realizado no setor de agricultura do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano *campus* Guanambi, localizado no Município de Guanambi, Bahia, no período compreendido entre outubro de 2015 a agosto de 2017. O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados, com seis tratamentos e cinco repetições: (T1) sem adubação orgânica e sem irrigação (SA_SI); (T2) sem adubação orgânica e irrigação com água residuária, aplicando 0,6 L planta⁻¹ semana⁻¹ (AR0,6); (T3) sem adubação orgânica e irrigação com água residuária, aplicando 1,2 L planta⁻¹ semana⁻¹ (AR1,2); (T4) sem adubação orgânica e irrigação com água residuária aplicando 1,2 L planta⁻¹ semana⁻¹, fraccionada em duas aplicações semanais (AR1,2/2); (T5) com adubação orgânica aplicando 60 Mg ha⁻¹ de esterco bovino, antes do plantio e irrigação com água de poço 1,2 L planta⁻¹ semana⁻¹ (AP1,2); e (T6) com adubação orgânica aplicando 60 Mg ha⁻¹ de esterco bovino, antes do plantio e sem irrigação (CA_SI); totalizando 30 unidades experimentais. Em razão dos resultados, pode-se concluir que: (i) a aplicação de água residuária aumentou a produtividade da palma forrageira gigante (*Opuntia ficus indica*) quando comparado com o cultivo de sequeiro; e (iii) a aplicação de 0,6 L planta⁻¹ semana⁻¹ foi suficiente para aumentar a taxa de sobrevivência da palma forrageira gigante (*Opuntia ficus indica*) em condições de estiagem prolongada.

Palavras-chave: *Opuntia ficus indica*, semiárido, produção, pecuária, irrigação

ABSTRACT

REIS, Giliarde Alves. Me. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano *Campus* Guanambi, October 2018. **Yield and survival rate of giant forage palm cultivated with wastewater application.** Adviser: Delfran Batista dos Santos. Co-advisers: João Abel da Silva, José Alberto Alves de Souza.

With the water instability of the semi-arid, the man of the field faces constraints in the production of fodder in the periods of prolonged droughts; from this perspective, the forage palm, being a xerophytic plant and enduring prolonged periods of drought, can become a viable alternative. The objective of this study was to evaluate the yield and survival rate of the giant forage palm (*Opuntia ficus indica*) cultivated with the application of wastewater under the edaphoclimatic conditions of Guanambi, Bahia. The experiment was carried out in the agricultural sector of the Federal Institute of Education Science and Technology Baiano Guanambi campus, located in the municipality of Guanambi, Bahia, between October 2015 and August 2017. The experiment was installed in a randomized complete block design, with six treatments and five replicates: (T1) without organic fertilization and without irrigation (SA_SI); (T2) without organic fertilization and irrigation with wastewater applying 0,6 L plant⁻¹ week⁻¹ (AR0,6); (T3) without organic fertilization and irrigation with wastewater applying 1,2 L plant⁻¹ week⁻¹ (AR1,2); (T4) without organic fertilization and irrigation with residual water applying 1,2 L plant⁻¹ week⁻¹, divided in two weekly applications (AR1,2/2); (T5) with organic fertilization by applying 60 Mg ha⁻¹ of bovine manure, before planting and irrigation with well water 1,2 L plant⁻¹ week⁻¹ (AP1,2); and (T6) with organic fertilization applying 60 Mg ha⁻¹ of bovine manure, before planting and without irrigation (CA_SI); totaling 30 experimental units. According to the results, it can be concluded that: (i) the application of wastewater increases the yield of the giant forage palm (*Opuntia ficus indica*) when compared to the rainfed crop; (ii) the application of wastewater becomes another alternative, as a management method in the cultivation of giant forage palm (*Opuntia ficus indica*); and (iii) the application of 0,6 liters of water once a week is sufficient to increase the survival rate of the giant forage palm (*Opuntia ficus indica*) under prolonged drought conditions.

Key words: *Opuntia ficus indica*, semiarid, production, livestock, irrigation

1. INTRODUÇÃO

A região do Semiárido Brasileiro, atualmente, abrange uma extensão territorial de 1.128.697 km², incluindo 1.262 municípios de dez Estados Brasileiros (SUDENE, 2017), compreendendo áreas dos nove estados da Região Nordeste e parte do norte do Estado de Minas Gerais. Sua extensão representa 12% do território brasileiro e 60% da região Nordeste, com uma população estimada em 27.870.241 habitantes (SUDENE, 2018) e, desses, aproximadamente 40% estão em área rural.

Essa região tem regime pluviométrico marcado por chuvas escassas e irregulares, seja na distribuição espacial ou temporal, por vezes concentrando grandes volumes em curto período de tempo, com escassez por longos períodos. Esse regime hídrico cria dificuldades na produção e disponibilização de forragens para alimentação dos animais no período das secas (CORREIA et al., 2010).

Nesse cenário a agricultura e a pecuária são bastante afetadas pelos períodos prolongados de estiagem que ocorrem, mesmo em anos em que o índice pluviométrico é próximo ou acima da média, devido a sua distribuição irregular durante o ano. As condições adversas acabam limitando as práticas agrícolas, tornando assim a atividade da pecuária como principal fonte geradora de renda nessa região.

A concepção de novas técnicas e inovações tecnológicas, que contribuam para a transformação desta realidade, se tornam indispensáveis. Neste sentido, faz-se necessária a introdução e a exploração de culturas mais apropriadas e aptas às condições adversas como: baixa fertilidade dos solos; falta de água; e elevadas temperaturas.

As culturas adaptadas ao semiárido podem ser caracterizadas como de fácil manejo, baixa exigência de insumos, que tenham longevidade, e forneçam forragem e alimento durante boa parte do ano. Esse fato impulsiona e justifica a realização de pesquisas com o objetivo de encontrar fontes alternativas para viabilizar e impulsionar o desenvolvimento dessa região.

Neste contexto, a palma forrageira surge como uma alternativa, por ser uma planta xerófita, que possui características fisiológicas que possibilitam um melhor aproveitamento da água, sendo bem adaptada às condições adversas do semiárido e amplamente utilizada na alimentação dos rebanhos nordestinos.

Um dos fatores que limita a produtividade bem como a taxa de sobrevivência da

palma numa área recém implantada está associada a escassez ou falta de chuva, seja ela por seu volume pequeno ou por consequência da má distribuição. Uma das alternativas para a mudança deste quadro seria a aplicação de água, via sistema de irrigação (ROCHA, 2016).

Considerando que a água de boa qualidade no semiárido é escassa e deverá ser utilizada, preferencialmente, para abastecimento doméstico e humano, é que surge a possibilidade de utilização das águas residuárias para alavancar os índices de produção e solucionar um problema social e ambiental das famílias e comunidades rurais.

Outro fator importante, é que, as águas residuárias são fonte alternativas de nutrientes, a exemplo do nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio e magnésio (MEDEIROS et al. 2011), substituindo assim a necessidade de adubos químicos e reduzindo o aporte de adubo orgânico, às vezes muito escasso nessa região.

Assim sendo, o objetivo desse trabalho foi avaliar o rendimento e a taxa de sobrevivência da palma forrageira gigante (*Opuntia ficus indica*), cultivada com aplicação de água residuária, no semiárido baiano.

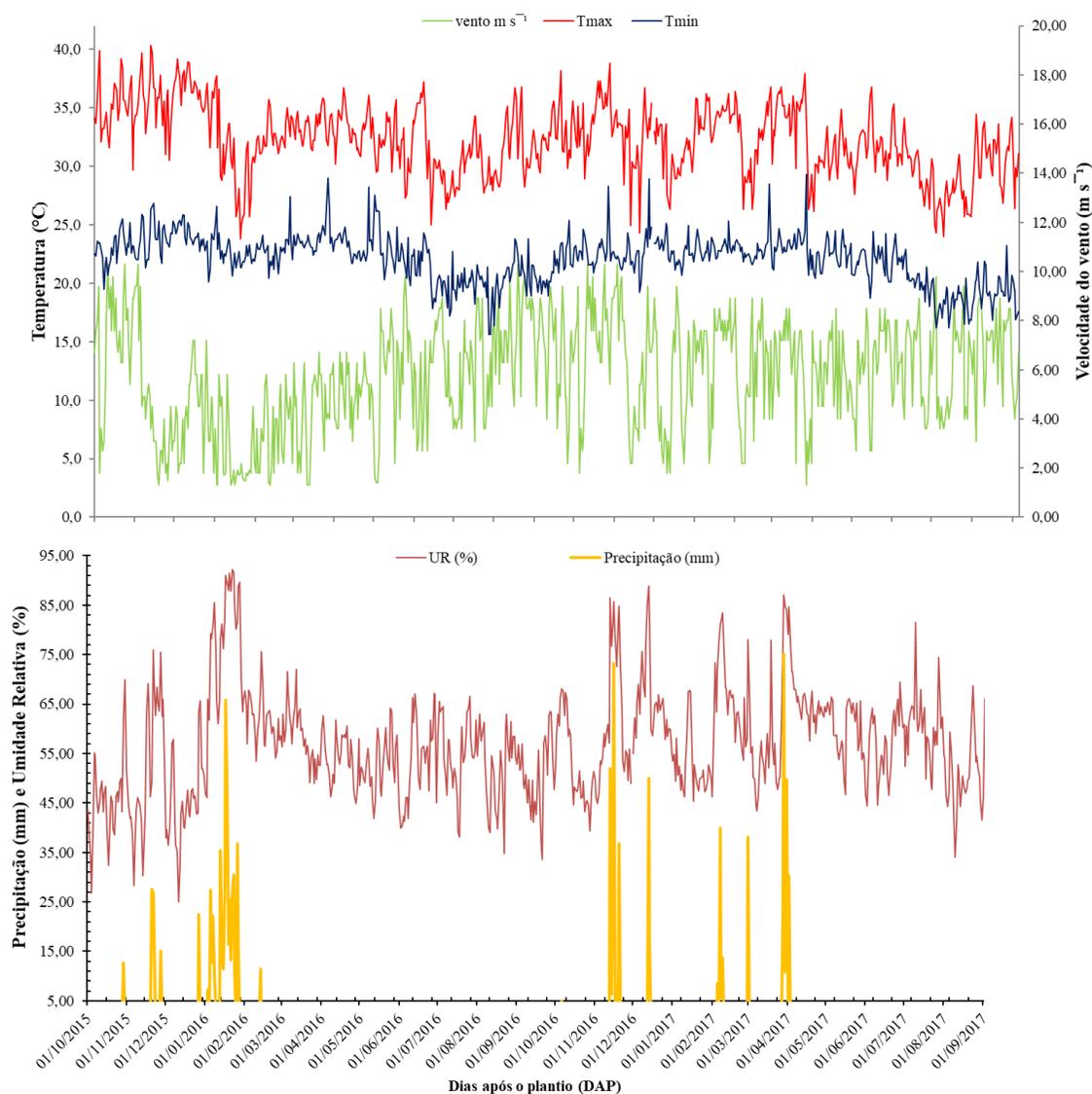
2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição das condições experimentais

O experimento foi conduzido na área experimental do setor de agricultura do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano *campus* Guanambi, localizado no Distrito de Ceraíma, no Município de Guanambi, Micro Região da Serra Geral, Sudoeste da Bahia, com Latitude 14° 17' 41" Sul, Longitude 42° 41' 38" Oeste de Greenwich na área central do experimento, Altitude 546 m. O clima predominante na região é o semiárido, com precipitação média anual igual a 680 mm e temperatura média igual a 26° C.

A cultura utilizada no experimento foi a palma (*Opuntia ficus indica*), cultivar Gigante. O experimento foi conduzido no período compreendido entre outubro de 2015 a agosto de 2017, o solo da área de plantio foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo de textura franco argilo arenoso (EMBRAPA, 1999), cuja caracterização físico-química foi realizada antes da implantação, através de amostragens do solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, cujos resultados foram respectivamente: pH (H₂O) = (5,7 e 5,3); P = (23,5 e 5,8 mg dm⁻³); K⁺ = (108,0 e 104,0 mg dm⁻³) e Na⁺ = (0,1 e 0,1 cmol_c dm⁻³) (Mehlich⁻¹); Ca²⁺ = (1,4 e 1,2 cmol_c dm⁻³); Mg²⁺ = (0,6 e 0,4 cmol_c dm⁻³) e Al³⁺ = (0,0 e 0,0 cmol_c dm⁻³) (KCl 1 mol L⁻¹); H + Al = (1,7 e 1,5 cmol_c dm⁻³) (acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0); SB = (2,4 e 1,9 cmol_c dm⁻³); t = (2,4 e 1,9 cmol_c dm⁻³); T = (4,1 e 3,5 cmol_c dm⁻³); V = (58% e 56%); m = (0,0% e 0,0%); B = (0,3 e 0,2 mg dm⁻³); Cu = (0,4 e 0,2 mg dm⁻³); Fe = (16,0 e 17,9 mg dm⁻³); Mn = (32,5 e 21,8 mg dm⁻³); Zn = (2,1 e 1,2 mg dm⁻³); CE = (0,7 e 0,8 dS m⁻¹). Neste período, os principais parâmetros climáticos foram monitorados e obtidos a partir de uma estação meteorológica instalada próxima da área experimental (Figura 1).

Figura 1. Dados meteorológicos da estação automática do IF Baiano - *campus* Guanambi, entre outubro de 2015 e setembro de 2017.



Fonte: do Autor, 2018. Vento ms⁻¹: velocidade do vento ms⁻¹; Tmax: Temperatura máxima; Tmin: Temperatura mínima; UR%: Umidade relativa do ar; Precipitação (mm).

2. 2. Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e cinco repetições.

Os tratamentos foram os seguintes:

- T1: sem adubação orgânica e sem irrigação (SA_SI);
- T2: sem adubação orgânica e irrigação com água residuária aplicando 0,6 L planta⁻¹ semana⁻¹

¹ (AR0,6);

- T3: sem adubação orgânica e irrigação com água residuária aplicando 1,2 L planta⁻¹ semana⁻¹

¹ (AR1,2);

- T4: sem adubação orgânica e irrigação com água residuária aplicando 1,2 L planta⁻¹ semana⁻¹,

fraccionada em duas aplicações semanais (AR1,2/2);

- T5: com adubação orgânica aplicando 60 Mg ha⁻¹ de esterco bovino, antes do plantio e irrigação com água de poço 1,2 L planta⁻¹ semana⁻¹ (AP1,2); e

- T6: com adubação orgânica aplicando 60 Mg ha⁻¹ de esterco bovino, antes do plantio e sem irrigação (CA_SI).

Cada unidade experimental foi constituída de três fileiras de plantas com 6 m de comprimento, em que as plantas úteis foram localizadas nas três fileiras e nos 4 metros centrais, com área útil igual a 20 m², totalizando 30 unidades experimentais com uma população de 30.000 plantas ha⁻¹.

2. 3. Implantação e condução do experimento

O plantio da palma (*Opuntia ficus indica*) cultivar Gigante foi realizado entre os dias 18 a 24 de outubro de 2015 e conduzida durante um ciclo de produção entre outubro de 2015 e agosto de 2017. O preparo da área para implantação da cultura foi realizado com arado, grade niveladora e sulcador. Os sulcos de plantio foram feitos a uma profundidade de 20 a 30 cm, onde foram acomodados os cladódios. O espaçamento utilizado foi de 0,20 m entre plantas e 1 m entre fileiras, dispostas em fileiras triplas, separadas por um carreador com 3,0 m de largura. As mudas de palma gigante foram obtidas no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano (IF Baiano) - *Campus* de Guanambi, com peso aproximado de 1,0 kg, livre de pragas e doenças. Após o corte e seleção no campo, as mudas foram colocadas em repouso, à sombra, por um período de quinze dias, para cicatrização dos ferimentos feitos no processo de colheita, as quais após período de cura foram plantadas por meio do auxílio de um gabarito conforme Donato (2011).

Os tratamentos AP1,2 e CA_SI receberam adubação orgânica de fundação, com aplicação de 60 Mg ha⁻¹ de esterco bovino no plantio. Os tratamentos AR0,6, AR1,2 e AR1,2/2 receberam água residuária, com aplicação semanal, utilizando um sistema de irrigação por gotejamento.

A água residuária usada no experimento foi captada na lagoa de estabilização do *Campus*, armazenada em uma caixa de fibra de vidro de 5.000 L, para sedimentação durante 24 horas e posterior aplicação. A água aplicada no tratamento AP1,2 é oriunda de aquífero confinado, captada através de um poço tubular instalado no *campus*, e era armazenada em uma caixa de 500 L e, posteriormente, aplicada semanalmente através de um sistema de irrigação por gotejamento. Ambos os sistemas de irrigação por gotejamento dispunham de: filtro de tela plástico de 1", marca irritec; bomba submersa vibratória para poço marca Anauger 900 5G, com 450 W de potência e saída de 1", além das linhas de derivação e linhas laterais.

O sistema de irrigação com água residuária tinha quatro linhas de derivação e o sistema com água de poço tinha uma linha de derivação, todas constituídas de tubo PVC com diâmetro de 32 mm (DN 32 PN 40). As linhas laterais eram tubos gotejadores de 16 mm, da marca Netafim, modelo Dripnet Pc - As 16150, com vazão nominal igual a 1,5 L h⁻¹, e pressão de serviço igual a 150 KPa, espaçados em 0,5 m. Esse espaçamento permitiu formar uma faixa molhada com largura igual a 0,5 m ao longo da linha de plantio; essa largura, dividida pela largura média representada por cada linha de plantio (1,67 m), configurou uma porcentagem de área molhada igual a 30%.

As aplicações de água residuária e água de poço iniciaram-se 155 dias após o plantio das mudas (raquetes), interrompendo as aplicações apenas durante o período chuvoso. Durante a condução do experimento foram realizadas 4 (quatro) avaliações para determinar o coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD), a vazão média dos gotejadores (q) e a lâmina média semanal aplicada (L).

A avaliação do sistema de irrigação por gotejamento foi realizada segundo a metodologia de Cunha et al. (2014), com auxílio de coletores pluviométricos; a vazão foi determinada em todos os gotejadores, com um tempo médio de coleta igual a 3 minutos. Os volumes coletados foram mensurados por meio de uma proveta de 250 mL, onde foi possível determinar a vazão média dos gotejadores de cada tratamento, através da Equação 1.

$$q = \frac{V}{T} \quad (1)$$

Em que:

q - Vazão dos gotejadores, em $L s^{-1}$;

V – Volume coletado, em L;

T - Tempo, em s.

O cálculo da lâmina média levou em consideração a vazão média do gotejador em cada tratamento, dividida pela área molhada do emissor ($0,25 m^2$).

Os valores mensurados de coeficiente de uniformidade de distribuição de água (CUD), foram determinados pela metodologia proposta por Criddle et al. (1956) e classificados a partir dos parâmetros propostos por Mantovani (2001), conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Interpretação dos valores do coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), de acordo com a classificação proposta por Mantovani (2001)

CLASSIFICAÇÃO	CUD%
Excelente	> 84
Bom	68 -84
Razoável	52 – 68
Ruim	36 – 52
Inaceitável	< 36

Fonte: adaptado de Mantovani, 2001.

Com a lâmina média aplicada nos tratamentos irrigados, foi possível determinar o balanço hídrico da cultura (BHC), pelo método do Balanço Hídrico Climatológico proposto por Thornthwaite e Mather (1955). Para isso, considerou-se o Coeficiente de Cultura (Kc) igual a 0,5, conforme Consoli et al. (2013). A Capacidade Total de Armazenamento de Água do Solo (CTA) foi igual a 54 mm, calculada com base na Capacidade de Campo (CC = 14%), no Ponto de Murcha Permanente (PMP = 6%), na densidade do solo ($D_s = 1,36$) e na Profundidade do Sistema Radicular ($Z = 50$ cm).

Realizou-se o cálculo do coeficiente de variação da vazão ($CV_q\%$) para todos os tratamentos, conforme equação 2.

$$CV_q = \frac{S}{q_m} \quad (2)$$

Em que:

CVq - Coeficiente de variação de vazão;

S - Desvio-padrão da amostra;

qm - Vazão média da amostra, L h⁻¹

Foram coletadas 05 (cinco) amostras das águas residuárias, as quais foram integradas em uma amostra média, para análise em laboratório, para quantificação dos teores de nutrientes, determinação do pH e da condutividade elétrica. A água residuária (AR) e a água de poço (AP) utilizada, apresentaram medidas de pH iguais a 7,1 e 6,8; e condutividade elétrica iguais a 1,0 e 2,9 dS m⁻¹, respectivamente. Os teores médios de macro e micronutrientes presentes na AR, na água do poço (AP) e no esterco bovino (EB) estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Teores de macro e micronutrientes presentes na água residuária (AR), na água do poço (AP) e no esterco bovino (EB)

Parâmetro	AR	AP	EB
	mg L ⁻¹	mg L ⁻¹	mg Kg ⁻¹
Nitrogênio (N)	7,98	-	5200,00
Fósforo total (P)	4,70	-	4700,00
Potássio (K)	85,60	0,31	2500,00
Enxofre (S)	-	-	2300,00
Cálcio (Ca)	200,0	6,43	1700,00
Magnésio (Mg)	30,0	4,38	200,00
Cobre (Cu)	0,006	-	45,20
Ferro (Fe)	4,60	-	1932,40
Manganês (Mn)	0,002	-	391,80
Zinco (Zn)	0,002	-	200,50
Sódio (Na)	338,40	12,03	-

Fonte: do autor, 2018.

Durante a condução do experimento foram realizados tratos culturais (capinas e aplicação de defensivos), afim de proporcionar condições ideais ao desenvolvimento da cultura. O controle de plantas invasoras foi realizado conforme o recomendado por Donato (2011).

2.4. Variáveis analisadas

2.4.1. Características morfológicas

Durante o experimento, foram realizadas cinco avaliações dos parâmetros morfométricos da cultura: aos 280; 365; 490; 580; e 640 dias após o plantio (DAP). Foram avaliados: altura da planta (ALP); número de cladódios (NCL); comprimento de cladódio (CCL); largura de cladódio (LCL); área foliar de cladódio (AFC); e índice de área de cladódios (IAC). Adicionalmente, foram determinados o número de plantas mortas (NPM). Para realização das medições, foram escolhidas 06 (seis) plantas, ao acaso, de cada parcela útil, a qual continha um total de 60 plantas.

2.4.1.2. Altura de plantas (ALP), largura de cladódio (LCL), comprimento de cladódio (CCL) e Número de Cladódios (NCL)

Para determinação da ALP, da LCL e do CCL, foi utilizada trena milimetrada. O número de cladódios foi contabilizado a partir do cladódio mãe, sendo considerados todos os cladódios existentes na planta. Na medição da altura da planta considerou-se a distância desde o solo até a extremidade do artigo mais alto, conforme Figura 2.

Figura 2. Determinação de altura da planta de palma forrageira ‘Gigante’. IF Baiano - Campus Guanambi, 2015 - 2017.

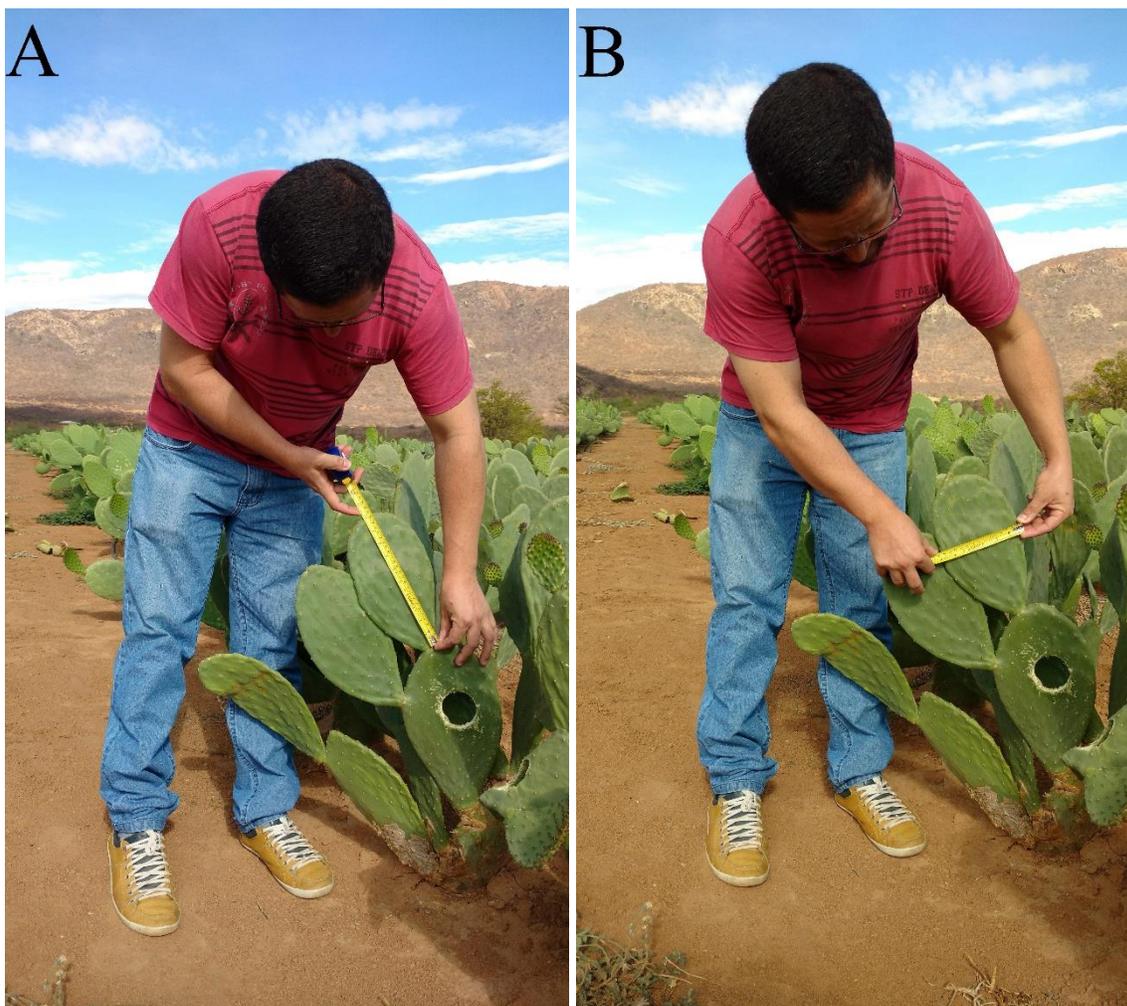


Fonte: do autor, 2018.

Na determinação do comprimento (Figura 3A) e da largura (Figura 3B) dos cladódios,

foi considerada a região de maior valor. Foram mensurados todos os cladódios das plantas avaliadas.

Figura 3. Determinação do comprimento (A) e largura (B) do cladódio de palma forrageira ‘Gigante’. IF Baiano - *Campus Guanambi*, 2015 - 2017.



Fonte: do autor, 2018.

2. 4. 1. 3 Área dos cladódios (ACL) e Índice de área dos cladódios (IAC)

Foi determinada a área dos cladódios através da metodologia descrita por Pinto et al. (2002), conforme equação 3.

$$ACL = CCL \times LCL \times 0,693 \quad (3)$$

em que,

ACL é a área do cladódio (cm²)

CCL é o comprimento do cladódio (cm);

LCL é a largura do cladódio; e

0,693 é o fator de correção, em razão da forma de elipsoidal do cladódio.

Posteriormente, somou-se a área de todos os cladódios e multiplicou-se o resultado por dois, uma vez que deve se considerar os dois lados do cladódio, para se obter a área total dos cladódios da planta, em cm^2 . Posteriormente, o valor obtido foi dividido por 10.000 para se obter a área em m^2 . O IAC é obtido, dividindo-se esta área total pela área ocupada pela planta no solo, em m^2 , determinando-se dessa maneira a área fotossinteticamente ativa da planta, em m^2 de área de cladódio m^{-2} de solo.

2. 4. 1. 4 Número de plantas mortas (NPM)

Para determinação do número de plantas mortas (NPM), foram contabilizadas todas as plantas que não se encontravam em condições de reestabelecimento das estruturas físicas, conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4. Plantas de palma forrageira ‘Gigante’ mortas. IF Baiano - *Campus* Guanambi, 2015 - 2017.



Fonte: do autor, 2018.

2. 4. 2. Características produtivas

2. 4. 2. 1 Produção de Massa Verde (PMV)

A colheita da palma se deu aos 640 dias após o plantio, com auxílio de uma faca, realizando-se um corte na junção dos cladódios de todas as plantas da parcela útil, preservando-se somente o cladódio “mãe” (cladódio utilizado no plantio). Todos os cladódios colhidos na parcela foram acondicionados em caixas identificadas, para realização da pesagem, por meio de balança mecânica de capacidade máxima de 300 Kg. A PMV (Mg ha^{-1}) foi determinada, dividindo-se a massa total (Mg) pela área útil da parcela, em m^2 , e multiplicando-se o resultado por $10.000 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$.

2. 4. 2. 2 Produção de matéria seca (PMS)

Para determinação da produção de matéria seca, foram colhidas, com o auxílio de uma serra copo (5,00 cm de diâmetro por 4,00 cm de profundidade) acoplada a uma furadeira movida à bateria, conforme Figura 5. Foram colhidas entre 25 e 30 amostras por tratamento. A massa total das amostras em cada tratamento variou entre 1.500 e 2.000 g (DONATO, 2011).

Figura 5. Coleta de amostra para determinação de matéria seca de palma forrageira ‘Gigante’. IF Baiano - *Campus Guanambi*, 2015 - 2017.



Fonte: do autor, 2018.

Estas amostras foram secas em estufa de ventilação forçada, a $65 \text{ }^\circ\text{C}$, por 72 horas.

De acordo com a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2009), foram determinados os teores de matéria seca, em porcentagem (MS%). A PMS foi calculada conforme a Equação 4.

$$PMS = \frac{(PMV \times MS\%)}{100} \quad (4)$$

Em que,

PMS = Produção de massa seca, em Mg ha⁻¹;

PMV = Produção de massa verde, em Mg ha⁻¹;

MS% = Teor de matéria seca, em porcentagem.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk e homogeneidade de Bartlett. Posteriormente, foi feita a análise de variância. Após constatar-se a normalidade e a homocedasticidade em todos os tratamentos, as médias foram agrupadas utilizando-se o teste de Scott Knott. Foi adotado o nível de significância de 5% em todas as variáveis analisadas, exceto para a PMS, onde adotou-se 10% de probabilidade para atender à dinâmica de produção, onde os fatores que podem influenciar o desenvolvimento da lavoura são diversos e incontroláveis, possibilitando a ocorrência de erros tipo II, decorrente de maior rigor no teste para identificação de diferenças significativas entre tratamentos (FERREIRA, 2011). Para realizar a análise estatística utilizou-se o programa estatístico “Sisvar” (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 são apresentadas as vazões médias dos gotejadores (q), o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), as lâminas médias semanais aplicadas (L) e o coeficiente de variação de vazão ($CV_q\%$), por tratamento, nos 18 meses de irrigação.

Tabela 3: Vazão média dos gotejadores (q), Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), lâminas médias semanais aplicadas (L) e coeficiente de variação da vazão ($CV_q\%$), por tratamento, nas datas 15/05/2016, 18/07/2016, 20/01/2017 e 22/05/2017

Tratamento	q (L h ⁻¹)	CUD (%)	L (mm)	CV_q %
AR0,6	1,49	95	5,98	5,29
AR1,2	1,44	94	11,53	5,19
AR1,2/2	1,44	94	11,53	7,66
AP1,2	1,47	93	11,76	6,84

Fonte: do autor, 2018.

O $CV_q\%$ variou entre 5,19 a 6,84, valores esses inferiores a 10%, atendendo aos limites estabelecidos pela ASAE (1996). A uniformidade de distribuição de água dos sistemas de irrigação foi classificada como excelente, de acordo com os valores de CUD obtidos, conforme a classificação proposta por Mantovani (2001) (Tabela 1). Macan et al. (2017), em estudos realizados com efluentes de laticínios, tratados por processo biológico, com a cultura da beterraba, encontraram valores de CUD superiores a 96%. Entretanto, ao longo do tempo, houve diminuição desses valores. Nascimento et al. (2017) afirmam que, sistemas de irrigação onde há desuniformidade de aplicação de água, acabam proporcionando excesso em parte da área cultivada e carência em outras, reduzindo assim a disponibilidade de água à cultura e, como consequência, o aumento no custo de produção.

A determinação do CUD é importante, pois permite uma avaliação mais rigorosa do sistema de irrigação e a adoção de medidas que visem a manutenção de alta uniformidade de distribuição de água, gerando menos impacto negativo nas plantas que recebem um menor volume de água.

Observa-se, na Tabela 4, o resumo do balanço hídrico da cultura (BHC) da palma forrageira ‘Gigante’ em todos os tratamentos, referentes ao período compreendido entre janeiro de 2016 a agosto de 2017.

Tabela 4: Resumo do Balanço Hídrico da Cultura (BHC) em todos os tratamentos, referentes ao período compreendido entre janeiro de 2016 a agosto de 2017

Tratamento	ET ₀ (mm)	K _c	ET _{pc} (mm)	P (mm)	I+P- ET _{pc} (mm)	ET _c (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)	I (mm)	ET _c / ET _{pc}
SA_SI					864	383	1094	285	0	0,26
AR0,6					481	746	732	305	383	0,50
AR1,2	2954	0,50	1477	614	126	1070	407	333	738	0,72
AR1,2/2					126	1070	407	333	738	0,72
AP1,2					111	1083	394	335	753	0,73
CA_SI					864	383	1094	285	0	0,26

Fonte: do autor, 2018. **ET₀:** Evapotranspiração de referência; **K_c:** Coeficiente de cultura; **ET_{pc}:** Evapotranspiração potencial de cultura; **P:** Precipitação pluviométrica; **ET_c:** Evapotranspiração real da cultura; **DEF:** Déficit hídrico; **EXC:** Excedente hídrico; **I:** Irrigação aplicada.

Os valores observados na Tabela 4, referentes à evapotranspiração de referência (ET₀), à precipitação pluviométrica (P), à evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}), comuns a todos os tratamentos e, principalmente, à evapotranspiração real da cultura (ET_c) e ao déficit hídrico (DEF), diferentes entre os tratamentos, nos possibilita algumas análises sobre o comportamento da cultura.

Verifica-se na Tabela 4 que os tratamentos SA_SI e CA_SI foram os que apresentaram os maiores déficits hídricos, iguais a 1094 mm, seguidos do AR0,6 igual a 732 mm, AR1,2 e AR1,2/2, ambos com déficit igual a 407 mm e, com um déficit hídrico menor, 394 mm, o AP1,2. A evapotranspiração está diretamente ligada à produção das plantas, uma vez havendo déficit hídrico, isto se reflete diretamente na produção das culturas. A água evapotranspirada pela planta é responsável por vários processos dentro das suas células, além de ser responsável no transporte de nutrientes disponíveis no solo.

Observa-se ainda Tabela 4, que o déficit hídrico nas plantas dos tratamentos SA_SI e CA_SI foram equivalentes a 74% da ET_{pc}, ou seja, do que a cultura poderia transpirar. Essa transpiração que não ocorreu afetou negativamente a produtividade nesses tratamentos. Nas plantas do tratamento AR0,6 ocorreu um déficit hídrico igual a 50%, e nas plantas dos tratamentos AR1,2 e AR1,2/2 ocorreram déficit hídrico igual a 28% e nas plantas do tratamento AP1,2 ocorreu 27% de déficit hídrico.

Apresenta-se na Tabela 5, o resumo da análise de variância, com os respectivos quadrados médios, para as seguintes características morfológicas: ALT; NCL; CCL; LCL; IAC; e NPM da palma forrageira ‘Gigante’.

Tabela 5: Resumo da análise de variância com, os respectivos quadrados médios para a altura da planta (ALT); número de cladódios (NCL); comprimento de cladódios (CCL); largura de cladódios (LCL); índice área de cladódios (IAC) e número de plantas mortas (NPM), da palma forrageira ‘Gigante’, no período de 280 a 640 DAP, cultivada com aplicação de água residuária

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios Características avaliadas		
		ALT	NCL	CCL
Tratamento	5	1144,55 *	57,39 *	66,12 *
Bloco	4	77,20 ^{NS}	3,08 ^{NS}	18,51 ^{NS}
Período	4	12587,35 *	234,44 *	147,57 *
Período x Trat.	20	69,86 ^{NS}	5,34 *	3,49 ^{NS}
Resíduo	116	61,37	2,96	3,22
CV %	-	9,42	16,31	9,84

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios Características avaliadas		
		LCL	IAC	NPM
Tratamento	5	25,31 *	2,28 *	4655,35 *
Bloco	4	5,86 ^{NS}	0,03 ^{NS}	388,65 ^{NS}
Período	4	63,06 *	18,52 *	1517,42 *
Período x Trat.	20	1,05 ^{NS}	0,38 *	465,04 *
Resíduo	116	2,12	0,12	78,84
CV %	-	10,26	18,76	65,45

Fonte: do autor, 2018. ^{NS} não significativo, * significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Percebe-se que ocorreram interações significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos no período compreendido entre 280 a 640 DAP, para as seguintes características morfológicas: altura da planta; número de cladódios por planta; comprimento de cladódios; largura de cladódios; índice de área de cladódios; e números de plantas mortas (Tabela 5). A interação entre período \times tratamento foi significativa ($P < 0,05$) para a maioria das características, exceto para altura da planta, comprimento e largura dos cladódios, para a palma forrageira cultivada com aplicação de água residuária (Tabela 5).

Na Tabela 6, são apresentados os valores médios para a altura da planta, em cm, da palma forrageira ‘Gigante’ aos 280, 365, 490, 580 e 640 DAP. Não houve diferença estatística entre os tratamentos ($P < 0,05$) nos períodos 280 e 365 DAP. Nos períodos de 490, 580 e 640 DAP, o tratamento AP1,2 apresentou maior altura das plantas que os demais tratamentos, que não diferiram entre si ($P < 0,05$).

Tabela 6: Altura média (cm) das plantas de palma forrageira ‘Gigante’, cultivadas sem irrigação, com aplicação de água residuária e de água de poço

Tratamentos	Altura das plantas				
	280 DAP	365 DAP	490 DAP	580 DAP	640 DAP
SA_SI	58,00 A	59,44 A	88,15 A	96,57 A	98,03 A
AR0,6	62,04 A	62,57 A	92,10 A	97,87 A	98,90 A
AR1,2	63,63 A	64,10 A	92,50 A	98,24 A	100,50 A
AR1,2/2	58,70 A	59,94 A	83,43 A	90,27 A	91,37 A
AP1,2	66,80 A	68,37 A	110,30 B	116,37 B	118,03 B
CA_SI	53,40 A	54,37 A	91,31 A	99,27 A	99,30 A

Fonte: do autor, 2018. Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de significância.

Na Tabela 7, são apresentados os valores médios dos números de cladódios por planta de palma forrageira ‘Gigante’. Os números de cladódios não diferiram estatisticamente entre os tratamentos ($P < 0,05$) nos períodos de 280 e 365 DAP.

Tabela 7: Número médio de cladódios das plantas palma forrageira ‘Gigante’, cultivadas sem irrigação, com aplicação de água residuária e de água de poço

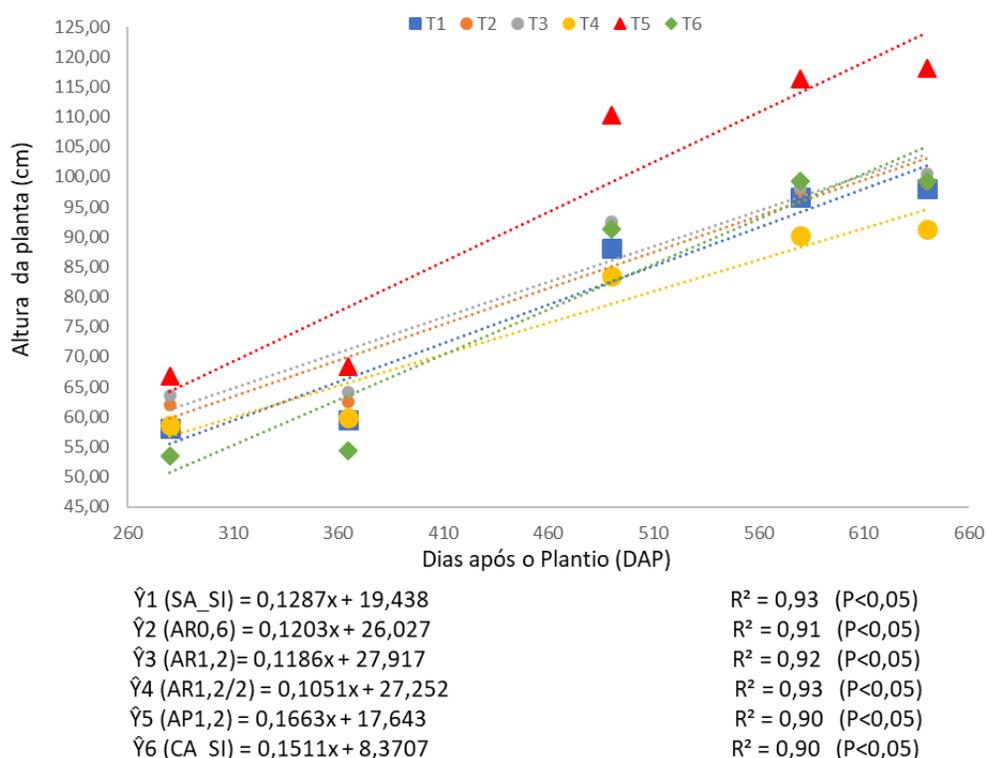
Tratamentos	Números de cladódios por plantas				
	280 DAP	365 DAP	490 DAP	580 DAP	640 DAP
SA_SI	7,06 A	7,00 A	10,70 A	12,60 A	13,07 B
AR0,6	7,20 A	7,60 A	10,60 A	11,50 A	11,50 A
AR1,2	7,30 A	7,70 A	10,90 A	12,30 A	12,70 B
AR1,2/2	6,80 A	7,20 A	9,60 A	10,00 A	10,00 A
AP1,2	8,00 A	8,40 A	13,10 B	15,20 B	16,30 C
CA_SI	8,70 A	7,80 A	15,10 B	15,10 B	16,20 C

Fonte: do autor, 2018. Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de significância.

Nos demais períodos (490, 580 e 640 DAP), os tratamentos AP1,2 e CA_SI apresentaram maior número de cladódios que os demais tratamentos, que não diferiram entre si nos períodos 490 e 580 DAP. No período 640 DAP, os tratamentos AR1,2 e AS_SI apresentaram maior número de cladódios que os tratamentos AR1,2/2 e AR0,6 ($P < 0,05$).

Na Figura 6 são apresentados os gráficos representativos da evolução da altura média das plantas ao longo do tempo (280 a 640 DAP) e suas respectivas equações de regressão.

Figura 6. Altura média (cm) das plantas de palma forrageira ‘Gigante’, cultivadas sem irrigação, com aplicação de água residuária e de água de poço



Fonte: do autor, 2018.

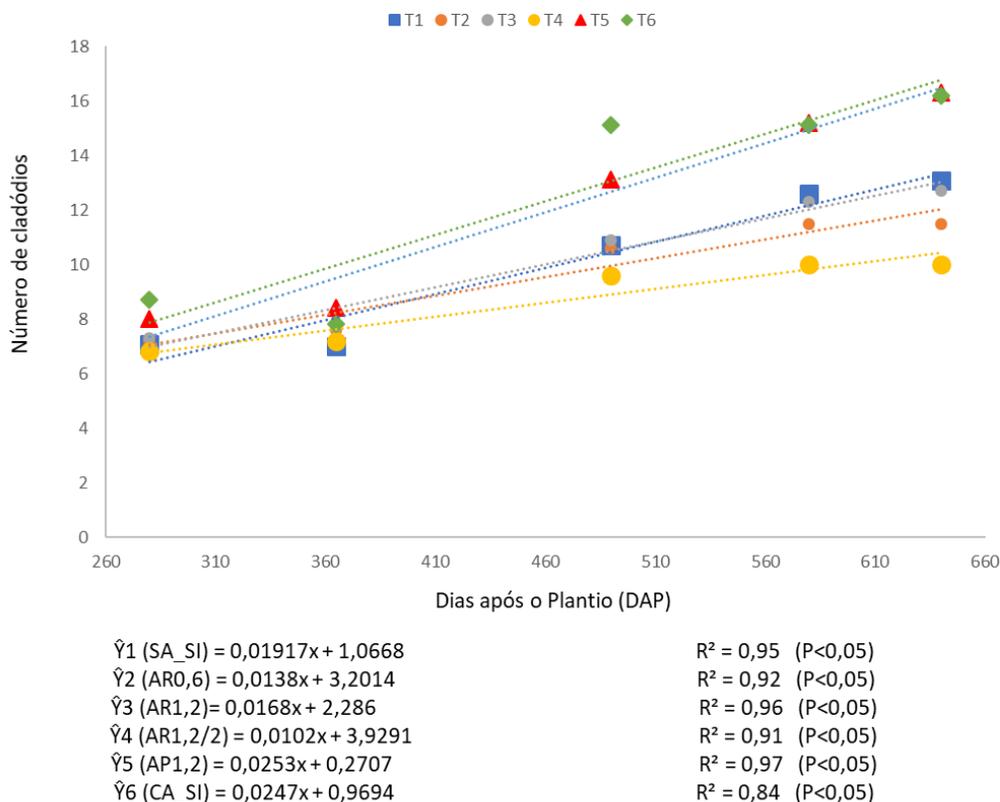
Os melhores ajustes foram obtidos com equações lineares ($P<0,05$). Os modelos ajustados justificam-se pela alternância entre períodos com condições favoráveis e desfavoráveis ao crescimento da palma forrageira.

Embora só tenha sido verificada diferença estatística em relação ao NCL ao longo do tempo nos tratamentos AP1,2 e CA_SI, percebe-se que houve uma tendência de aumento do NCL ao longo do tempo em todos os tratamentos (Tabela 7). O mesmo foi constatado por Ramos et al. (2015), quando verificaram aumento linear do número total de cladódios com o passar do tempo, pois segundo eles, à medida que a planta cresce, há um aumento do número de cladódios. Segundo Queiroz et al. (2015), a palma responde mais rapidamente à emissão de cladódios de primeira e segunda ordens quando irrigada, mostrando que a eficiência no uso da água pela planta se reflete no aumento do seu crescimento e desenvolvimento.

Na Figura 7, são apresentados os modelos representativos da evolução do número

médio de cladódios ao longo do tempo (280 a 640 DAP) e suas respectivas equações de regressão. Novamente, os melhores ajustes foram obtidos com equações lineares ($P < 0,05$). Os modelos ajustados justificam-se pelos mesmos motivos observados para a altura da planta.

Figura 7. Número médio de cladódios das plantas palma forrageira ‘Gigante’, cultivadas sem irrigação, com aplicação de água residuária e de água de poço



Fonte: do autor, 2018.

Observando-se os dados de precipitação mostrados na Figura 1, verifica-se que as duas primeiras avaliações (280 e 365 DAP) foram feitas no meio e no final do primeiro período seco e as três últimas (490, 580 e 640 DAP), no final do período chuvoso e meio do segundo período seco. Entre a segunda (novembro de 2016) e terceira (março de 2017) avaliações, ocorreu a maior parte do segundo período chuvoso (novembro de 2016 a abril de 2017).

O período chuvoso ocorrido na fase intermediária da pesquisa favoreceu um ritmo de crescimento acelerado, o que pode ser verificado nas retas dos tratamentos SA_SI e CA_SI,

que durante o período chuvoso atingem as mesmas médias de altura de planta dos tratamentos irrigados com água residuária AR0,6, AR1,2 e AR1,2/2, que, teoricamente, possuíam melhores condições a sua resposta. O incremento de água do período chuvoso demonstra que a planta apresenta resultados satisfatórios em condições mais favoráveis, resultando em crescimento.

Na Tabela 8, são apresentados os valores médios dos comprimentos de cladódios da planta de palma forrageira ‘Gigante’. De acordo com os resultados da análise de variância mostrado na Tabela 5, não houve interação significativa ($P > 0,05$) entre os fatores tempo e tratamento, para o comprimento de cladódios.

Tabela 8: Média dos comprimentos de cladódios das plantas palma forrageira ‘Gigante’, cultivadas sem irrigação, com aplicação de água residuária e de água de poço

Tratamentos	Comprimento de cladódios das plantas				
	280 DAP	365 DAP	490 DAP	580 DAP	640 DAP
SA_SI	24,57 B	23,81 A	27,50 B	28,14 A	28,27 A
AR0,6	24,70 B	23,84 A	27,31 B	28,43 A	28,48 A
AR1,2	24,73 B	24,55 A	27,36 B	29,01 A	28,90 A
AR1,2/2	27,90 B	24,11 A	27,77 B	28,08 A	28,38 A
AP1,2	24,44 B	24,14 A	29,05 B	30,18 A	30,32 A
CA_SI	20,45 A	20,42 A	23,84 A	25,74 A	25,17 A

Fonte: do autor, 2018. Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de significância.

Observa-se, na Tabela 8, que aos 280 e 490 DAP, o comprimento médio de cladódio no tratamento CA_SI foi inferior a todos os demais tratamentos, que não diferiram estatisticamente entre si. Analisando essa mesma tabela, nos demais períodos (365, 580 e 640 DAP), percebe-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos para o comprimento de cladódio. Segundo Lemos (2016), o aumento do comprimento de cladódios sempre ocorre nos primeiros meses, e que, por mais que a planta receba condições favoráveis ao seu desenvolvimento, isso não influencia o comprimento dos cladódios.

Considerando que não houve aplicação de água nos tratamentos SA_SI e CA_SI, era de se supor que o comprimento médio dos cladódios nesses tratamentos fosse inferior aos dos demais, que receberam irrigação. O fato de as plantas nesses tratamentos não irrigados terem apresentado comprimento médio dos cladódios estatisticamente semelhantes aos dos tratamentos irrigados, provavelmente, se deve ao número de plantas mortas, que foi superior

nesses tratamentos não irrigados, propiciando um novo arranjo e menor competitividade por nutrientes. Corroborando com essa linha de raciocínio, Cavalcante et al. (2014) concluíram que houve uma redução no comprimento dos cladódios com o aumento da densidade de plantio. A maior população de plantas eleva a competitividade por nutrientes e interceptação luminosa.

De acordo com Lemos (2016), o comprimento médio dos cladódios das plantas de palma forrageira está diretamente relacionado com a disponibilidade de água e nutrientes, e pela absorção de energia luminosa utilizada pela planta para a fotossíntese, que é afetada pelo espaçamento e densidade de plantio.

Na Tabela 9, são apresentados os valores médios das larguras de cladódios da planta, palma forrageira ‘Gigante’. Observando-se os resultados da análise de variância (Tabela 5), pode-se verificar que não houve interação significativa ($P>0,05$) entre os fatores tempo e tratamento, para a largura de cladódios.

Tabela 9: Média das larguras de cladódios das plantas palma forrageira ‘Gigante’, cultivadas sem irrigação, com aplicação de água residuária e de água de poço

Tratamentos	Largura de cladódios das plantas				
	280 DAP	365 DAP	490 DAP	580 DAP	640 DAP
SA_SI	12,59 B	12,49 B	14,86 B	14,93 A	15,18 B
AR0,6	12,95 B	12,78 B	15,22 B	15,28 A	15,49 B
AR1,2	12,80 B	13,59 B	15,50 B	15,88 A	16,06 B
AR1,2/2	14,67 B	13,05 B	15,46 B	15,53 A	15,66 B
AP1,2	12,67 B	12,89 B	16,24 B	16,30 A	16,65 B
CA_SI	10,73 A	10,30 A	13,08 A	13,63 A	13,68 A

Fonte: do autor, 2018. Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de significância.

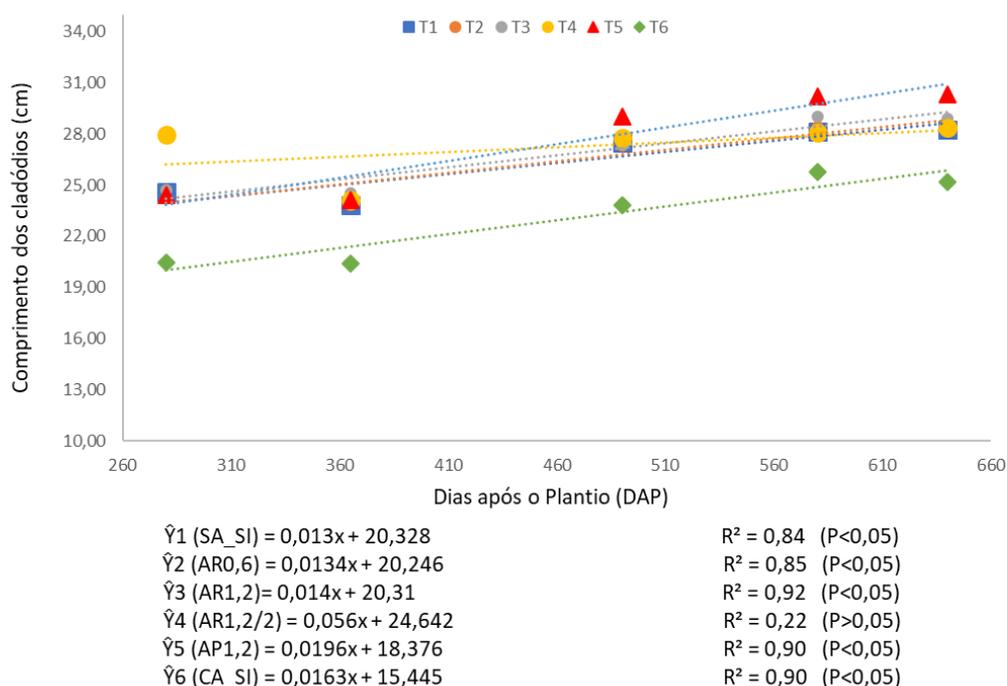
Observando-se a Tabela 9, verifica-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos no período 580 DAP. Em todos os demais períodos avaliados, o tratamento T6 apresentou largura média de cladódio inferior à dos demais tratamentos, que não diferiram entre si.

Azevedo Junior (2017), em estudos realizados com água residuária no desempenho da palma forrageira, observou que o comprimento e a largura tiveram um crescimento linear, demonstrando haver uma relação direta da largura com o comprimento do cladódio no que diz respeito à marcha de crescimento. A palma forrageira tem um crescimento dos cladódios

de forma semelhante, com alongamento longitudinal e perpendicular do cladódio, onde estes, com o passar do tempo e o surgimento de novos cladódios, tende a um crescimento mais lento.

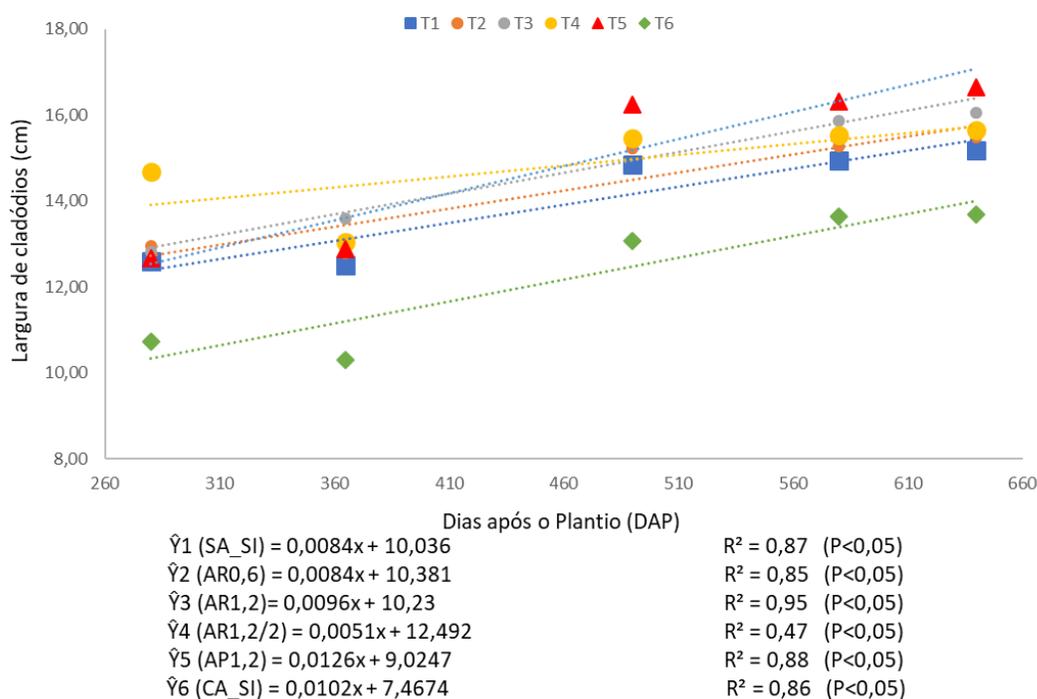
Na Figura 8, são apresentados os gráficos representativos da evolução do comprimento médio dos cladódios e, na Figura 9, são apresentados a largura média dos cladódios, ambos ao longo do tempo (280 a 640 DAP) e suas respectivas equações de regressão. Na avaliação do comprimento médio e largura de cladódios ao longo do tempo, as equações lineares apresentaram o melhor ajuste em função de DAP.

Figura 8. Média dos comprimentos de cladódios das plantas palma forrageira ‘Gigante’, cultivadas sem irrigação, com aplicação de água residuária e de água de poço



Fonte: do autor, 2018.

Figura 9. Média das larguras de cladódios das plantas palma forrageira ‘Gigante’, cultivadas sem irrigação, com aplicação de água residuária e de água de poço



Fonte: do autor, 2018.

Observando-se os modelos de crescimento ajustados em função de DAP (Figuras 8 e 9), verifica-se que o crescimento do comprimento e da largura de cladódios ocorreu de forma lenta e proporcional, com uma pequena aceleração no período chuvoso. Os valores médios de comprimento e largura de cladódios aos 365 DAP foram inferiores aos valores observados aos 280 DAP. Tal fato está relacionado a um conjunto de fatores, tais como: o lento crescimento da planta; a emissão de novos artículos; e a perda de alguns durante a avaliação; o que contribuiu para tal resultado. Segundo Azevedo Junior (2017), em experimento realizado com água residuária de esgoto doméstico tratado, com aplicação de 3,5 mm com intervalos de 2,3 a 21 dias, o comprimento e a largura de cladódios nos tratamentos irrigados, em comparação com a testemunha de sequeiro, apresentou uma taxa de crescimento maior no período seco e, no período chuvoso subsequente, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os resultados de Azevedo Junior (2017) se assemelham aos obtidos no experimento, no qual a irrigação proporcionou maiores comprimentos e larguras de cladódios ao longo do tempo do que nos tratamentos não irrigados.

Na Tabela 10, são apresentados os índices médios de área de cladódios (IAC) da planta, palma forrageira ‘Gigante’. Não houve diferença estatísticas entre as médias dos tratamentos nos períodos de 280 e 365 DAP. ($P>0,05$).

Tabela 10: Média dos índices das áreas de cladódios das plantas palma forrageira ‘Gigante’, cultivadas sem irrigação, com aplicação de água residuária e de água de poço

Tratamentos	Índice de área de cladódios das plantas				
	280 DAP	365 DAP	490 DAP	580 DAP	640 DAP
SA_SI	0,95 A	0,90 A	1,86 A	2,26 A	2,40 B
AR0,6	0,98 A	0,99 A	1,93 A	2,17 A	2,19 A
AR1,2	0,96 A	1,10 A	1,98 A	2,41 A	2,52 B
AR1,2/2	0,98 A	0,97 A	1,78 A	1,92 A	1,92 A
AP1,2	0,95 A	1,14 A	2,77 C	3,34 C	3,66 C
CA_SI	0,98 A	0,84 A	2,32 B	2,62 B	2,79 B

Fonte: do autor, 2018. Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de significância.

Observando-se a Tabela 10, percebe-se que não houve diferença estatística ($P<0,05$) entre os tratamentos nos períodos 280 e 365 DAP. Nos demais períodos, as plantas do tratamento AP1,2 apresentaram maior IAC que as plantas dos demais tratamentos. Por sua vez, as plantas do tratamento CA_SI apresentaram IAC maior que as plantas dos tratamentos SA_SI, AR0,6, AR1,2 e AR1,2/2, no período 580 DAP, e as plantas dos tratamentos SA_SI, AR1,2 e CA_SI apresentaram maior IAC que as plantas dos tratamentos AR0,6 e AR1,2/2, no período 640 DAP.

Segundo Fonseca (2017), uma característica importante do ponto de vista fisiológico, é o índice de área do cladódio. Maior índice significa maior área para captação da radiação fotossinteticamente ativa e, conseqüentemente, maior rendimento da cultura. São vários os fatores que afetam o IAC, como, por exemplo, o estado nutricional da planta.

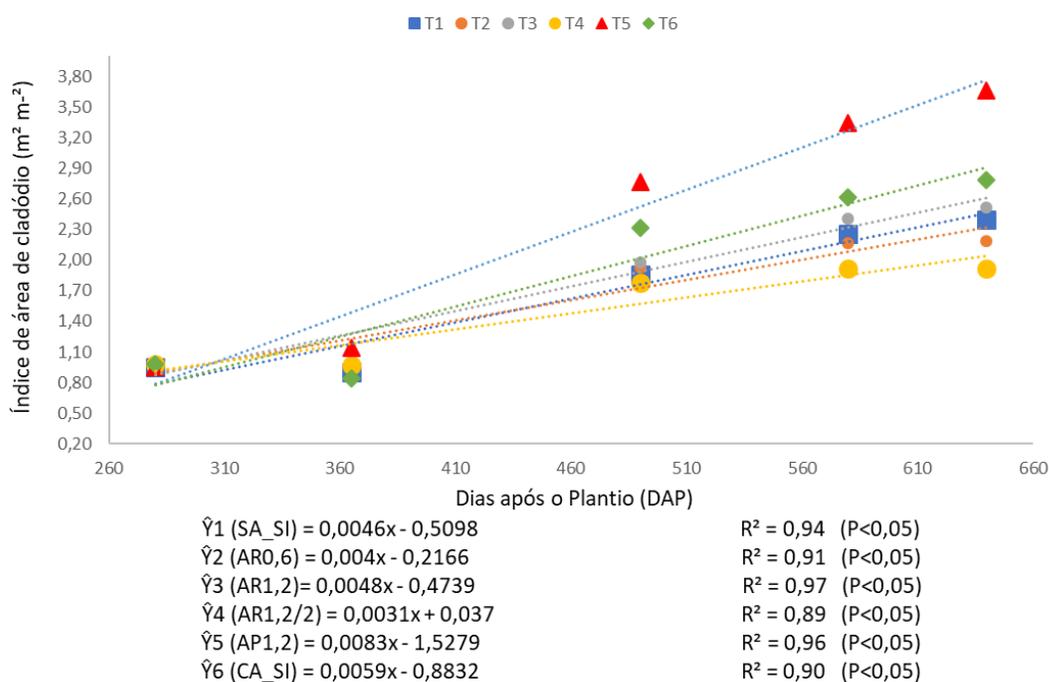
Donato et al. (2014), destacaram que o IAC é um fator que determina a área fotossintética ativa da planta, uma vez que indica a capacidade da planta em interceptar a luz solar, para transformá-la, de forma eficiente, em produção de matéria seca. Padilha Junior (2016), em estudos com densidade de plantio e adubação, obteve os melhores IAC com influência da adubação, com doses acima de 30 Mg ha⁻¹, não sofrendo influência da densidade.

Outro fator que contribui para um alto IAC é o número de cladódios da palma

forrageira. Observando-se o número de cladódios apresentados na Tabela 7, percebe-se que estes estão correlacionados com os IACs mostrados na Tabela 10.

Na Figura 10, são apresentados os modelos representativos da evolução do índice de área de cladódios ao longo do tempo (280 a 640 DAP) e suas respectivas equações de regressão. Os modelos lineares apresentaram o melhor ajuste em função de DAP.

Figura 10. Média dos índices das áreas de cladódios das plantas palma forrageira ‘Gigante’, cultivadas sem irrigação, com aplicação de água residuária e de água de poço



Fonte: do autor, 2018.

Observando-se as retas de crescimento ajustadas em função de DAP (Figura 10), verifica-se que o crescimento do IAC ocorreu de forma linear e proporcional, com um aumento significativo no período chuvoso, com os melhores índices sendo obtidos nos tratamentos AP1,2 e CA_SI, que receberam 60 (Mg ha⁻¹) de adubação orgânica. O IAC está diretamente ligado às condições favoráveis, que contribuem para o desenvolvimento da planta. A sua taxa de resposta é dependente das características morfológicas, como o número de cladódios, altura da planta, comprimento e largura de cladódios.

Na Tabela 11 são apresentadas as médias do número de plantas mortas de palma

forrageira ‘Gigante’. Observando-se a análise de variância (Tabela 5), percebe-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$), para os tratamentos e períodos e sua interação.

Tabela 11: Média dos números de plantas mortas das plantas palma forrageira ‘Gigante’, cultivadas sem irrigação, com aplicação de água residuária e de água de poço

Tratamentos	Número de plantas mortas				
	280 DAP	365 DAP	490 DAP	580 DAP	640 DAP
SA_SI	4,80 A	19,60 B	50,00 C	54,20 C	55,00 C
AR0,6	2,20 A	2,40 A	3,40 A	3,60 A	3,60 A
AR1,2	1,40 A	2,20 A	3,80 A	4,20 A	4,20 A
AR1,2/2	2,80 A	3,00 A	3,60 A	4,80 A	4,80 A
AP1,2	9,00 A	12,20 B	12,20 A	13,60 A	14,20 A
CA_SI	4,20 A	8,40 A	28,00 B	35,80 B	35,80 B

Fonte: do autor, 2018. Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de significância.

Na Tabela 11, nota-se que, aos 280 DAP, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$), com o tratamento AP1,2 e SA_SI apresentando as maiores médias: 9,00 e 4,80. Aos 365 DAP, houve maior mortalidade nas plantas dos tratamentos SA_SI e AP1,2 que nos demais tratamentos. Ainda analisando essa tabela, percebe-se que a partir dos 490 DAP há crescente mortalidade nos tratamentos não irrigados até o último período (640 DAP). A mortalidade é maior no tratamento SA_SI, seguido do tratamento CA_SI e, com mortalidade inferior, as plantas dos tratamentos irrigados, que não apresentaram diferença estatística entre si.

Aos 640 DAP, a mortalidade de plantas nos tratamentos não irrigados, SA_SI e CA_SI, com média de 55 e 35,8 plantas mortas respectivamente, numa população de 90 plantas em cada parcela do tratamento, representam, em média, 61% e 40% de taxa de mortalidade, respectivamente. Nos tratamentos irrigados com água residuária, AR0,6, AR1,2, e AR1,2/2, o número de plantas mortas representa, em média, uma taxa de mortalidade variando de 4% a 6%; e no tratamento AP1,2, irrigado com água de poço e adubado, a taxa de mortalidade foi, em média, 15%, percentuais bem inferiores aos tratamentos não irrigados. Entre os tratamentos não irrigados, a mortalidade de plantas aos 640 DAP foi 50% maior no tratamento que não recebeu adubação. Assim, pode se inferir que a adubação orgânica colaborou para uma melhor retenção de água pela planta, o que contribuiu para a redução na taxa de mortalidade. A palma forrageira possui alta capacidade de resiliência, podendo

demonstrar respostas rápidas, quando submetida a condições favoráveis.

Durante vários meses, a cultura foi submetida a uma combinação de alta temperaturas, baixa umidade relativa do ar, falta de precipitação e rajadas de ventos com altas intensidades, o que fez com a cultura acabasse perdendo suas características de resiliência, levando várias plantas à morte. Assim, períodos com ocorrência de precipitação pluviométrica, combinados com boas práticas no manejo da cultura (irrigação, adubação orgânica, densidade de plantio e consórcio), favorecem a subsistência da cultura da palma forrageira (CARVALHO, 2017).

A combinação desses fatores desfavoráveis pode ser observada na Figura 11, onde se observa plantas do tratamento SA_SI, não irrigado, em estado de senescência e que, quando advieram as condições favoráveis, não foram capazes de reagir e muitas não sobreviveram.

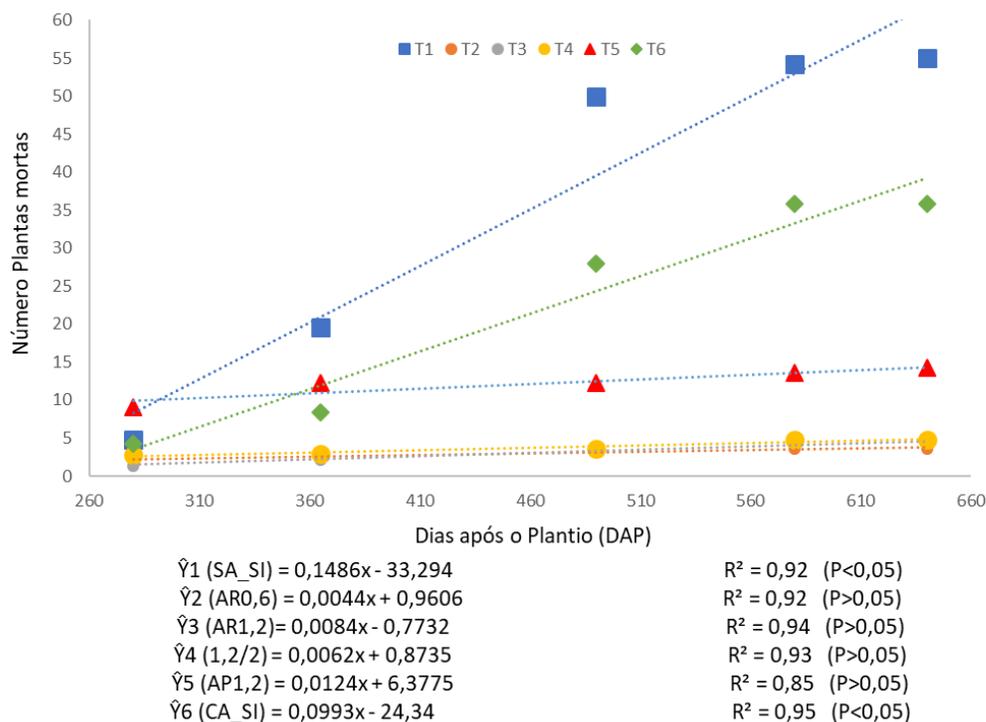
Figura 11. Palma forrageira ‘Gigante’ aos 280 dias após o plantio, tratamento SA_SI.



Fonte: do autor, 2018.

Na Figura 12, são apresentados os modelos representativos da evolução do número de plantas mortas ao longo do tempo (280 a 640 DAP) e suas respectivas equações de regressão. Os modelos de equações que melhor se adequaram foram os lineares.

Figura 12. Média dos números de plantas mortas das plantas palma forrageira ‘Gigante’, cultivadas sem irrigação, com aplicação de água residuária e de água de poço



Fonte: do autor, 2018.

Analisando-se as equações lineares da Figura 12, juntamente com os dados meteorológicos, sabendo que aos 280 DAP não houve diferença significativa entre os tratamentos e, em sequência, o número de plantas mortas nos tratamentos não irrigados tende a um crescimento linear enquanto nos tratamentos irrigados, essa mortalidade permanece quase constante, fica evidenciado que a irrigação foi fundamental para a sobrevivência das plantas nesses tratamentos.

Fatos que contribuíram para os resultados obtidos, vem em decorrência de um ano atípico na região, onde o período de seca se prolongou por um período maior, o que pode ser comprovado juntamente com o balanço hídrico da cultura, onde a planta perdeu muito água em decorrência dessa estiagem não comum na região. A alta mortalidade das plantas no tratamento AP1,2, se dá devido a alta dosagem de adubação fornecida nesse tratamento que por sua mineralização, acaba elevando o índice de mortalidade.

Na Tabela 12, é apresentado o resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para produtividade de massa verde (PMV), teor de matéria seca (MS %)

e produtividade massa seca (PMS) da palma forrageira ‘Gigante’. Houve diferença significativa a probabilidade de 5% para os tratamentos, PMV, MS% e houve diferença significativa à 10% de probabilidade quanto a PMS.

Tabela 12: Resumo da análise de variância com os respectivos quadrados médios para produtividade de massa verde (PMV), teor de matéria seca (MS %) e produtividade massa seca (PMS), palma forrageira ‘Gigante’ cultivada com aplicação de água residuária

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios Características avaliadas		
		PMV	MS %	PMS
Tratamento	5	18663,98 *	25,73 *	27,46 **
Bloco	4	436,94 ^{NS}	1,83 ^{NS}	7,27 **
Resíduo	20	1012,73	1,46	11,14
CV %	-	19,24	14,08	25,31

^{NS} não significativo, * significativo a 5%, ** significativo a 10% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 13, são apresentados os valores médios de produtividade de massa verde (PMV), teor de matéria seca (MS%) e produtividade massa seca (PMS) da palma forrageira ‘Gigante’. A produção de massa verde (PMV) apresentou diferença significativa ao nível de 5% de significância para os tratamentos, onde o AP1,2 apresentou a maior produtividade média, se diferindo estatisticamente dos demais (P<0,05). Os tratamentos AR1,2, AR0,6 e AR1,2/2 não apresentaram diferença estatística entre eles (P>0,05) e foram superiores aos tratamentos CA_SI e SA_SI, que não diferiram entre si (P>0,05).

A PMS foi significativa a 10% para os tratamentos AP1,2 diferindo dos demais (P<0,1), os tratamentos SA_SI e CA-SI não diferiram entre si (P>0,1), da mesma forma os tratamentos AR0,6, AR1,2 e AR1,2/2 (P>0,1).

Tabela 13: Valores médios de produtividade de massa verde (PMV), teor de matéria seca (MS %) e produtividade massa seca (PMS), das plantas palma forrageira ‘Gigante’, cultivadas sem irrigação, com aplicação de água residuária e de água de poço

Tratamentos	Características avaliadas		
	PMV (Mg ha ⁻¹)	MS %	PMS (Mg ha ⁻¹)
SA_SI	91,35 A	11,98 B	11,05 A
AR0,6	179,00 B	7,77 A	13,82 B
AR1,2	186,55 B	6,98 A	13,17 B
AR1,2/2	171,45 B	7,13 A	12,24 B
AP1,2	259,45 C	6,75 A	17,47 C
CA_SI	104,85 A	10,92 B	11,38 A

Fonte: do autor, 2018. Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de significância para PMV e MS% e 10% de significância para PMS.

A comparação entre os tratamentos (Tabela 13) demonstrou que o tratamento AP1,2, que recebeu adubação orgânica com 60 Mg ha⁻¹ de esterco bovino, e foi irrigado com água de poço, apresentou o melhor resultado, seguido dos tratamentos AR1,2, AR0,6 e AR1,2/2, ambos sem adubação orgânica e irrigados com água residuária e que foram superiores aos tratamentos CA_SI e SA_SI, com e sem adubação orgânica, respectivamente, e ambos não foram irrigados, cuja PMV não diferiu estatisticamente entre eles. Os resultados obtidos corroboram com os estudos já apresentados por outros pesquisadores. Lima et al. (2015), afirmam que a irrigação aplicada em lâminas menores favorece o transporte da solução de nutrientes que a planta necessita, tornando-se uma opção viável para a produção, mesmo em condições adversas. A disponibilidade desses nutrientes em grande quantidade, na forma de adubação orgânica (esterco bovino), favoreceu às plantas do tratamento AP1,2 a obter a melhor produtividade.

Verifica-se, na Tabela 13, que os tratamentos AR1,2, AR0,6 e AR1,2/2, nos quais foram aplicados água residuária, em diferentes lâminas e formas de aplicação, apresentaram resultados satisfatórios, uma vez que a sua produtividade foi superior à dos tratamentos CA_SI e SA_SI. A produtividade nos tratamentos que receberam água residuária AR1,2, AR0,6 e AR1,2/2 foi inferior à do tratamento AP1,2, que recebeu a mesma lâmina de irrigação com água de poço que AR1,2 e AR1,2/2, mas que recebeu adubação orgânica (Tabela 13).

Os teores de matéria seca diferiram significativamente entre os tratamentos com irrigação (AR0,6, AR1,2/2, AR1,2 e AP1,2) que não diferiram entre si ($P > 0,05$) e os tratamentos sem irrigação (SA_SI e CA_SI), que também não diferiram entre si ($P > 0,05$). O MS% foi maior nos tratamentos sem irrigação que nos irrigados.

Os tratamentos em relação a PMS, diferiram significativamente entre si ($P < 0,1$). O tratamento que apresentou o melhor resultado foi o AP1,2, com média de 17,47 Mg ha⁻¹ seguido dos AR0,6, AR1,2) e AR1,2/2 (Tabela 13); e os tratamentos CA_SI e SA_SI apresentaram os menores resultados.

4. CONCLUSÃO

A aplicação de água residuária favoreceu o rendimento da palma forrageira gigante (*Opuntia ficus indica*) quando comparado com o cultivo de sequeiro.

A aplicação de 0,6 litros de água uma vez por semana foi suficiente para aumentar a taxa de sobrevivência da palma forrageira gigante (*Opuntia ficus indica*) em condições de estiagem prolongada.

A aplicação de água residuária, apresenta-se como uma alternativa, de exploração da cultura da palma forrageira gigante (*Opuntia ficus indica*).

Recomenda-se a utilização de 0,6 litros de água uma vez por semana, com 60 Mg de esterco bovino, parcelados em dose de 30/30 Mg ha⁻¹.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASAE (American Society of Agricultural Engineers). Standard engineering practices data: EP458. **Field evaluation of microirrigation systems**. St. Joseph: ASAE 1996, p. 972-797.

AZEVEDO JUNIOR, M. S.. **Desempenho da palma forrageira em segundo ciclo sob irrigação complementar com esgoto doméstico tratado nas condições semiáridas**. 92 f. Dissertação (Mestrado em Manejo solo e água) – Programa de Pós-Graduação em Manejo de solo e água – Universidade Federal Rural do Semiárido, 2017.

CARVALHO, A. A. . Umidade do solo em lavouras de palma forrageira com práticas de melhoria da sua resiliência. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, vol.21, n.7, p. 481-487, 2017.

CAVALCANTE, L. A. D.; SANTOS, G. R. A.; SILVA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; SILVA, M. A. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, vol. 44, n. 4, p. 424 - 433, 2014.

CONSOLI, S.; INGLESE, G.; INGLESE, P. Determination of evapotranspiration and annual biomass productivity of a cactus pear [*Opuntia ficus-indica* L. (Mill.)] orchard in a semiarid environment. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, vol.139, p. 680-690, 2013.

CORREIA, R. C.; KILL, L.; MOURA, M.; CUNHA, T. F.; JESUS, A.; ARAÚJO, J. L.. A região Semiárida brasileira. In: VOLTOLINI, T. V. **Produção de Caprinos e Ovinos no Semiárido**. Petrolina, PE, Brasil: Embrapa, 2010. p. 21-48.

CRIDDLE, W.D.; DAVIS, S.; PAIR, C.H.; SHOCKLEY, D.G. Methods for Evaluating Irrigation Systems. Washington DC: Soil Conservation Service - USDA, 1956. 24p. Agricultural Handbook, 82.

CUNHA, F. N.; SILVA, N. M.; TEIXEIRA, M. B.; CARVALHO, J. J.; MOURA, L. M. F.; SANTOS, C. C. . Coeficientes de uniformidade em sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, vol.8, nº.6, p.444 - 454, 2014.

DONATO, P. E. R. **Avaliação bromatológica, morfológica, nutricional e de rendimento em palma forrageira sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino**. 2011. 134 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga: UESB, 2011.

DONATO, P. E. R.; PIRES, A. J. V.; DONATO, S. L. R.; BONOMO, P.; SILVA, J. A.; AQUINO, A. A. Morfometria e rendimento da palma forrageira “Gigante” sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol.9, n.1, p. 151-158, 2014.

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

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.

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

FONSECA, V. A.. **Estratégia de utilização de água salina no cultivo de palma forrageira ‘Gigante’**. 52 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - *Campus Guanambi*, 2017.

LEMOS, M.. **Uso de esgoto doméstico tratado na produção de palma forrageira em assentamento rural do semiárido brasileiro**. 244 f. (Tese de doutorado). Universidade Federal do Semiárido, Programa de Pós-Graduação em manejo de solo e água. Mossoró, 2016.

LIMA, G. F. C.; REGO, M. M. T.; AGUIAR, E. M.; SILVA, J. G. M.; DANTAS, F. D. G.; GUEDES, F. L.; LOBO, R. N. B. **Effect of different cutting intensities on morphological characteristics and productivity of irrigated nopalea forage cactus**. *Acta Horticulturæ*, vol.1067, p.253-258, 2015. VIII International Congress on Cactus Pear and Cochineal.

MACAN, N. P. F.; GOMES, T. M.; ROSSI, F.; TOMMASO, G.. Desempenho da irrigação por gotejamento com o uso de efluente de laticínio tratado por processo biológico. **Irriga**, vol. 22, n. 3, p. 575-590, 2017.

MANTOVANI, E. C. **Avalia: Programa de avaliação da irrigação por aspersão e localizada**. Viçosa, MG: UFV, 2001.

MEDEIROS, S. S.; GHEYI, H. R.; PEREZ-MARIN, A. M.; SOARES, F. A. L.; FERNANDES, D. Características químicas do solo sob algodoeiro em área que recebeu água residuária da suinocultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, vol. 35, p.1047-1055, 2011.

NASCIMENTO, V. F.; FEITOSA, E. O.; SOARES, J. I. Uniformidade de distribuição de um sistema de irrigação por aspersão via pivô central. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, vol. 4, n. 4, p. 65-69, 2017.

PADILHA JUNIOR, M. C.; DONATO, S. L. R.; SILVA, J. A. DA; DONATO, P. E. R.; SOUZA, E. S. Características morfométricas e rendimento da palma forrageira ‘Gigante’ sob diferentes adubações e configurações de plantio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, vol.11, p. 67-72, 2016.

PINTO, M. S. C.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ANDRADE, A. P.; PIMENTA FILHO, E. C.; ANDRADE, M. V. M.; FIGUEIREDO, M. V. et al. Estimativa do peso da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill.) a partir de medidas dos cladódios. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39. Recife - PE, 2002. **Anais...** Recife-PE: SBZ, vol.1. p. 54-64. 2002.

QUEIROZ, M. G., SILVA, T. G. F.; ZOLNIER, S.; SILVA, S. M. S.; LIMA, L. R.; ALVES, J. O.. Características morfofisiológicas e produtividade da palma forrageira em diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, vol. 19, n.10, p. 931-938, 2015.

RAMOS, J. P. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; BEZERRA, H. F. C.; PEREIRA, G. A.; BELTRÃO, G. R.; OLIVEIRA, J. S. Crescimento da palma forrageira em função da adubação orgânica. **Revista eletrônica de Veterinária**. vol.16, n.12, 2015.

ROCHA, R. S.. **Caracterização estrutural e produtividade de genótipos da palma forrageira irrigada em diferentes intervalos de corte**. 2016. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências

Agrárias, Petrolina-PE, 2016.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa, MG: UFV. 3ª edição, 4ª reimpressão. 2009. 235 p.

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.** 200 f (Tese – Doutorado em Engenharia Civil – Saneamento ambiental) da Universidade Federal do Ceará Fortaleza, 2014.

SUPERITENDENCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **SUDENE** <<http://www.sudene.gov.br/planejamento-regional/delimitacao-do-semiarido>> <Acesso em 15 ago. 2018>

SUPERITENDENCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. **SUDENE** <http://www.sudene.gov.br/images/arquivos/semiarido/arquivos/Rela%C3%A7%C3%A3o_de_Munic%C3%ADpios_Semi%C3%A1rido.pdf> <Acesso em 20 set.. 2018>

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J. R. **The water balance.** Publications in Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology; 1955, 104p.