



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



**ATRIBUTOS DO SOLO, FISIOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO  
MARACUJAZEIRO AMARELO SOB IRRIGAÇÃO, REDUÇÃO DE PERDAS  
HÍDRICAS E MATÉRIA ORGÂNICA**

**JOSÉ THYAGO AIRES SOUZA**

**AREIA - PB - BRASIL**

**MARÇO – 2019**

**JOSÉ THYAGO AIRES SOUZA**

**ATRIBUTOS DO SOLO, FISIOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO  
MARACUJAZEIRO AMARELO SOB IRRIGAÇÃO, REDUÇÃO DE PERDAS  
HÍDRICAS E MATÉRIA ORGÂNICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Agronomia da Universidade Federal da Paraíba,  
como parte dos requisitos para obtenção do título de  
“Doutor em Agronomia”. Área de Concentração:  
Agricultura Tropical.

**Orientador:** Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante

**AREIA - PB - BRASIL**

**MARÇO - 2019**

**Catalogação na publicação  
Seção de Catalogação e Classificação**

S729a Souza, Jose Thyago Aires.  
ATRIBUTOS DO SOLO, FISIOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO  
MARACUJAZEIRO AMARELO SOB IRRIGAÇÃO, REDUÇÃO DE PERDAS  
HÍDRICAS E MATÉRIA ORGÂNICA / Jose Thyago Aires Souza.  
- João Pessoa, 2019.  
79 f. : il.

Orientação: Lourival Ferreira Cavalcante.  
Tese (Doutorado) - UFPB/Ciências Agrári.

1. Passiflorácea; Economia de água; insumo orgânico. I.  
Cavalcante, Lourival Ferreira. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

JOSÉ THYAGO AIRES SOUZA

**ATRIBUTOS DO SOLO, FISIOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DO  
MARACUJAZEIRO AMARELO SOB IRRIGAÇÃO, REDUÇÃO DE PERDAS  
HÍDRICAS E MATÉRIA ORGÂNICA**

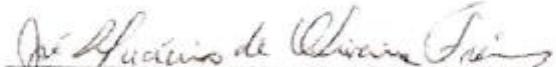
TESE APROVADA EM 22/03/2019

  
Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante

Orientador - PPGA/CCA/UFPB

  
Prof. Dr. Ademar Pereira de Oliveira

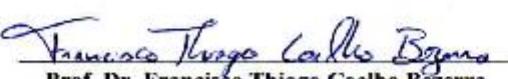
Examinador - PPGA/CCA/UFPB

  
Prof. Dr. José Lucínio de Oliveira Freire

Examinador - IFPB

  
Prof. Dr. Manoel Alexandre Diniz Neto

Examinador - CCHSA/UFPB

  
Prof. Dr. Francisco Thiago Coelho Bezerra

Examinador - PPGA/CCA/UFPB

AREIA - PARAÍBA - BRASIL

MARÇO - 2019

iii

iv

**O que sabemos é uma gota, o que ignoramos um oceano.**

**(Isaac Newton)**

## **HOMENAGEM DE GRATIDÃO**

Agradeço a DEUS, pela oportunidade de mais uma conquista, por estar presente em todos os momentos da minha vida, dando-me força para vencer os desafios e os obstáculos da vida.

Aos meus pais, SEBASTIÃO AIRES SOUZA E ANA LUCIA GONÇALVES AIRES SOUZA, pelos ensinamentos, pelo amor, atenção, pelos estímulos e por estarem sempre compartilhando todos os momentos comigo, vocês são meu orgulho, minha inspiração, razão pela qual alcancei tamanho objetivo.

Aos meus avós Paternos, INACIO BATISTA E ANA AIRES e Maternos INACIO AIRES E ANA GONÇALVES (*In memoriam*), pelos ensinamentos, amor e confiança durante o tempo que passamos juntos.

Ao meu irmão, MATEUS INACIO AIRES SOUZA, pela convivência, e por ser uma pessoa tão especial, me apoiando em todos os momentos, deixo aqui minha eterna admiração e gratidão.

À minha esposa MARIA APARECIDA LEITE DE SOUZA AIRES, por todo amor, paciência, respeito e incentivo em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. LOURIVAL FERREIRA CAVALCANTE, pela orientação, dedicação, paciência, atenção, amizade, confiança e por ter acreditado no meu potencial, dando-me a honra de poder fazer parte de sua equipe de trabalho.

## **DEDICO**

Às minhas tias: Maria de Lourdes, Eunice, Nazaré e Maria Alice e meus primos André, Felipe, Eliandro, Naldo, Zé Luiz e Gilvania, entre outros, por estarem sempre presente, me aconselhando e dando-me força para seguir minha carreira. A vocês, meu muito obrigado pela confiança.

Aos meus sogros, José Bezerra e Gilvanice Leite pelo apoio, companheirismo e confiança.

Aos meus demais parentes pelos ensinamentos, confiança e respeito.

Aos professores Suenildo Josemo Costa Oliveira da UEPB e Walter Esfraim Pereira da UFPB, por terem participado da base da minha educação, pelo respeito e por toda ajuda prestada em todos os momentos. A vocês, minha eterna gratidão.

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir o amanhecer de cada dia dando-me o dom da vida, companheiro de todas as horas, por me permitir alcançar todos os meus objetivos, proporcionando-me a oportunidade de aumentar minha sabedoria, dando-me capacidade intelectual e física para realização desta conquista.

Aos meus pais, por toda educação, sabedoria, respeito, carinho, compreensão e amor. Meu muito obrigado por tudo!

Ao meu irmão, Mateus Inácio Aires Souza pelo apoio, carinho, compreensão e por toda confiança em mim depositada.

À minha esposa, Maria Aparecida Leite de Souza Aires, pelo amor, compreensão e apoio.

Aos meus amigos André Aires, Felipe Aires, Valmir Silva, Roberto Ferreira, Jucilene Araújo, Leonardo Torreão, José Pereira, João Paulo, Márcio Medeiros, Wellington Brito, Franklin Correia, Chiquinho Patativa, Aelson Diniz, Nagnaldo Tavares, Raimundo Ribeiro pela amizade, respeito, confiança e pela excelente convivência que tivemos e temos.

À Universidade Federal da Paraíba, por ter me acolhido, por toda infraestrutura e ao Centro de Ciências Agrárias pela oportunidade de poder aprender, me qualificar, contribuindo diretamente para minha formação acadêmica.

À CAPES, pela concessão de bolsa de pesquisa científica para realização deste trabalho.

Ao professor Lourival Ferreira Cavalcante pela paciência, pelos ensinamentos, respeito, amizade e por toda contribuição na minha vida acadêmico-científica e pessoal.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), por ter me recebido para fazer parte do seu corpo discente.

A todo o corpo docente do Centro de Ciências Agrárias, UFPB, em especial do PPGA, muito obrigado pela participação na minha formação acadêmica.

À equipe LOFECA: Járisson, Jefferson, Danila, Thiago Bezerra, Marlene, Aldeir, Flaviano, Oresca, Expedito, Michael, Alian, Missiemário, Núbia e a todos os funcionários do sítio Macaquinhas, em especial Zezinho, Zé Daniel, Antônio Noêmia e Antônio (Bigode).

Aos meus amigos Jarisson Nunes, Thiago Bezerra, Márcio Raimundo, Kercio Estevam, Thiago Costa, João Paulo Ramos e Guilherme Costa Lima pela parceria, pela amizade, compreensão e respeito.

Aos meus colegas de doutorado: Ricardo, Jefferson, Danila, Mileny, Mirelly, João Everthon, Plácido, Sebastião, Altamiro, Diego, Anselmo, Hélio, Graça, Juliana (Noni)...e tantos outros. Obrigado pela boa convivência e por todo respeito!

Aos colegas de convivência diária, e a todos os funcionários que trabalham no Centro de Ciências Agrárias.

À banca examinadora, Professores Doutores Lourival Ferreira Cavalcante, Ademar Pereira de Oliveira, José Lucílio de Oliveira Freire, Manoel Alexandre Diniz Neto e Francisco Thiago Coelho Bezerra, pela participação, opiniões e idéias mencionadas para o aperfeiçoamento deste trabalho de pesquisa.

Às pessoas que não foram citadas, mas que de forma direta ou indireta contribuíram para que eu realizasse este trabalho.

**Muito obrigado!**

SOUZA, J. T.A. **Atributos do solo, fisiologia, produção e qualidade do maracujazeiro amarelo sob irrigação, redução de perdas hídricas e matéria orgânica.** Areia, Paraíba. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, março de 2019. 79 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Orientador: Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante.

## RESUMO

No cultivo do maracujazeiro amarelo, as reduções na aplicação e nas perdas de água são cada vez mais essenciais, haja visto a depleção do volume hídrico mundial em quantidade e qualidade, associado a isto, o uso de insumos orgânicos pode auxiliar na avaliação da dinâmica dos atributos edáficos, desenvolvimento das plantas, aspectos fisiológicos, potencial produtivo e qualidade dos frutos nas safras avaliadas. Neste contexto, realizou-se um experimento no período de novembro/2016 a outubro/2017 no município de Remígio, Estado da Paraíba, Brasil, para avaliar os efeitos da redução da lâmina de irrigação de 100 para 60% da evapotranspiração da cultura e de perdas hídricas no solo tratado com doses de esterco bovino sobre os atributos do solo, aspectos fisiológicos das plantas, produção e qualidade físico-química de frutos de maracujazeiro BRS Gigante Amarelo (BRS GA1). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcela subdividida, com três repetições, usando o esquema fatorial  $2 \times (2 \times 5)$ , referente as lâminas de irrigação de 60 e 100% da evatranspiração da cultura - ETc, covas sem e com proteção lateral com filme plástico para redução das perdas de água do solo por infiltração lateral e doses de 0,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 L de esterco bovino por cova. As lâminas de irrigação corresponderam à parcela principal e a combinação entre proteção lateral das covas e as doses de matéria orgânica às sub-parcelas. O aumento da dose de esterco bovino estimulou o acúmulo dos nutrientes P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, além de elevar o pH, teor de matéria orgânica, resultando em maior soma de bases, capacidade de troca catiônica, percentagem de saturação por bases e umidade do solo, atenuando a temperatura no ambiente edáfico, principalmente nos tratamentos irrigados com 100% da ETc. A associação da maior lâmina de irrigação com as maiores doses de matéria orgânica promoveu aumento nos índices de clorofila *a*, *b* e *total*, condutância estomática, concentração interna de carbono, fotossíntese, taxa transpiratória, eficiência instantânea de carboxilação, componentes de produção e qualidade físico-química dos frutos. O revestimento lateral das covas não influenciou nos atributos edáficos, exceto no teor de matéria orgânica, mas elevou a umidade e reduziu a temperatura do solo, independentemente da lâmina de irrigação utilizada. Apesar da proteção lateral das covas com filme plástico ter influenciado positivamente a condutância estomática, concentração interna de gás carbônico das plantas e a massa média dos frutos, não elevou a produtividade da cultura.

**Palavras chave:** Passiflorácea; Economia de água; insumo orgânico; redução de perdas hídricas

SOUZA, J. T. A. **Attributes of soil, plants physiology, production and quality of yellow passion fruit under irrigation, reduction of water loss and organic matter.** Areia, Paraíba. Center for Agrarian Sciences, Federal University of Paraíba, March 2019. 79 p. Thesis (Doctor in Agronomy). Postgraduate Program in Agronomy. Advisor: Dr. Lourival Ferreira Cavalcante.

## ABSTRACT

In cultivation of yellow passion fruit, the reduction in water application and losses is increasingly essential, has seen the depletion of the world hydric volume in quantity and quality, that associated with the use of organic inputs can help in maintaining the dynamics of edaphic attributes, development of plants, physiological aspects, production potential and fruit quality in the evaluated crops. In this context, an experiment was carried out during the period from November/2016 to October/2017 Remígio municipality , Paraíba State, Brazil, in order to evaluate the effects of irrigation depths reduction from 100 to 60% of evapotranspiration of culture and water losses on soil treated with doses of bovine manure on soil attributes, physiological aspects of plants, plants production and physic-chemical quality of Yellow Giant BRS passion fruit (BRS GA1).The experimental design was a randomized block with subdivided plot, with three replicates, using the factorial scheme  $2 \times (2 \times 5)$ , referring to irrigation depths of 60 and 100% of crop evapotranspiration-ETc, pits without and with lateral protectionwith plastic film to reduce soil water losses by lateral infiltrationand doses of 0.0; 2.5; 5.0; 7.5 and 10.0 L of bovine manure per pit.The irrigation depths corresponded to the main plot and the combination between lateral protection of the pits and the doses of organic matter to the subplots. Increasing the dose of bovine manure stimulated the accumulation of nutrients, P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, Beyond the pH, organic matter content, sum of bases, cation exchange capacity, base saturation percentage and humidity, attenuating the temperature in the edaphic environment, especially us irrigated treatments when based on 100% of Etc. The association of bigger irrigation depth with the largest doses of organic matter promoted an increase in indexes of chlorophyll *a*, *b* and *total*, stomatal conductance, internal carbon concentration, photosynthetic, transpiratory rate, instantaneous carboxylation efficiency, production components and physical-chemical quality of fruits. The lateral lining of the pits did not influence in the edaphic attributes, except the organic matter content, but raised humidity and reduced the soil temperature, irrespective of the irrigation depth used. Despite the lateral protection of the pits with plastic film have influenced positively the stomatal conductance, the internal carbon dioxide concentration of the plant sand the average mass of the fruits did not increase the productivity of the crop.

**Keywords:** Passifloraceae; water economy; organic input; reduction of water losses

## LISTA DE FIGURAS

<b>Artigo I: Atributos do solo sob lâminas de irrigação, revestimento de covas e matéria orgânica.....</b>	1
<b>Figura 1.</b> pH do solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1 em função de doses de esterco bovino.....	8
<b>Figura 2.</b> Teor de matéria orgânica do solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	9
<b>Figura 3.</b> Teor de fósforo no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	10
<b>Figura 4.</b> Teor de potássio no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	11
<b>Figura 5.</b> Teor de cálcio no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	12
<b>Figura 6.</b> Teor de magnésio no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	13
<b>Figura 7.</b> Teor de sódio no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	14
<b>Figura 8.</b> Soma de bases do solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	16
<b>Figura 9.</b> Capacidade de troca catiônica (CTC) do solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 e 60 % da ETc (A) e em covas sem (.....) e com (—) revestimento lateral sob doses de esterco bovino (B).....	17
<b>Figura 10.</b> Percentagem de saturação por bases do solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (.....), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	18

<b>Figura 11.</b> Temperatura da superfície (A) e a 15 cm de profundidade (B e C) no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função da irrigação com 100 e 60 % da ETc, da interação entre lâminas de irrigação e doses de esterco bovino e entre lâminas de irrigação em covas sem e com revestimento lateral.....	20
<b>Figura 12.</b> Umidade na superfície do solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função da ausência e presença de revestimento lateral de covas (A) e da interação entre lâminas de irrigação de 100 e 60 % da ETc e doses de esterco bovino (B).....	21
<b>Figura 13.</b> Umidade a 15 cm de profundidade no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	22
<b>Figura 14.</b> Umidade a 30 cm de profundidade no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função da interação entre lâminas de água (100 e 60 %) e presença e ausência de revestimento lateral de covas (A) e da interação entre lâminas de irrigação de 100 e 60 % da ETc e doses de esterco bovino (B).....	23

## **Artigo II: Irrigação, matéria orgânica e redução das perdas hídricas do solo na fisiologia e produção do maracujazeiro**

<b>Figura 1.</b> Índice de clorofila <i>a</i> em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	38
<b>Figura 2.</b> Índice de clorofila <i>b</i> em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	39
<b>Figura 3.</b> Índice de clorofila total em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	40
<b>Figura 4.</b> Condutância estomática (gs) em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	42
<b>Figura 5.</b> Concentração interna de carbono em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	43

<b>Figura 6.</b> Taxa fotossintética em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	44
<b>Figura 7.</b> Taxa transpiratória em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	45
<b>Figura 8.</b> Eficiência instantânea de uso da água em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	46
<b>Figura 9.</b> Eficiência instantânea de carboxilação (EiC) em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	47
<b>Figura 10.</b> Produção por planta de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	49
<b>Figura 11.</b> Eficiência agronômica do uso da água em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).....	50

### **Artigo III. Produção e qualidade físico-química de maracujá amarelo sob irrigação, revestimento lateral de covas e matéria orgânica**

<b>Figura 1.</b> Número de frutos por planta de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral (B).....	67
<b>Figura 2.</b> Massa média de fruto de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral (B).....	68
<b>Figura 3.</b> Produtividade de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral (B).....	69
<b>Figura 4.</b> Comprimento e diâmetro do fruto de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····) (A), em covas sem (B) e com revestimento lateral (C), respectivamente.....	70

<b>Figura 5.</b> Espessura e firmeza da casca do fruto do maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A e C) e com revestimento lateral (B e D), respectivamente.....	72
<b>Figura 6.</b> Massa da casca e rendimento de polpa do fruto do maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A e C) e com revestimento lateral (B e D), respectivamente.....	74
<b>Figura 7.</b> Teor de ácido ascórbico de frutos do maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função da irrigação com 100 e 60 % da ETc.....	75

## LISTA DE TABELAS

### Artigo I: Atributos do solo sob lâminas de irrigação, revestimento de covas e matéria orgânica

<b>Tabela 1.</b> Precipitação mensal (P), temperatura do ar média mensal (T), umidade relativa do ar média mensal (UR) e evaporação média mensal (E) durante os anos de 2016 e 2017.....	4
<b>Tabela 2.</b> Caracterização física e química do solo, quanto à fertilidade, na camada de 0 - 40 cm, e do esterco bovino.....	5
<b>Tabela 3.</b> Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referente ao pH (pH), matéria orgânica (MO) e teores de fósforo (P), potássio (K <sup>+</sup> ), cálcio (Ca <sup>2+</sup> ), magnésio (Mg <sup>2+</sup> ), sódio (Na <sup>+</sup> ), do solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo.....	8
<b>Tabela 4.</b> Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referente ao alumínio (Al <sup>3+</sup> ) e hidrogênio + alumínio (H+Al <sup>3+</sup> ), soma de bases (SB), percentagem de saturação do solo (V%) e capacidade de troca catiônica (CTC) do solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo.....	15
<b>Tabela 5.</b> Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referente à temperatura e umidade do solo, mensurados na superfície (S), a 15 e 30 cm de profundidade no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo.....	19

### Artigo II: Irrigação, matéria orgânica e redução das perdas hídricas do solo na fisiologia e produção do maracujazeiro

<b>Tabela 1.</b> Precipitação mensal (P), temperatura do ar média mensal (T), umidade relativa do ar média mensal (UR) e evaporação média mensal (E) durante os anos de 2016 e 2017.....	33
<b>Tabela 2.</b> Caracterização física e química do solo, quanto à fertilidade, na camada de 0 - 40 cm, e do esterco bovino.....	34
<b>Tabela 3.</b> Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referente aos índices de clorofila <i>a</i> (cl <i>a</i> ), <i>b</i> (cl <i>b</i> ) e <i>total</i> (cl <i>total</i> ), fluorescência inicial (F0), fluorescência máxima (Fm), Fluorescência variável (Fv), rendimento quântico potencial (Fv/Fm) e relação Fv/F0 do maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo.....	37
<b>Tabela 4.</b> Resumo das análises de variância, pelo quadrado médio, referente à condutância estomática (gs), concentração interna de carbono (Ci), transpiração (E), fotossíntese líquida (A), eficiência instantânea do uso da água (A/E) e eficiência instantânea de carboxilação	

(A/Ci), produção por planta (PP) e eficiência agronômica do uso da água (EUA) em plantas de maracujazeiro BRS GiganteAmarelo.....	41
---	----

**Artigo III:Produção e qualidade físico-química de maracujá amarelo sob irrigação, revestimento lateral de covas e matéria orgânica**

<b>Tabela 1.</b> Precipitação mensal (P), temperatura do ar média mensal (T), umidade relativa do ar média mensal (UR) e evaporação média mensal (E) durante os anos de 2016 e 2017.....	62
--	----

<b>Tabela 2.</b> Caracterização física e química do solo, quanto à fertilidade, na camada de 0 - 40 cm, e do esterco bovino.....	63
--	----

<b>Tabela 3.</b> Resumo das análises de variância,pelo quadrado médio,referente ao número de frutos por planta (PP), massa média de fruto (MM), produtividade (PROD), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF), espessura da casca (EC), firmeza do fruto (FF), massa da casca (MC) e rendimento de polpa (RP) do maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo....	66
---	----

<b>Tabela 4.</b> Resumo das análises de variância,pelo quadrado médio,referente à espessura da casca (EC), firmeza do fruto (FF), massa da casca (MC), rendimento de polpa (RP), acidez titulável da polpa (ACP) e teor de Ácido Ascórbico (AA) do fruto do maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo.....	71
---	----

## SUMÁRIO

<b>Artigo I: Atributos químicos do solo sob lâminas de irrigação, revestimento de covas e matéria orgânica.....</b>	2
<b>Resumo .....</b>	2
<b>Abstract .....</b>	2
<b>Introdução .....</b>	3
<b>Material e Métodos.....</b>	4
<b>Resultados e Discussão .....</b>	7
<b>Conclusão .....</b>	24
<b>Agradecimentos .....</b>	24
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	24
<b>Artigo II: Irrigação, matéria orgânica e redução das perdas hídricas do solo na fisiologia e produção do maracujazeiro .....</b>	31
<b>Resumo .....</b>	31
<b>Abstract .....</b>	31
<b>Introdução .....</b>	32
<b>Material e Métodos.....</b>	33
<b>Resultados e Discussão .....</b>	37
<b>Conclusão .....</b>	51
<b>Agradecimentos .....</b>	51
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	52
<b>Artigo III: Produção e qualidade físico-química de maracujá amarelo sob irrigação, revestimento lateral de covas e matéria orgânica.....</b>	60
<b>Resumo .....</b>	60
<b>Abstract .....</b>	60
<b>Introdução .....</b>	61
<b>Material e Métodos.....</b>	62
<b>Resultados e Discussão .....</b>	66
<b>Conclusão .....</b>	76
<b>Agradecimentos .....</b>	76
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	76

**Artigo I:**

**Atributos do solo sob lâminas de irrigação, revestimento de covas e matéria orgânica**

## Atributos do solo sob lâminas de irrigação, revestimento de covas e matéria orgânica

**RESUMO:** A redução de perdas hídricas associada à adição de matéria orgânica ao solo deve contribuir para melhoria nos componentes da fertilidade. Neste contexto, realizou-se um experimento no período de novembro/2016 a outubro/2017 no município de Remígio, Estado da Paraíba, Brasil, para avaliar os efeitos da redução da lâmina de irrigação de 100 para 60% da evapotranspiração e de perdas hídricas no solo tratado com doses de esterco bovino sobre os atributos de um solo cultivado com maracujazeiro BRS Gigante Amarelo (BRS GA1). O delineamento experimental foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas, com três repetições, usando o esquema fatorial  $2 \times (2 \times 5)$ , referente as lâminas de irrigação de 60 e 100% da evapotranspiração da cultura - ETc, como parcela principal e a combinação entre as covas sem e com proteção lateral com filme plástico com as doses de 0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 L de esterco bovino por cova correspondendo às subparcelas. O nível de fertilidade do solo, expresso pelo pH, matéria orgânica, P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, soma de bases trocáveis, capacidade de troca catiônica e percentagem de saturação por bases, foi elevado com o aumento das doses de esterco bovino com superioridade nos tratamentos irrigados com a lâmina de irrigação de 100% da ETc. O revestimento lateral das covas não influenciou nos atributos químicos do solo, exceto no teor de matéria orgânica, mas elevou a umidade e reduziu a temperatura do solo, independentemente da lâmina de irrigação aplicada.

**Palavras chave:** Fertilidade do solo; *Passiflora edulis*; economia hídrica; insumo orgânico

### **Soil chemical attributes under irrigation depth, coating of pits and organic matter**

**ABSTRACT:** The reduction, associated with the addition of organic matters to the soil, should contribute for improvement us components of soil fertility. In this context, an experiment was carried out in the period from November/2016 to October/2017 in the municipality of Remígio, State of Paraíba, Brazil, to evaluate the effects of the irrigation depth reduction from 100 to 60% of evapotranspiration and water losses in the soil treated with doses of bovine manure on the attributes of a cultivated soil with yellow giant BRS passion fruit (BRS GA1). The experimental design was a randomized block with subdivided plot, with three replicates, using the factorial scheme  $2 \times (2 \times 5)$ , referring to the irrigation depths 60 and 100% of crop evatranspiration-ETc, as main plot and the combination between the pits without and with lateral protection with plastic film with the doses of 0.0; 2.5; 5.0; 7.5 and 10.0 L of bovine manure per pit corresponding to subplots. The level of soil fertility, expressed by pH, organic matter, P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, bases sum, cation exchange capacity and percentage saturation by bases, was elevated with increasing doses of bovine manure with superiority in the treatments irrigated with the irrigation daphth of 100% of ETc. The lateral coating of the pits did not influence the chemical attributes of the soil, except the content of organic matter, but raised the humidity and reduced the soil temperature, regardless of the irrigation blade used.

**Keywords:** Soil fertility; *Passiflora edulis*; water economy; organic input

## INTRODUÇÃO

O cultivo do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims) no Brasil destaca-se principalmente na região Nordeste, responsável por 60,9% da produção nacional, sendo a Paraíba o décimo terceiro estado com maior volume de produção desta frutífera (IBGE, 2017). Esta cultura insere-se como alternativa agrícola economicamente viável para as pequenas e médias propriedades rurais das áreas semiáridas pela necessidade constante em mão de obra para os tratos culturais, como também pelo incremento de renda (SANTOS et al., 2018).

Em sistemas de produção frutícola, como de maracujazeiro amarelo, além da necessidade do monitoramento de aspectos como o controle e manejo de pragas e doenças, a fertilidade do solo também merece destaque pela variação sazonal que pode ocorrer durante os ciclos da cultura (NUNES, 2016). Neste contexto, o manejo da irrigação pode exercer um importante papel quanto aos atributos químicos do solo, através da maior solubilização de fertilizantes minerais (VARALLO et al., 2012), elevando também a taxa de mineralização de fontes orgânicas utilizadas na adubação (ARAÚJO, 2016).

Em áreas irrigadas, a manutenção da umidade edáfica por mais tempo pode auxiliar de forma positiva na maior disponibilidade de nutrientes às culturas, técnicas como o revestimento lateral de covas com filme plástico de alta densidade para redução das perdas hídricas por caminhamento lateral podem favorecer a atividade microbiana, mineralização do nitrogênio orgânico e disponibilidade de nutrientes às plantas, nas camadas mais superficiais do solo (LIMA NETO et al., 2013).

Associado ao bom manejo da irrigação e práticas que mantenham a umidade edáfica em condições favoráveis, a adubação orgânica via esterco bovino tende a aumentar a fertilidade do solo, especialmente dos teores de macro e micronutrientes (MARTINS et al., 2015). Este adubo orgânico propicia efeitos positivos aos aspectos físicos, como maior capacidade de retenção de água e agregação de partículas, além de estimular a atividade microbiana do solo elevando a disponibilidade de nutrientes ao sistema agrícola (FIGUEIREDO et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2016). Melhorias químicas no solo em resposta à fertilização com matéria orgânica foram relatadas por alguns autores, como Pires et al. (2008) em cultivo de maracujazeiro amarelo; Barcellos et al. (2015) em solo cultivado com sucessão gramíneas/leguminosas e Guo et al. (2018) em um Vertisolo no Oeste da China.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da redução da lâmina de irrigação em solo revestido lateralmente com filme plástico e adubado com esterco bovino nos atributos de um Neossolo cultivado com maracujazeiro amarelo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no período de novembro de 2016 a outubro de 2017, na propriedade Macaquinhas, município de Remígio, Paraíba ( $7^{\circ} 00' 1,95''$  S,  $35^{\circ} 47' 55''$  W) (SOUZA et al., 2016). O clima do município, conforme a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013) é do tipo As' que significa quente e úmido com período chuvoso de março a julho; a pluviosidade média histórica nos últimos dez anos, de 2008 a 2017 foi 853 mm. Os dados de precipitação, temperatura, umidade relativa do ar e evaporação no local do experimento, durante os anos de 2016 e 2017, estão indicados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Precipitação mensal (P), temperatura do ar média mensal (T), umidade relativa do ar média mensal (UR) e evaporação média mensal (E) durante os anos de 2016 e 2017.

Mês	Ano							
	*2016				*2017			
	P (mm)	T (C°)	UR (%)	E (mm)	P (mm)	T (C°)	UR (%)	E (mm)
Janeiro	129	29,2	65,4	4,3	10	28,9	66,8	6,7
Fevereiro	33	29,7	64,8	5,4	9	29,1	66,2	6,8
Março	102	28,4	67,1	5,7	59	27,8	73,1	6,5
Abril	124	25,9	79,3	4,3	64	27,6c	73,7	4,9
Maio	158	24,9	80,1	4,8	77	26,6	76,4	4,7
Junho	33	24,4	78,5	4,2	121	24,1	84,5	3,3
Julho	14	24,1	75,0	5,4	186	21,6	89,3	2,0
Agosto	8	25,1	69,5	6,2	54	23,1	84,3	4,8
Setembro	19	25,8	68,9	6,2	37	23,8	80,1	4,6
Outubro	10	27,3	65,5	8,2	24	24,4	78,8	5,2
Novembro	0,0	28,2	64,4	8,3	6,0	25,6	78,0	7,6
Dezembro	103	28,6	65,5	7,3	17	26,3	72,9	6,8
<b>Total/média</b>	<b>733</b>	<b>26,9</b>	<b>70,3</b>	<b>5,9</b>	<b>663</b>	<b>25,7</b>	<b>77,0</b>	<b>5,3</b>

\*Fonte: Os valores foram obtidos de equipamentos instalados próximos à área experimental.

O solo da área experimental, conforme os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2013), é Neossolo Regolítico distrófico e, quanto à salinidade é não salino (RICHARDS, 1954). Antes da implantação do experimento, seis amostras simples de solo foram coletadas na camada de 0-0,40 m, transformadas em uma amostra composta por bloco para a caracterização dos atributos físicos e químicos quanto à fertilidade (EMBRAPA, 2017), usando os valores médios (Tabela 2); o esterco bovino também foi caracterizado em uma amostra composta oriunda de seis amostras simples, empregando as metodologias contidas em EMBRAPA (2017). O caráter eutrófico do solo é resposta de fertilizações minerais e orgânicas em cultivos anteriores.

**Tabela 2.** Caracterização física e química do solo, quanto à fertilidade, na camada de 0 - 40 cm, e do esterco bovino.

Caracterização do solo		Esterco bovino	
Atributos físicos	Valor	Atributos da Fertilidade	Valor
DS (kg dm <sup>-3</sup> )	1,62	pH	5,95
DP (kg dm <sup>-3</sup> )	2,67	P (mg dm <sup>-3</sup> )	14,48
PT (%)	0,39	K ( cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,14
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	827	Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,03
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	93,0	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,25
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	80,0	Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,04
ADA (g kg <sup>-1</sup> )	25,0	Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,39
GF (%)	68,8	Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,10
ID (%)	31,2	SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,66
Ucc (g kg <sup>-1</sup> )	58,0	CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,91
Upmp (g kg <sup>-1</sup> )	31,5	V (%)	54,18
Adi (g kg <sup>-1</sup> )	26,5	MO (g kg <sup>-1</sup> )	8,47
Clas., textural	Areia Franca		391,68

DS = densidade do solo; DP = Densidade de partículas; PT = Porosidade Total; ID = Índice de dispersão = 100 - GF; ADA = Argila dispersa em água; Adi = Água disponível; Ucc = umidade do solo na capacidade de campo; Upmp = Umidade do solo no ponto de murcha permanente. SB = Soma de bases (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>); CTC = Capacidade de troca catiônica [SB + (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>)]; V = Saturação por bases trocáveis (SB/CTC)100; MOS = Matéria orgânica do solo; E. Bovino = Esterco Bovino. pH: água (1:2,5); P e K: Mehlich-1; Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>: KCl 1 mol/L; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup>: Acetato de Ca 0,5 mol/L pH 7,0; MO: Método Walkley-Black por via úmida.

O extrato de saturação do Neossolo na camada 0-40 cm e a água para irrigação das plantas foram caracterizados quanto à salinidade conforme Richards (1954) e apresentaram respectivamente valores de pH 6,80 e 6,12, condutividade elétrica 0,36 e 0,35 dS m<sup>-1</sup>, cálcio 0,79 e 1,19 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, magnésio 0,68 e 0,59 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, sódio 1,71 e 1,48 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, potássio 0,45 e 0,19 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, cloreto 2,29 e 2,51 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, carbonato ausência e ausência, bicarbonato 0,75 e 0,54 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, sulfato 0,49 e 0,36 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, razão de adsorção de sódio (2,01 e 1,57 mol L<sup>-1</sup>)<sup>1/2</sup>, percentagem de sódio trocável do solo 0,61%, classificação quanto à salinidade solo não salino e água sem risco de salinidade e sodicidade.

Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com três repetições de três plantas por subparcela ou tratamento. Adotou-se o esquema fatorial 2 × (2 × 5), referente a duas lâminas de irrigação como parcela principal (100 e 60% da evapotranspiração da cultura - ETc) e as subparcelas, à combinação entre a proteção lateral

das covas contra as perdas hídricas (sem e com) filme plástico plástico e cinco doses de esterco bovino (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 L por cova).

O revestimento lateral das covas contra as perdas hídricas foi feito com filme plástico (GONDIM et al., 2009), de alta densidade (320  $\mu$ ), instalado numa circunferência de 1 m de diâmetro, área de 0,78  $m^2$  e profundidade de 45 cm. Esse tipo de cova atende à distribuição do sistema radicular do maracujazeiro devido a maior proporção de raízes ativas concentrar-se nos primeiros 40 cm de profundidade e na distância de 40 cm do caule das plantas (LUCAS et al., 2012).

As covas foram abertas nas dimensões de 40 cm  $\times$  40 cm  $\times$  40 cm no espaçamento de 3,0 x 2,5 m e preparadas com material de solo dos primeiros 20 cm, 10 L de esterco bovino de relação C:N de 21:1 e, em função dos baixos teores de cálcio do solo (Tabela 1), uma mistura de 100 g, contendo 75% de calcário calcítico (48% CaO, 3,8 % MgO e 78% de PRNT) e 25% de gesso agrícola ( $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ ) com 24% CaO, 16% S, 0,81%  $P_2O_5$  e 14% de umidade. A adição do gesso tem a função de adicionar enxofre ao solo, elevar a solubilização do cálcio do calcário e aumentar a disponibilidade de  $Ca^{2+}$  nas camadas inferiores do solo (SOUZA et al., 2016).

O esterco de bovino foi aplicado na preparação das covas e a cada 90 dias após o transplantio das mudas (DAT), distribuído numa área com circunferência de 50 cm de raio tendo a planta com centro da cova.

As mudas de maracujazeiro 'BRS Gigante Amarelo' (BRS GA1) foram formadas por via seminífera em substrato contendo duas partes dos primeiros 20 cm de material do Neossolo da área experimental, uma parte do mesmo esterco bovino que foi adicionado às covas e 1 kg de superfosfato simples (18%  $P_2O_5$ , 18,0% Ca e 10,0% S) em 100 kg de substrato.

A irrigação das plantas foi feita três vezes por semana com base na evapotranspiração da cultura (ETc), com água não salina (0,35 dS  $m^{-1}$ ) usando o método de aplicação localizada por microaspersão com um emissor por planta, vazão de 60 L  $h^{-1}$ , trabalhando na pressão de serviço de 0,2 MPa. Um tanque classe 'A' foi instalado próximo à área experimental para obtenção das leituras de evaporação de tanque - ETa. Inicialmente obteve-se a evapotranspiração potencial – Eto pelo produto da ETa x 0,75 (ETo = ETa x 0,75) em seguida quantificou-se a evapotranspiração da cultura através do produto entre a ETo e o coeficiente de cultivo (kc) em cada fase da cultura (ETc = ETo x kc). Os valores de kc foram 0,2; 0,4; 0,8

e 1,2 para os primeiros 60 dias após o transplantio (DAT), dos 60 aos 90 DAT, dos 90 aos 115 DAT e a partir da floração até a colheita, respectivamente (SOUZA et al., 2016).

Após o transplantio, as adubações com NPK foram feitas conforme Nunes et al. (2017). As adubações nitrogenadas com ureia (45% N) e cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O) foram feitas mensalmente nas proporções de N e K de 1:1 com valores dos respectivos nutrientes 3, 3, 5, 10, 10, 10, 20, 20, 30, 30 e 30 g planta<sup>-1</sup> e as de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na forma de superfosfato simples, a cada dois meses, nos valores de 5, 10, 20, 10 e 40 g planta<sup>-1</sup>. O sistema de sustentação das plantas foi espaldeira com um arame liso nº 12, instalado no topo das estacas a 2,2 m de altura do solo.

Na floração das plantas, aos 115 dias após o transplantio das mudas, foram coletadas amostras simples de solo, nos quatro quadrantes das plantas, à profundidade de 0-40 cm, para formação de uma amostra composta por tratamento. O material foi colocado em sacos de polietileno etiquetados e enviados para análises de fertilidade. Quanto à fertilidade do solo, as variáveis químicas analisadas foram o pH, matéria orgânica, teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, sódio, soma de bases, hidrogênio + alumínio, alumínio, capacidade de troca de cátions e percentagem de saturação de bases, adotando-se metodologias contidas em Embrapa (2011). Foram analisadas também a temperatura (°C) e a umidade do solo (%) na superfície, a 15 e 30 cm de profundidade através de tubos de acesso de PVC de 50 mm de diâmetro nominal, na planta central de cada subparcela. Nestas mensurações foram utilizados termômetro digital a laser, modelo ICEL – TD 971 e medidor de umidade portátil digital tipo ECH2O Check- EC 3212, 24 horas após a irrigação, nas diferentes camadas.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, as médias referentes às lâminas de irrigação e proteção lateral das covas foram comparadas pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ), que é conclusivo para um grau de liberdade, e as relativas às doses de esterco bovino, foram ajustadas por regressão polinomial. Para o processamento dos dados, foi utilizado o software estatístico Statistical Analysis System (SAS/STAT 9.3 (2011)).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

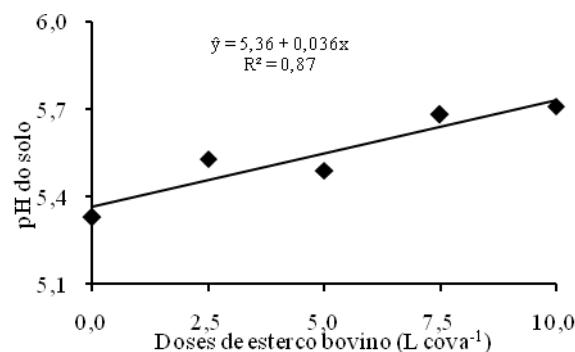
O resumo das análises de variância (Tabela 4) demonstra que as doses de esterco bovino (E) influenciaram significativamente o pH edáfico, enquanto as interações entre lâmina de água (L)  $\times$  doses de esterco (E) e entre revestimento de covas (R)  $\times$  doses de esterco (E) afetaram estatisticamente o fósforo (P) do solo. No entanto, a interação L  $\times$  R  $\times$  E propiciou efeito significativo à maioria dos atributos edáficas, como teor de matéria orgânica (MO), potássio (K<sup>+</sup>), cálcio (Ca<sup>2+</sup>), magnésio (Mg<sup>2+</sup>), sódio (Na<sup>+</sup>).

**Tabela 3.** Resumo das análises de variância para pH (pH), matéria orgânica (MO), fósforo (P), potássio (K<sup>+</sup>), cálcio (Ca<sup>2+</sup>), magnésio (Mg<sup>2+</sup>) e sódio (Na<sup>+</sup>), em Neossolo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio						
		pH	MO	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>
<b>Bloco</b>	2	0,24 ns	1,87 E-31 ns	518,02 ns	1731,23 ns	0,04 ns	0,03 ns	0,004 ns
<b>Lam (L)</b>	1	0,04 ns	1,64 E-31 ns	511,10 ns	577,50 ns	0,17*	0,06 ns	0,001 ns
<b>Resíduo (a)</b>	2	0,12	1,25 E-31	3274,40	14431,00	0,14	0,03	0,002
<b>Rev (R)</b>	1	0,33 ns	1,65 E-61**	3921,73 ns	3293,00*	0,03 ns	0,02 ns	0,021 ns
<b>DEB (E)</b>	4	0,33*	187,50**	11086,00**	2334,00*	0,43**	0,57**	0,041**
<b>L x R</b>	1	0,33 ns	9,72 E-63*	1029,40 ns	1585,00**	0,15*	0,02 ns	0,001 ns
<b>L x E</b>	4	0,17 ns	1,31 E-31 ns	8579,94**	7840,00**	0,68**	0,36**	0,002 ns
<b>R x E</b>	4	0,03 ns	1,31 E-31 **	1696,64*	3447,00**	0,26**	0,21*	0,007**
<b>L x R x E</b>	4	0,03 ns	1,31 E-31**	1019,15 ns	6244,00**	0,34**	0,31*	0,013**
<b>Resíduo (b)</b>	36	0,08	1,10 E-12	565,88	7024,13	0,03	0,08	0,001
<b>Total</b>	59							
<b>CV a (%)</b>		6,2	9,4	20,3	27,5	16,8	3,3	17,8
<b>CV b (%)</b>		5,1	7,2	16,9	19,2	7,7	20,1	12,6

GL = Grau de liberdade; Lam = Lâmina de irrigação; Rev = Revestimento lateral de covas; DEB = Doses de esterco bovino; \*\*: significativo a 1%; \*: significativo a 5%; ns: não significativo.

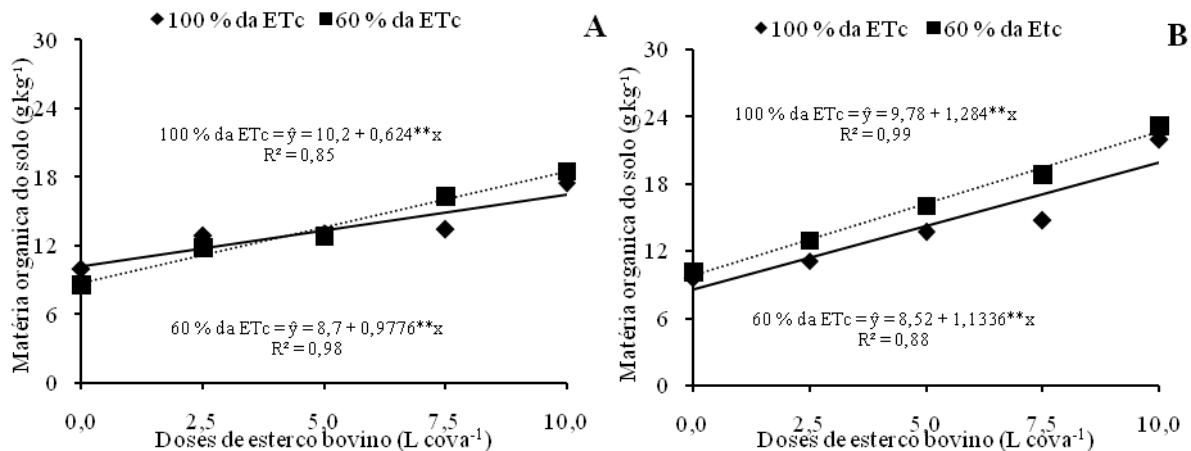
O pH do solo aumentou de 5,36 para 5,71 à medida que a dose de esterco bovino foi incrementada de 0 para 10 L cova<sup>-1</sup> promovendo acréscimo de 6,7 % (Figura 1). Este aumento de pH com a utilização do esterco bovino possivelmente está relacionado à liberação de amônio durante a sua decomposição, assim como a presença de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> provenientes desse insumo, que neutraliza e desloca elementos responsáveis pela acidez como o H<sup>+</sup> (ROCHA et al., 2015). O aumento do teor da matéria orgânica do solo (Figura 2) causa, entre outros efeitos, o aumento do pH, assim como a complexação e a precipitação do alumínio da solução do solo (SILVA et al., 2011).



**Figura 1.** pH do solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino.

O teor de matéria orgânica do solo nas covas não revestidas com filme plástico respondeu de forma linear crescente às doses de esterco bovino, acréscimo de 112,6 e 61% em

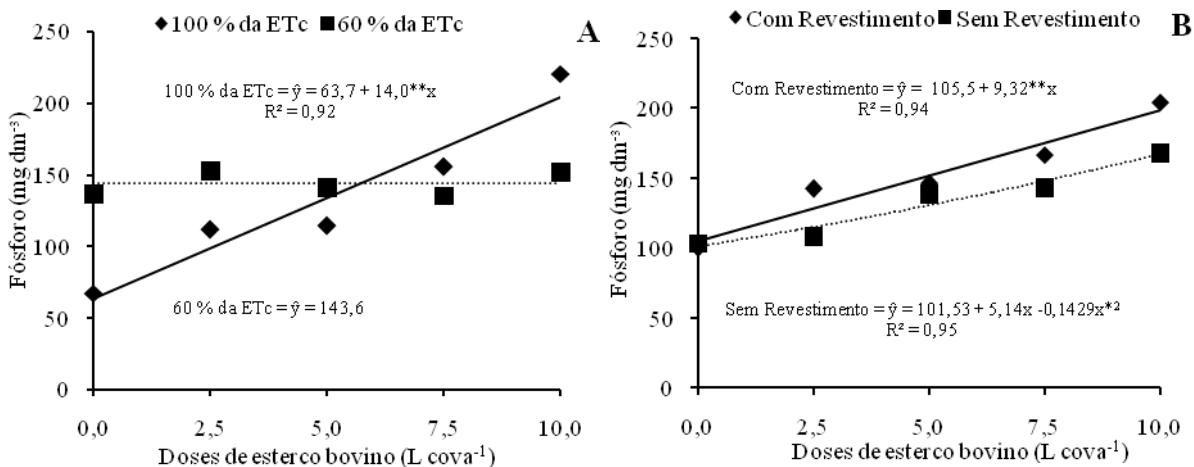
relação ao solo dos tratamentos ausentes deste insumo e irrigados com 60 e 100% da lâmina de irrigação, respectivamente (Figura 2A). Na presença do revestimento lateral das covas, os dados comportaram-se da mesma forma, entretanto com incrementos mais acentuados da menor para a maior dose de esterco bovino utilizada, chegando a 131 e 133% quando irrigou-se com 60 e 100% da lâmina de irrigação (Figura 2B).



**Figura 2.** Teor de matéria orgânica do solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

Quando o solo foi irrigado com 60% da ETc, observou-se que os teores de matéria orgânica foram mais elevados em ambos os tipos de cova, isto provavelmente é devido à menor mineralização causada pelo restrito fornecimento hídrico. Barcellos et al. (2015) verificaram que os teores de matéria orgânica de um solo cultivado com sucessão entre gramíneas e leguminosas aumentou pela aplicação de esterco bovino, principalmente na camada de 0-10 cm de profundidade. Da mesma forma Grosh et al. (2018) obtiveram acréscimos no teor de matéria orgânica do solo em cultivo rotacionado com milho e trigo no Noroeste da Índia conforme aumentou a dose de esterco bovino ao solo.

No solo irrigado com 100% da lâmina de irrigação o fósforo (P) foi levado de forma linear de 63,7 para 206,8 mg dm<sup>-3</sup> com o aumento das doses de esterco de zero para 10 L cova<sup>-1</sup>, com acréscimo de 225% (Figura 3A). Os dados relativos à lâmina de irrigação com 60% da ETc não se ajustaram a nenhum modelo de regressão testado, obtendo o valor médio 143,6 mg dm<sup>-3</sup>, isto é, 10 vezes o valor de P inicial do solo antes de iniciar o experimento (Tabela 2).



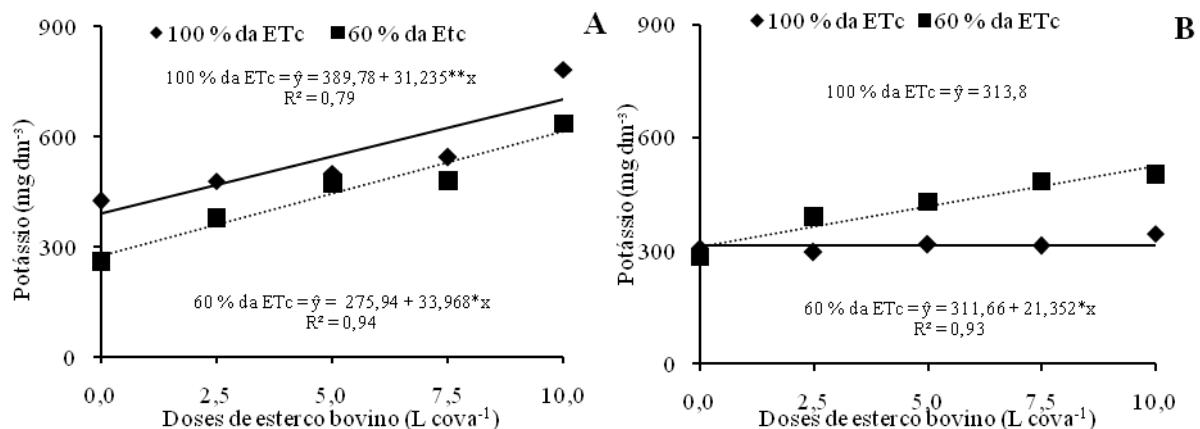
**Figura 3.** Teor de fósforo no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····) (A), em covas sem e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

O teor do macronutriente no solo também cresceu de forma linear em função do aumento das doses de esterco bovino, em ambos os tipos de cova (Figura 3B), entretanto na presença do revestimento lateral com filme plástico o aumento foi mais acentuado, chegando a 198,7 mg dm<sup>-3</sup> na dose de 10 L de esterco por cova, elevação de 44% em comparação ao solo sem revestimento.

A elevação do conteúdo de fósforo, mesmo no solo sem de adição de esterco bovino, possivelmente deve-se à adubação bimestral realizada com o nutriente na forma de superfosfato simples. Além disso, os aumentos referentes às doses de adubo orgânico em associação com a maior lámina hídrica (Figura 3A) e ao revestimento das covas (Figura 3B) devem estar ligados à capacidade do insumo orgânico em disponibilizar elemento, pelo aumento da solubilidade de compostos fosfatados existentes nos solos (NASCIMENTO et al, 2012), podendo ser potencializado pela maior disponibilidade de água, tanto através do maior conteúdo de água fornecido ao solo como pela manutenção da umidade edáfica causada pelo revestimento plástico das covas.

Gonzalez et al. (2014) observaram que a adição de torta de filtro contribuiu para o aumento do teor de fósforo em Latossolo Vermelho distrófico. Estes autores afirmam ainda que fontes orgânicas como o esterco bovino contêm microrganismos e substâncias húmicas com habilidade de converter elementos, como o fósforo, da forma adsorvida, pouco indisponível, para a forma disponível às plantas, com consequente diminuição da fixação de P no solo.

O teor de potássio ( $K^+$ ) do solo aumentou em função do aumento das doses de esterco bovino, independentemente da lâmina de água utilizada. A adição de 10 L de esterco às covas não revestidas incrementou o  $K^+$  edáfico em 80 e 136 % em relação ao solo sem adubação orgânica, respectivamente, quando irrigou-se com base em 100 e 60 % da ETc (Figura 4A) e em 1.185 e 1027,5 % em relação ao teor de  $K^+$  no início do experimento (Tabela 2). Nas covas revestidas com filme plástico (Figura 4B), a irrigação com a lâmina de 100 % da ETc em associação com as doses de matéria orgânica não exerceu efeito significativo sobre esta variável, obtendo o valor médio de 313,8 mg dm<sup>-3</sup>. Entretanto, quando a lâmina de irrigação foi reduzida para 60 % da ETc, o teor do macronutriente foi incrementado em 21,35 mg dm<sup>-3</sup> por aumento unitário da dose de esterco.

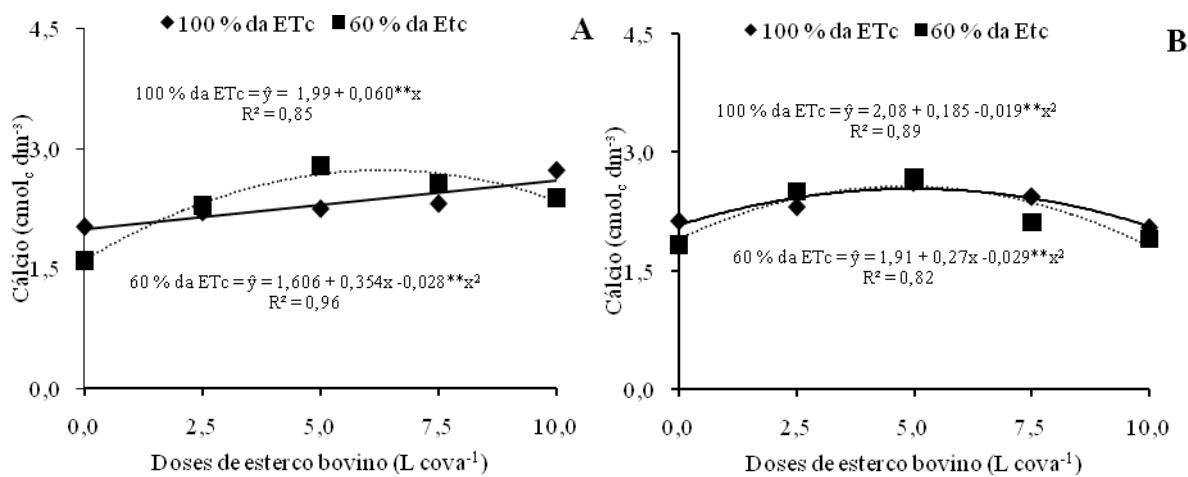


**Figura 4.** Teor de potássio no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

Cavalcanti et al. (2008) salientam que teores de potássio acima de 120 mg dm<sup>-3</sup> são adequados à cultura do maracujazeiro amarelo, neste contexto, observa-se que os valores do presente trabalho estão acima desta faixa. Os elevados valores são devidos a associação das adubações mensais com KCl e também ao teor de  $K^+$  no insumo orgânico, que na dose máxima aplicada (10 L cova<sup>-1</sup>) chegou a 95,1 g de K<sub>2</sub>O cova<sup>-1</sup>, favorecendo o acúmulo do elemento no ambiente edáfico. Silva (2018) obteve aumento linear no teor de  $K^+$  do solo de 123% em relação ao tratamento controle, em função das doses de esterco bovino em cultivos consecutivos de milho no Estado de São Paulo.

O cálcio ( $Ca^{2+}$ ) nas covas não revestidas sob irrigação com 100% da ETc (Figura 5A) foi elevado até 2,59 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> expressando aumento de 30,2% em relação aos tratamentos sem adubação orgânica e de 86,3% em relação ao teor inicial do solo (Tabela 2). Quando a lâmina de água foi reduzida para 60% da ETc, os dados comportaram-se de forma quadrática,

onde o maior teor de  $\text{Ca}^{2+}$  (2,72  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ ) foi obtido na dose máxima estimada de 6,3 L de esterco cova $^{-1}$ .



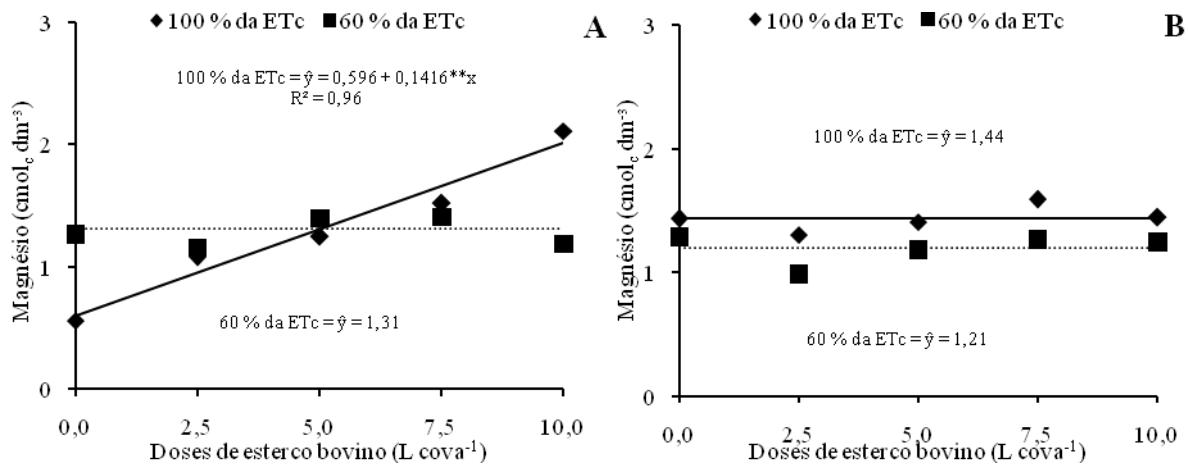
**Figura 5.** Teor de cálcio no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

Nas covas revestidas com filme plástico, os dados se ajustaram ao modelo quadrático para ambas as lâminas de água alcançando o mesmo valor máximo (2,5  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$  de  $\text{Ca}^{2+}$ ) nas doses de 4,9 e 4,6 L de esterco cova $^{-1}$ , respectivamente para o solo sob irrigação com 100 e 60% da ETc (Figura 5B). De acordo com Cavalcanti et al. (2008), os teores máximos de  $\text{Ca}^{2+}$  obtidos no solo das covas sem revestimento são considerados adequados, por estarem na faixa entre 2,7 a 3,6  $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ . A exigência de  $\text{Ca}^{2+}$  pelo maracujazeiro principalmente a partir do florescimento das plantas pode ser responsável por estes níveis reduzidos de cálcio no ambiente edáfico (CAVALCANTE et al., 2015).

Rós et al. (2014) adubando batata doce com esterco de galinha, verificaram incremento no teor de  $\text{Ca}^{2+}$  em função do aumento na dose deste insumo, segundo os autores, tal fato deve estar relacionado a liberação mais lenta dos elementos químicos dos adubos orgânicos em relação aos fertilizantes minerais.

Com relação ao magnésio do solo ( $\text{Mg}^{2+}$ ), houve tendência linear crescente no solo irrigado com 100% da lâmina hídrica nas covas não revestidas, com incremento correspondente a 237,6 e 83% em comparação aos tratamentos sem matéria orgânica (Figura 6A) e ao solo antes da instalação do experimento (Tabela 2), respectivamente. Nas covas com revestimento, os dados referentes à irrigação com 100% da ETc, apesar de exercerem efeito significativo, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão (Figura 6B). A redução da

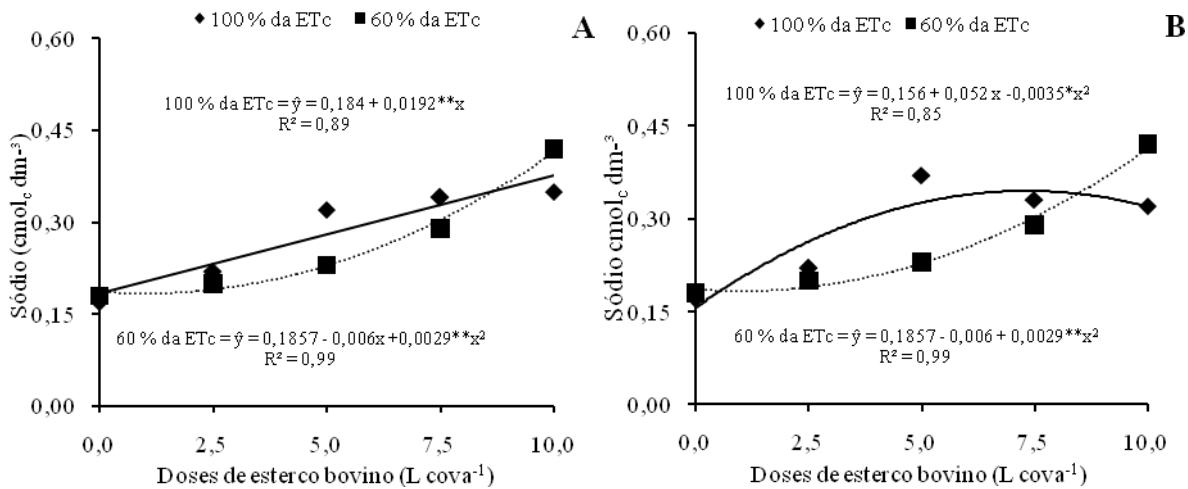
lâmina de irrigação para 60% da ETc não influenciou estatisticamente o teor de  $Mg^{2+}$  do solo independentemente das covas sem ou com revestimento lateral contra as perdas hídricas.



**Figura 6.** Teor de magnésio no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

O conteúdo de  $Mg^{2+}$  no esterco bovino com teor 400% maior que o valor inicial do solo, possivelmente tenha elevado o teor edáfico do elemento, situação relatada por Souza (2016) em solo cultivado com maracujazeiro amarelo. Costa et al. (2011) relataram que a adição de esterco bovino elevou em 142% o teor de  $Mg^{2+}$  do solo. Situação semelhante foi apresentada por Silva (2018) em cultivos sucessivos de milho adubado com doses de esterco bovino variando de 0 a 60 t  $ha^{-1}$ .

A adição de 10 L de esterco nas covas não revestidas e irrigadas com base em 100% da ETc elevou de 0,18 para 0,38  $cmol_c\ dm^{-3}$  o conteúdo de sódio ( $Na^+$ ) do solo provocando aumento de 106% em relação aos tratamentos sem adubação orgânica (Figura 7A) superando em mais de 12 vezes o valor inicial do solo antes da instalação do experimento (Tabela 2). Quando o solo foi irrigado com 60% da lâmina de irrigação no mesmo tipo de cova, os dados se ajustaram ao modelo quadrático, alcançando o menor e o maior teor do elemento, respectivamente 0,18 e 0,41  $cmol_c\ dm^{-3}$  nas doses de 1,1 e 10 L de esterco bovino  $cova^{-1}$ .



**Figura 7.** Teor de sódio no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

Nas covas revestidas (Figura 7B) o teor de  $\text{Na}^+$  respondeu às doses de esterco bovino em associação com a lâmina de irrigação de 100% da ETc, onde o maior teor do cátion foi obtido na dose máxima estimada de 7,4 L do insumo orgânico. No solo irrigado com 60% da ETc, o teor de sódio inicialmente foi reduzido com o aumento das dose de esterco bovino até  $1,1 \text{ L dm}^{-3}$ , mas o fornecimento de doses acima desse valor incrementou significativamente a disponibilidade do elemento no solo.

Trazzi et al. (2012) verificaram que o aumento de esterco bovino no substrato para a produção de mudas florestais elevou os teores de  $\text{Na}^+$ . Situação em acordo também com Oliveira et al. (2014) após avaliarem os atributos químicos de um solo cultivado com alface fertilizado com compostos orgânicos. Apesar dos incrementos observados neste trabalho, Richards (1954) e Cavalcante et al. (2011) enfatizam que teores de sódio abaixo de  $1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  não comprometem o solo fisicamente e nem prejudicam a nutrição das plantas.

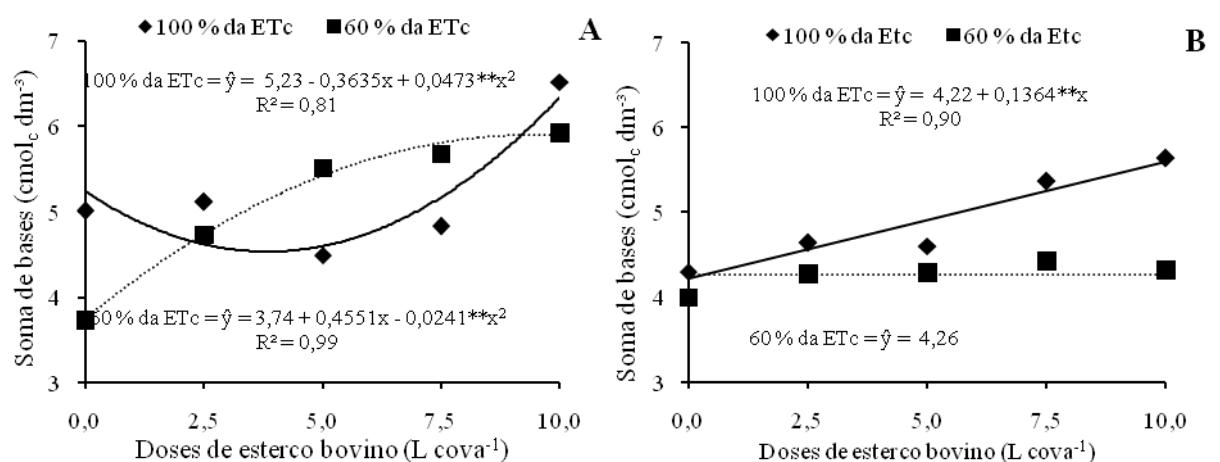
Pela Tabela 4 constata-se que A interação  $L \times R \times E$  influencia a soma de bases (SB) e a percentagem de saturação por bases (V%) do solo, constatam-se também que as interações entre lâmina de irrigação (L)  $\times$  doses de esterco bovino (E) e entre revestimento de covas (R)  $\times$  doses de esterco bovino (E) exerceram efeitos significativos na capacidade de troca catiônica do solo (CTC). Dentre as variáveis estudadas, os teores de hidrogênio + alumínio ( $\text{H}+\text{Al}^{3+}$ ) e alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ) não sofrerem interferências de nenhuma das fontes de variação e nem da interação entre elas.

**Tabela 4.** Resumo das análises de variância, referente à soma de bases (SB), hidrogênio + alumínio ( $H+Al^{3+}$ ), alumínio ( $Al^{3+}$ ), capacidade de troca catiônica (CTC) e percentagem de saturação do solo (V%) cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio				
		SB	$H+Al^{3+}$	$Al^{3+}$	CTC	V%
<b>Bloco</b>	2	0,15 <sup>ns</sup>	1,71 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	114,31 <sup>ns</sup>	1,94 <sup>ns</sup>
<b>Lam (L)</b>	1	0,005 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	16,42 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>
<b>Resíduo (a)</b>	2	0,38	0,05	0,002	9,70	0,47
<b>Rev (R)</b>	1	2,70 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	45,89 <sup>ns</sup>	2,53 <sup>ns</sup>
<b>DEB (E)</b>	4	2,59 <sup>**</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	102,53 <sup>**</sup>	1,65 <sup>**</sup>
<b>L x R</b>	1	0,20 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	28,08 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>*</sup>
<b>L x E</b>	4	1,24 <sup>**</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	27,60 <sup>**</sup>	1,44 <sup>*</sup>
<b>R x E</b>	4	0,81 <sup>**</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	10,75 <sup>**</sup>	1,01 <sup>ns</sup>
<b>L x R x E</b>	4	0,69 <sup>**</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>	31,47 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>**</sup>
<b>Resíduo (b)</b>	36	0,16	0,04	0,001	5,84	0,22
<b>Total</b>	59					
<b>CV a (%)</b>		12,5	8,4	12,4	40,1	1,1
<b>CV b (%)</b>		8,0	7,5	8,9	31,8	0,72

GL = Grau de liberdade; Lam = Lâmina de irrigação; Rev = Revestimento lateral de covas; DEB = Doses de esterco bovino; <sup>ns</sup>: não significativo; <sup>\*</sup>: significativo a 5%; <sup>\*\*</sup>: significativo a 1%

No solo sem revestimento contra as perdas hídricas, apesar da irrigação com a lâmina de 100% da ETc reduziu inicialmente a soma de bases trocáveis de 5,73 para 4,53  $cmol_c\ dm^{-3}$ , entre os tratamentos sem e com 3,8 L de esterco bovino  $cova^{-1}$ , doses acima desse valor elevaram soma de bases para até 6,52  $cmol_c\ dm^{-3}$  no dose máxima do insumo orgânico fornecido (Figura 8A). Na mesma Figura constata-se que a redução da lâmina hídrica de 100 para 60% da ETc aumentou a soma de bases de 3,74 até o maior de 6,01  $cmol_c\ dm^{-3}$  promovendo um aumento de 60,7% entre o solo sem e com 9,4 L de esterco bovino  $cova^{-1}$ .

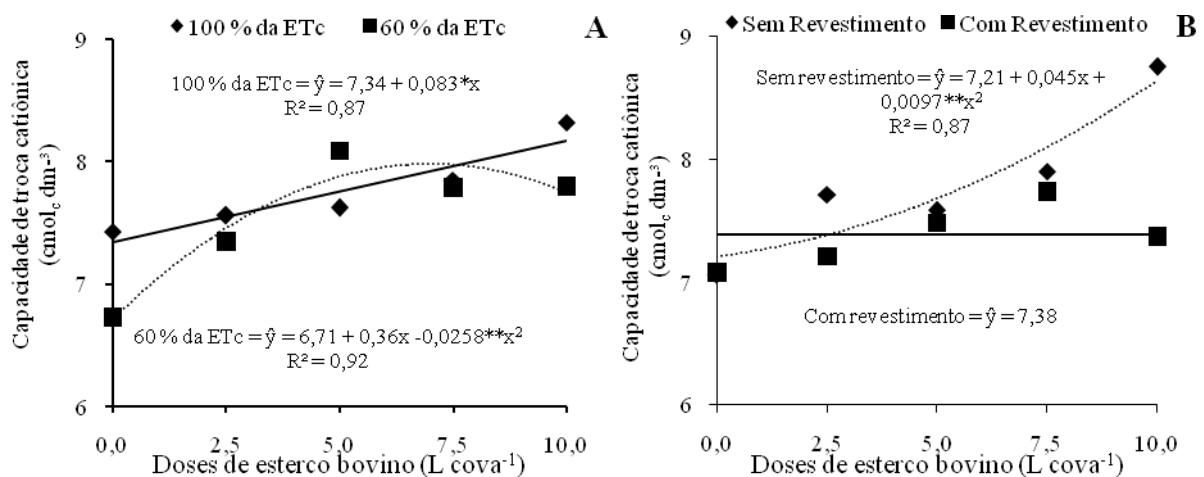


**Figura 8.** Soma de bases do solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

No solo revestido lateralmente contra as perdas hídricas e irrigado com 100% da ETc, o aumento das doses de esterco bovino aumentou de 4,22 para 5,58 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> induzindo um acréscimo de 32,2% na soma de bases trocáveis entre os tratamentos sem e com 10 L cova<sup>-1</sup> do insumo orgânico. No solo irrigado com da ETc os dados não se adequaram a nenhum modelo matemático (Figura 8B) e, por isso, foram representados pelo valor médio de 4,22 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

Oliveira et al. (2014) observaram que a soma de bases de um solo cultivado com alface aumentou pelo uso de adubação orgânica à base de compostos orgânicos. Bonini et al. (2015) em estudo com lodo de esgoto e adubação mineral na avaliação dos atributos químicos de solo degradado, observaram que o solo cultivado com eucalipto e braquiária sob aplicação de 60 Mg ha<sup>-1</sup> de lodo de esgoto, apresentou maior soma de bases de 2,77, 2,15, 1,82, 1,01 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> nas camadas de 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm, respectivamente.

Ao se irrigar o solo com base em 100% da ETc, a capacidade de troca catiônica (CTC) foi elevada de forma linear pelas doses de esterco até 8,17 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, isto representa um aumento de 11,3% em relação ao solo sem adubação orgânica (Figura 9A). Os dados relativos ao solo irrigado com 60% da ETc se ajustaram ao modelo quadrático, onde a máxima CTC (7,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) foi promovida pela dose de 8,0 L de esterco bovino cova<sup>-1</sup>.

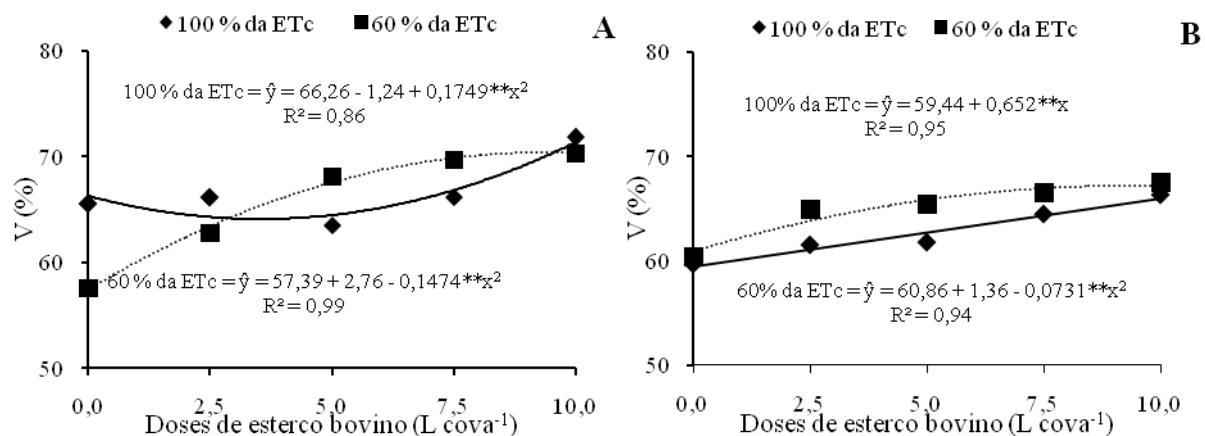


**Figura 9.** Capacidade de troca catiônica (CTC) do solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 e 60 % da ETc (A) e em covas sem (----) e com (—) revestimento lateral sob doses de esterco bovino (B).

A CTC também foi afetada pela interação entre revestimento de covas e doses de esterco bovino, entretanto, os tratamentos referentes às doses de esterco nas covas revestidas lateralmente contra as perdas hídricas não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, apresentando valor médio de 7,38 cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup> (Figura 9B). Ao se adubar com 10 L de esterco

bovino nas covas não revestidas houve aumento médio nos valores desta característica de 19,7% em relação ao solo sem adição do insumo orgânico. Neste sentido, Silva et al. (2015) observaram que o aporte de resíduos orgânicos ao solo elevaram em 61% os valores da CTC em relação ao solo sob manejo convencional, segundo estes autores, isto já era esperado, visto que do ponto de vista químico, o incremento no teor de matéria orgânica está estreitamente relacionado a CTC do solo, como verificado na figura 2, indicando que o acréscimo na dose de matéria orgânica aplicada foi suficiente para alterar a capacidade dos solos em reter cátions (BILIBIO et al., 2010).

A percentagem de saturação por bases (V%) do solo sem revestimento e irrigado com a lâmina de 100% da ETc foi afetada quadraticamente pela adubação orgânica, obtendo o menor valor (64%) quando adubou-se com 3,5 L de esterco bovino  $\text{cova}^{-1}$ , no entanto a aplicação da dose máxima deste insumo aumentou em 7,7% a V% edáfica (Figura 10A). No solo irrigado com base em 60% da ETc, os dados também se ajustaram ao modelo quadrático de dispersão, a máxima V% (70,3%) foi alcançada na dose máxima calculada de 9,4 L  $\text{cova}^{-1}$ , acréscimo de 22,5% em relação ao solo não adubado organicamente.



**Figura 10.** Percentagem de saturação por bases do solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

Nas covas revestidas com filme plástico e irrigadas com 100% da lâmina hídrica (Figura 9B), a percentagem de saturação foi elevada linearmente de 59,4 para 66%, aumento superior a 11% causado pela adição de 10 L do insumo orgânico  $\text{cova}^{-1}$  (Figura 10B). Apesar disso, quando irrigou-se com base em 60% da ETc, a referida variável foi superior em todos os tratamentos quando comparada à irrigação com 100% da lâmina e os dados se ajustaram ao modelo quadrático, alcançando maior valor calculado (67,2%) na dose estimada de 9,3 L de esterco bovino  $\text{cova}^{-1}$ .

De acordo com Silva et al. (2013), a maior saturação por bases em detrimento ao aumento nas doses de esterco bovino possivelmente está relacionada com o aumento do pH e das bases trocáveis do solo, como observado nas Figuras 1, 4, 5 e 6. Essa tendência também foi verificada por Ricci, Padovani e Paula Júnior (2010), ao observarem aumentos significativos ( $p<0,05$ ) neste atributo, na profundidade de 0–20 cm, com o aporte de doses de composto de bioassólido.

A temperatura superficial do solo foi influenciada apenas pelas lâminas de irrigação (L), na camada de 15 cm respondeu aos efeitos das interações entre lâmina de irrigação (L) e esterco bovino (E) e entre revestimento lateral das covas (R) e esterco bovino (E) e na camada 30 cm não sofreu interferência de nenhuma fonte de variação e nem da interação entre elas (Tabela 5). Quanto à umidade, constatam-se efeitos significativos da interação lâmina de irrigação  $\times$  revestimento das covas  $\times$  esterco bovino na camada de 15 cm, da interação lâmina de água  $\times$  esterco bovino e efeito isolado do revestimento lateral das covas na superfície do solo e das interações entre lâmina de irrigação e revestimento e entre lâmina de irrigação e esterco bovino na profundidade de 30 cm do solo.

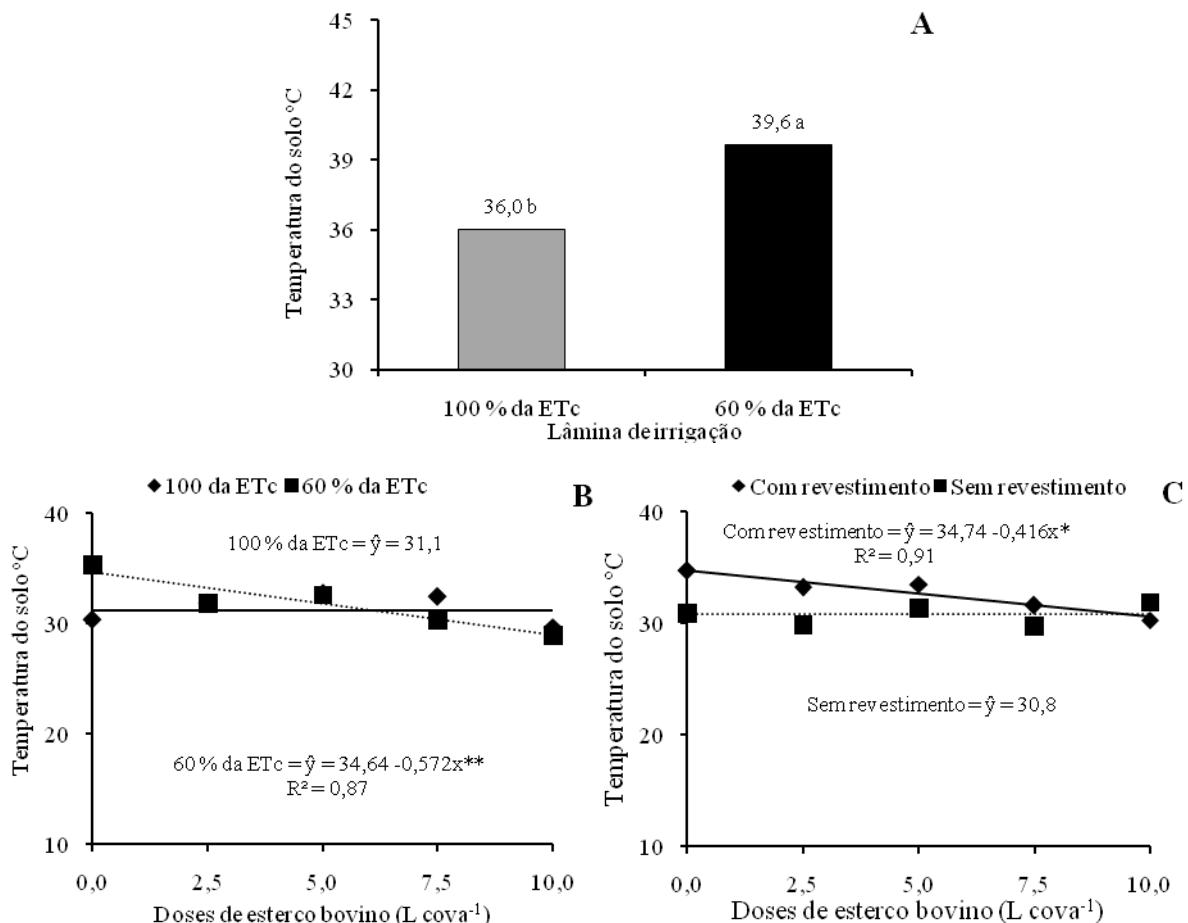
**Tabela 5.** Resumo das análises de variância pelo quadrado médio, referente a temperatura e umidade do solo, mensuradas na superfície (S), a 15 e 30 cm de profundidade no solo cultivado com maracujazeiro cultivar BRS GA1.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio					
		Temperatura			Umidade		
		S	15 cm	30 cm	S	15 cm	30 cm
<b>Bloco</b>	2	7,219	7,807	6,592	0,720	0,008	0,65
<b>Lam (L)</b>	1	192,4**	36,59 <sup>ns</sup>	20,46 <sup>ns</sup>	30,35**	41,77**	406,61**
<b>Resíduo (a)</b>	2	3,684	0,104	18,98	0,024	0,542	0,96
<b>Rev (R)</b>	1	29,31 <sup>ns</sup>	20,43**	0,008 <sup>ns</sup>	6,807*	13,41 <sup>ns</sup>	54,44*
<b>DEB (E)</b>	4	23,22 <sup>ns</sup>	25,00**	13,45 <sup>ns</sup>	21,64**	21,26**	33,02**
<b>L x R</b>	1	31,37 <sup>ns</sup>	32,79 <sup>ns</sup>	38,54 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>	0,023 <sup>ns</sup>	13,24**
<b>L x E</b>	4	15,99 <sup>ns</sup>	31,64**	19,19 <sup>ns</sup>	2,153**	2,199**	7,04**
<b>R x E</b>	4	0,886 <sup>ns</sup>	21,40*	6,118 <sup>ns</sup>	0,141 <sup>ns</sup>	2,858**	0,74 <sup>ns</sup>
<b>L x R x E</b>	4	11,99 <sup>ns</sup>	13,19 <sup>ns</sup>	16,15 <sup>ns</sup>	0,629 <sup>ns</sup>	1,539*	0,82 <sup>ns</sup>
<b>Resíduo (b)</b>	36	12,40	8,394	11,27	0,235	0,496	0,76
<b>Total</b>	59						
<b>CV a (%)</b>		5,07	2,33	14,37	2,45	10,82	10,54
<b>CV b (%)</b>		9,31	9,22	11,07	7,69	10,35	9,37

GL = Grau de liberdade; Lam = Lâmina de irrigação; Rev = Revestimento lateral de covas; DEB = Doses de esterco bovino; <sup>ns</sup>: não significativo; \*: significativo a 5%; \*\*: significativo a 1%; S: Superficial.

A redução da lâmina de irrigação de 100 para 60% da ETc elevou a temperatura superficial do solo em 10% (Figura 11A). Na profundidade de 15 cm (Figura 11B), os

valores da temperatura no solo irrigado com a lâmina de irrigação de 100 % ETc não se ajustaram às doses de esterco bovino para nenhum tipo de regressão e corresponderam à média de 31,1 °C. Por outro lado, no dolo sob irrigação com 60% ETc o aumento do esterco bovino reduziu a temperatura de 34,6 para 28,9 °C com diminuição de 16,5 % entre os tratamentos sem e com 10 L cova<sup>-1</sup> de esterco bovino.



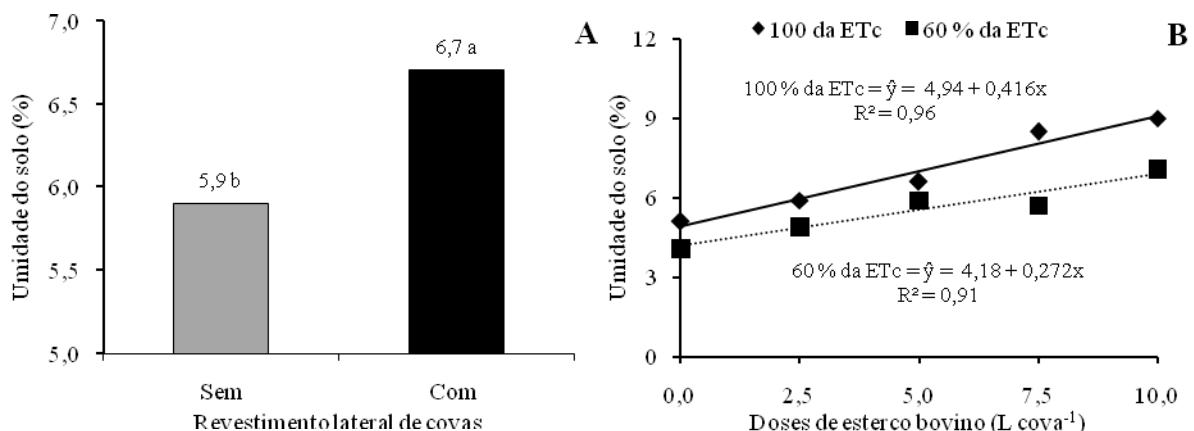
**Figura 11.** Temperatura da superfície (A) e a 15 cm de profundidade no solo cultivado com maracujazeiro amarelo BRS GA1, em função de doses de esterco bovino e lâminas de irrigação (B) e doses de esterco bovino e revestimento lateral das covas (C).

Para 11A, médias seguidas das mesmas letras não se diferenciam entre si, por Tukey para  $p \leq 0,05$ .

Nas covas sem proteção lateral a temperatura do solo, na camada de 15 cm, não se ajustou às doses de esterco bovino para nenhum modelo matemático e foi representada pela média de 30,8 °C. Na mesma profundidade, o aumento das doses do insumo orgânico reduziu a temperatura de 34,7 para 30,6 °C com declínio de 11,8% entre as covas sem (doze) e com 10 L cova<sup>-1</sup> de esterco bovino (Figura 11C).

Ribas et al. (2015) ressaltam que a redução da temperatura edáfica pelo uso da irrigação ocorre pelo aumento do fluxo de calor latente na interface solo-atmosfera, principalmente devido a alta capacidade calorífica da água. Para os respectivos autores, a redução deve ser maior na profundidade de 15 cm no solo das covas com o revestimento lateral. Essa situação pode resposta da matéria orgânica devido contribuir para a retenção de água e influenciar na redução da temperatura do solo (KLEIN & KLEIN, 2015).

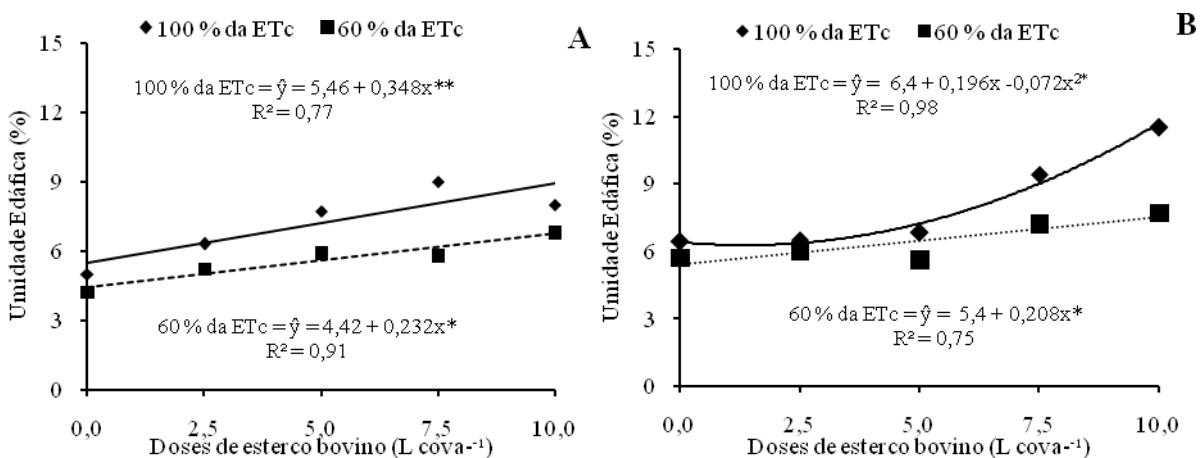
O revestimento lateral das covas elevou em 13,6% a umidade na superfície do solo em comparação às covas desprotegidas contra as perdas de água (Figura 12A). Na mesma posição, o aumento das doses de esterco bovino, independentemente da lâmina de irrigação elevou a umidade do solo (Figura 12B). Os aumentos foram de 84,2 e 65,1% entre as covas sem e com 10 L cova<sup>-1</sup> de esterco bovino, respectivamente entre as irrigações com a lâmina de 100 sobre a de 60% ETc, com superação de 29,3% da lâmina de 100% sobre a de 60% da evapotranspiração da cultura (ETc).



**Figura 12.** Umidade na superfície do solo cultivado com maracujazeiro BRS GA1, em com covas sem e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (A) e interação entre lâminas de irrigação e doses de esterco bovino (B).

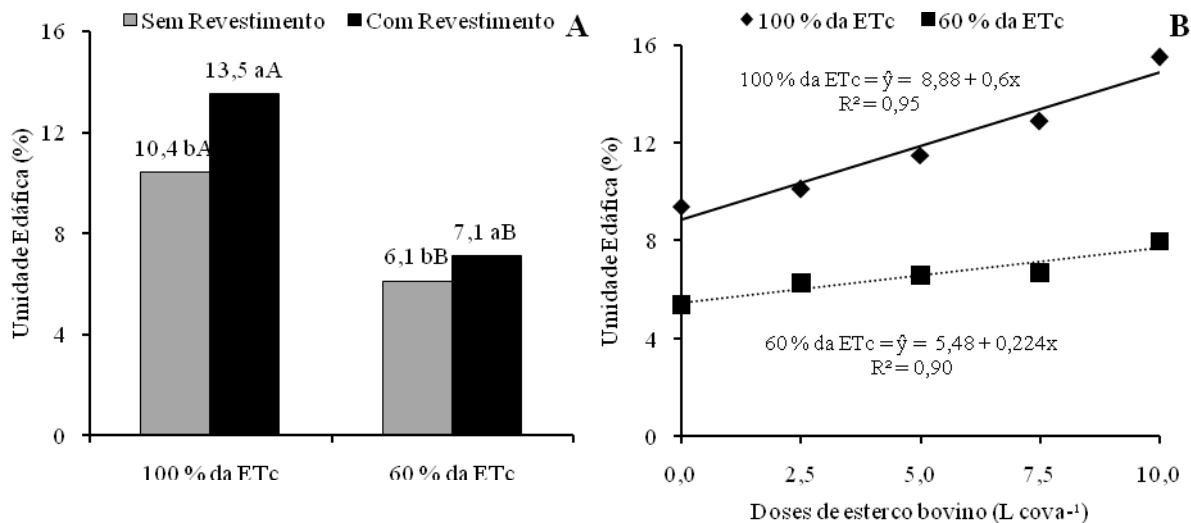
Para a Figura 12A, médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si por Tukey para  $p \leq 0,05$ .

Nas covas sem revestimento lateral, as doses de esterco bovino elevaram linearmente a umidade do solo na profundidade de 15, com superioridade da maior sobre a menor lâmina de irrigação (Figura 13A). Os valores aumentaram de 4,4 para 6,7% e de 5,5 para 8,9% e expressam aumentos de 52,3 e 61,8% entre as covas sem e com a maior dose de esterco bovino irrigadas respectivamente com as lâminas de 60 e 100% ETc, e com superação da maior sobre a menor lâmina de irrigação de 18,2%.



**Figura 13.** Umidade a 15 cm de profundidade no solo cultivado com maracujazeiro BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60% da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

Nas covas revestidas lateralmente contra as perdas hídricas, na mesma profundidade, o aumento das doses de esterco bovino elevou a umidade do solo com superioridade nas covas irrigadas com a maior lâmina de água (Figura 13B). Os valores foram elevados de 6,4 para 11,5% e de 5,4 para 7,5 % com aumentos de 76 e 38%, respectivamente entre as covas com as doses de 0 e 10 L cova<sup>-1</sup> irrigadas com 100 e 60% da evapotranspiração da cultura. O revestimento lateral das covas aumentou a umidade do solo, proporcionando ganhos de 29,8 e 16,4 % entre as covas irrigadas com lâminas de 100 60 % da ETc (Figura 14A). Constatam-se superioridades de 70 e 90% da maior sobre a menor lâmina de irrigação entre as covas sem e com revestimento lateral, respectivamente. Esses aumentos estão em acordo com Lima Neto ET al. (2013) ao afirmam que o revestimento das covas tem contribuído para a redução das perdas hídricas por evaporação e caminhamento lateral, mantendo a temperatura mais baixa. Nessa situação contribui para a atividade microbiana, mineralização do nitrogênio orgânico e disponibilidade de nutrientes às plantas nas camadas mais superficiais, condicionando a umidade edáfica a níveis adequados para o desenvolvimento das culturas. Em estudo realizado por Cavalcante et al. (2008) observou-se que o revestimento das faces laterais das covas elevou a umidade edáfica e a produtividade do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims), reduzindo a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.



**Figura 14.** Umidade em volume do solo, na profundidade 30 cm, cultivado com maracujazeiro BRS GA1, em resposta à interação irrigação × revestimento lateral de covas (A) e irrigação × esterco bovino (B).

Para 14 A: Colunas com mesmas letras minúsculas não diferem quanto ao revestimento numa mesma lâmina de irrigação e com mesma letra maiúscula não diferem quanto à lâmina de irrigação no solo sem e com revestimento lateral de covas, por Tukey para  $p \leq 0,05$ .

O aumento das doses de esterco bovino elevou linearmente a umidade do solo sob ambas as lâminas de irrigação, mas sempre com superioridade significativa da maior sobre a menor lâmina de água fornecida. Os valores aumentaram de 5,5 para 7,7% e de 8,9 para 14,9%, com de 40,0 e 67,4% entre os tratamento sem (doze 0) e com 10% de esterco bovino irrigados com as lâminas correspondentes a 60 e 100% da evapotranspiração da cultura (Figura 14B). Ao relacionar os valores de 67,4 com 40,0% constata-se uma supremacia de 68,5% da lâmina de 100 sobre a de 60% da evapotranspiração da cultura. A tendência de superioridade na umidade dos tratamentos irrigados com 100% da ETc e fertilizados com 10 L de esterco bovino  $\text{cova}^{-1}$  é resposta do maior volume de água fornecido associado à capacidade da matéria orgânica em reter a água no solo. Bortoline et al. (2016) afirmam que a matéria orgânica atua como agente ligante entre os componentes dos solos, interferindo de maneira positiva nos seus atributos físicos, aumentando a condutividade hidráulica, infiltração e armazenagem de água no solo.

Miranda et al. (2011) trabalhando em NEOSSOLO FLÚVICO salino-sódico, concluíram que as propriedades físico-hídricas foram melhoradas com a adição de fontes de matéria orgânica. Silva Filho et al. (2011) relatam que as substâncias húmicas exercem melhoria na capacidade do solo reter água, mediante sua propriedade coloidal e a agregação das moléculas pelas ligações covalentes com o hidrogênio, formando estruturas esponjosas

capaz de reter água no ambiente edáfico, como inclusive observado nos tratamentos irrigados com a lâmina de 60 % da evapotranspiração da cultura.

## CONCLUSÃO

O aumento das doses de esterco bovino elevou o PH e a fertilidade em P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, mas elevou também o teor de sódio do solo;

O revestimento lateral das covas não interferiu na fertilidade, mas elevou a umidade e reduziu a temperatura do solo, independentemente da lâmina hídrica aplicada.

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), respectivamente pelo auxílio financeiro ao projeto de pesquisa e a bolsa em nível de doutorado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728. 2013.
- ARAÚJO, J.J. **Sistemas de irrigação na produção orgânica de bananeira no vale do Açu-RN**. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água), Universidade Federal Rural do Semiárido. 2016, 91f.
- BARCELLOS, M.; MOTTA, A.C.V.; PAULETTI, V.; SILVA, J.C.P.M.; BARBOSA, J.Z. Atributos químicos de Latossolo sob plantio direto adubado com esterco de bovinos e fertilizantes minerais. **Comunicata Scientiae**, v.6, n.3, p. 263-273, 2015.
- BILIBIO, W. D. et al. Atributos físicos e químicos de um Latossolo, sob diferentes sistemas de cultivo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 817-822, 2010.
- BONINI, C. S. B.; ALVES, M. A.; MONTANARI, R. Lodo de esgoto e adubação mineral na recuperação de atributos químicos de solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n. 4, p. 388-393, 2015.
- BORTOLINI,D.; ALBUQUERQUE, J.A.; MAFRA, C.R.; RIBEIRO FILHO, Á.L.; NUNES, H.M.; PÉRTILE, P. Propriedades físicas do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em Cambissolo Húmico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.15, n.1, p.60-67, 2016.

CAVALCANTE, L. F.; SILVA, M. N. B.; DINIZ, A. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; CAMPOS, V. B. Biomassa do maracujazeiro-amarelo em solo irrigado com água salina protegido contra as perdas hídricas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 3, p. 26-34, 2008.

CAVALCANTE, L.F.; RODRIGUES, A.D.; DINIZ, A.A.; FERNANDES, P.D.; NASCIMENTO, J.; OLIVEIRA, F. Micronutrientes e sódio num solo cultivado com maracujazeiro amarelo, com a aplicação de biofertilizante supermagro e potássio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 3, p. 376-382, 2011.

CAVALCANTE, L.F.; MESQUITA, F. O.; NUNES, J. C.; DINIZ, A. A.; LIMA NETO, A. J.; SOUTO, A.G.L.; SOUZA, J. T. A. Produção e composição mineral do maracujazeiro amarelo com adubação foliar de cálcio após poda - segunda safra. **Agropecuária Técnica**, v. 36, p. 35-49, 2015.

CAVALCANTI, J. C. P (Coord.). **Recomendações de adubação para o estado do Pernambuco (2ª aproximação)**. 3. ed. Recife: Instituto Agronômico Pernambuco-IPA, 2008. 212 p.

COSTA, F.G.; VALERI, S.V.; CRUZ, M.C.P.; GONZALES, J.L.S. Esterco bovino para o desenvolvimento inicial de plantas provenientes de quatro matrizes de *Corymbia citriodora*. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 90, p. 161-169, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. 3<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, Documentos 132, 2011. 230 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise do Solo**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2017. 573 p.

FIGUEIREDO, C.C.; RAMOS, M.L.G.; McMANUS, C.M.; MENEZES, A.M. Mineralização de esterco de bovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**. v. 30, n. 2, p. 175-179, 2012.

GONZÁLEZ, L. C.; PRADO, M. R.; SELVA, P. E.; CAIONE, G.; HERNÁNDEZ, A. R. Uso de torta de filtro enriquecida com fosfato natural e biofertilizantes em Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2, p. 135-142, 2014.

GHOSH, B.N.; MEEN, V.S.; SINGH, R.J.; ALAM, N.M.; PATRA, S.; BHATTACHARYYA, R.; SHARMA, N.K.; DADHWAL, K.S.; MISHRA, P.K. Effects of fertilization on soil aggregation, carbon distribution and carbon management index of maize-wheat rotation in the north-western Indian Himalayas. **Ecological Indicators**, v. 42, n.2, p.22-37, 2018.

GUO, Z.C.; ZHANG, Z.B.; ZHOU, H.; RAHMAN, M.T.; WANG, D.Z.; GUO, X.S.; LI, L.J.; PENG, X.H. Long-term animal manure application promoted biological binding agentes but not soil aggregation in a Vertisol. **Soil & Tillage Research**, v.180, n. 2, p. 232-237, 2018.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. Rio de janeiro. **Produção** (2017). Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6616#resultado>. Acesso em KLEIN, C.; KLEIN, V.A. Estratégias para potencializar a retenção e disponibilidade de água no solo. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 1, p.21-29, 2015.

LIMA NETO, A.J.; DANTAS, T.A.G.; CAVALCANTE, L.F.; DIAS, T.J.; DINIZ, A.A. Biofertilizante bovino, cobertura morta e revestimento lateral dos sulcos na produção de pimentão. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 3, pp. 1-8, 2013.

MARTINS, J.D.L.; MOURA, M.F.; OLIVEIRA, J.P.F.; OLIVEIRA, M.; GALINDO, C.A.F. Esterco bovino, biofertilizante, inoculante e combinações no desempenho produtivo do feijão comum. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 4, p. 369-376, 2015.

MIRANDA, M. A.; OLIVEIRA, E. E. M.; SANTOS, K. C. F.; FREIRE, M. B. G. S; ALMEIDA, B. G. Condicionadores químicos e orgânicos na recuperação de solo salino-sódico em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.5, p. 484–490, 2011.

NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, S. A. G.; SILVA, S. A.; DIAS, T. J. Fertilidade de solo cultivado com maracujazeiro sob adubação organo-mineral e irrigação com água salina. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 2, p, 184-192, 2012b.

NUNES, J. C. Trocas gasosas, composição mineral, produção e qualidade de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina e adubado com potássio e biofertilizante. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Brasil. 2016. 164f.

OLIVEIRA, L.B.; ACCIOLY, A.M.A.; SANTOS, C.L.R.; FLORES, R.A.; BARBOSA, F.S. Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos

orgânicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.2, p.157–164, 2014.

OLIVEIRA, J. G. R.; TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G. M. C. Alterações na física do solo com a aplicação de dejetos animais. **Geographia Opportuno Tempore**, v. 2, n. 2, p. 66-80, 2016.

PIRES, A.A.; MONNERAT, P.H.; MARCIANO, C.R.; PINHO, L.G.R.; ZAMPIROLI, P.D.; ROSA, R.C.C.; MUNIZ, R.A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro-amarelo nas características químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.2, p.1997-2005, 2008.

RIBAS, G.G.; STRECK, N.A.; SILVA, S.D.; ROCHA, T.S.M.; LANGNER, J.A. Temperatura do solo afetada pela irrigação e por diferentes coberturas. **Engenharia Agrícola**, v.35, n.5, p.817-828, 2015.

RICCI, A. B.; PADOVANI, V. C. R.; PAULA JÚNIOR, D. R. Uso de lodo de esgoto estabilizado em um solo decapitado: II., atributos químicos e revegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34, p. 543-551, 2010.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils**. Washington: United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160p. (Agriculture, 60).

ROCHA, M.G.; BASSOI, L.H.; SILVA, D.J. Atributos do solo, produção da videira 'syrah' irrigada e composição do mosto em função da adubação orgânica e nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 220-229, 2015.

RÓS, A. B.; HIRATA, A. C. S.; NARITA, N. Produção de raízes de mandioca e propriedades química e física do solo em função de adubação com esterco de galinha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 3, p. 247-254, 2014.

SANTOS, G.P.; CAVALCANTE, L.F.; NASCIMENTO, J.A.M.; LIMA NETO, A.J.; MERDEIROS, S.A.S.; CAVALCANTE, I.H.L. Nutritional status of yellow passion fruit fertilized with phosphorus sources and doses. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 18, p. 388-342, 2018.

SILVA, J.A.; OLIVEIRA, A.P.; ALVES, G.S.; OLIVEIRA, A.N.P.; ARAÚJO, M.A.M.; SILVA, J.A. Avaliação do pH e do teor de matéria orgânica do solo após colheita do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.2, p. 3801-3807, 2011.

SILVA, V.M.; TEIXEIRA, A.F.R.; REIS, E.F.; BENASSI, A.C.; MENDONÇA, E.S. Atributos químicos do solo em sistemas de adubação orgânica de café conilon. **Coffee**

Science, v. 8, n. 4, p. 469-477, 2013.

SILVA, G.F.; SANTOS, D.; SILVA, A.P.; SOUZA, J.M.; Indicadores de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso na mesorregião do Agreste paraibano. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 25 – 35, 2015.

SILVA, M.S. **Efeitos de esterco bovino em atributos químicos e físicos do solo, produtividade de milho e créditos de nitrogênio.** Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal-SP, 2018, 88 f.

SILVA FILHO, A. V. E.; SILVA, M. I. V. Importância das Substâncias Húmicas para a Agricultura. (2011) Disponível em: [http://audienciapublica.ana.gov.br/arquivos/importancia\\_das\\_substancias\\_humicas.pdf](http://audienciapublica.ana.gov.br/arquivos/importancia_das_substancias_humicas.pdf), acessado em 11/01/2019.

SOUZA, V. F.; FOLEGATTI, M. V.; COELHO, M. A.; FRIZZONE, J. A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicados por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.1, p. 51-56, 2002.

SOUZA, M.S.M.; BEZERRA, F.M.L.; VIANA, T.V.A.; TEÓFILO, E.M.; CAVALCANTE, I.H.L. Evapotranspiração do maracujá nas condições do Vale do Curu. **Revista Caatinga**, v.22, n.2.; p. 11-16, 2009.

SOUZA, J.T.A. **Propriedades do solo, crescimento, composição mineral e produção do maracujazeiro amarelo em função da água salina, potássio e biofertilizante bovino.** Dissertação (Mestrado em Agronomia), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2016, 95f.

SOUZA, J. T. A.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C; BEZERRA, F. T. C.; NUNES, J. A. S; SILVA, A. R.; ORESCA, D.; CAVALCANTE, A. G. Effect of saline water, bovine biofertilizer and potassium on yellow passion fruit growth after planting and on soil salinity. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 2994-3003, 2016. TRAZZI, P.A.; CALDEIRA, M.V.W.; COLOMBI, R.; PERONI, L.; GODINHO, T.O. Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 96, p. 455-462, 2012.

VARALLO, A.C.T.; SOUZA, C.F.; SANTORO, B.L. Mudanças nas características físico-químicas de um latossolo vermelho-amarelo distrófico após a irrigação com água de reúso na cultura da alface-crespa (*Lactuca sativa*, L.). **Engenharia Agrícola**, v.32, n.2, p.271-279, 2012.

**Artigo II:**

**Irrigação, matéria orgânica e redução das perdas hídricas do solo na  
fisiologia e produção do maracujazeiro**

## **Irrigação, matéria orgânica e redução das perdas hídricas do solo na fisiologia e produção do maracujazeiro**

**RESUMO:** O uso eficiente da água no sistema agrícola torna-se cada vez mais necessário em todo o mundo, assim como o emprego de técnicas que reduzam as perdas hídricas e contribuam para viabilidade produtiva do solo. Neste sentido, no período de novembro/2016 a outubro/2017, foi realizado um experimento no município de Remígio, Estado da Paraíba, Brasil, para avaliar os efeitos da redução de lâminas de irrigação e de perdas hídricas do solo tratado com doses de matéria orgânica nos aspectos fisiológicos e produtivos do maracujazeiro amarelo cv BRS GA1. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcela subdividida, com três repetições, usando o esquema fatorial  $2 \times (2 \times 5)$ , referente as lâminas de irrigação de 60 e 100% da evapotranspiração da cultura - ETc, em covas sem e com proteção lateral com filme plástico para redução das perdas de água do solo por infiltração lateral e doses de 0,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 L de esterco bovino por cova. As lâminas de irrigação corresponderam à parcela principal e a combinação proteção lateral das covas com as doses de matéria orgânica às sub-parcelas. A redução da lâmina de irrigação de 100 para 60 % da ETc inibiu os índices clorofiláticos, trocas gasosas e a produção, entretanto, a maior disponibilidade hídrica, associada às maiores doses de matéria orgânica propiciaram maior rendimento fisiológico e produtivo do maracujazeiro amarelo. O revestimento lateral das covas, apesar de influenciar positivamente na condutância estomática e na concentração interna de gás carbônico pelas plantas, não elevou a produção por planta da cultura.

**Palavras chave:** Economia de hídrica; insumo orgânico; *Passiflora edulis* Sims

## **Irrigation, organic matter and reduction of soil water losses in the physiology and production of passion fruit**

**ABSTRACT:** Efficient use of water in the agricultural system it becomes increasingly necessary all over the world, so well the use of techniques that reduce water losses and contribute to the productive viability of the soil. In this sense, in the period from November/2016 to May/2017, an experiment was carried out in the municipality of Remígio, State of Paraíba, Brazil, to evaluate the effects of the irrigation depths reduction and water losses of soil treated with doses of organic matter on physiological and productive aspects of yellow passion fruit cv BRS GA1. The experimental design was a randomized block with subdivided plot, with three replicates, using the factorial scheme  $2 \times (2 \times 5)$ , referring to irrigation depths 60 and 100% of crop evapotranspiration – ETc, pits without and with lateral protection with plastic film to reduction of soil water losses by lateral infiltration and doses of 0,0; 2,5; 5,0; 7,5 and 10,0 L of bovine manure per pit. The reduction of the irrigation depth from 100 to 60% of ETc inhibit chlorophyll indices, gas exchange and production, however, the increased water availability, associated with higher doses of organic matter propitiated higher physiological yield and productive of yellow passion fruit plants. The lateral lining of the pits, despite positively influencing in stomatal conductance and the internal concentration of carbon dioxide by plants, did not increase production per plant.

**Keywords:** Water economics; organic input; *Passiflora edulis* Sims

## INTRODUÇÃO

Na atualidade, a atividade agrícola mundial sofre com a escassez de água em quantidade e qualidade, e esta situação é ainda mais evidente no Semiárido brasileiro, devido os baixos índices pluviométricos e as altas taxas evaporativas que aceleram a redução do volume hídrico em mananciais superficiais e subterrâneos (HOLANDA et al., 2016; KAHIL et al., 2016). Em função da crescente preocupação global, torna-se necessária a adoção de estratégias que possibilitem economia hídrica sem grandes prejuízos de produtividade às culturas (MANTOVANI et al., 2013; DELPUECH & METAY 2018).

O manejo da irrigação, atualmente, constitui uma importante atividade para produção de alimentos humanos e dos rebanhos como meta à produção das plantas sem elevadas perdas de rendimento como feijão - *Phaseolus vulgaris* L. (MARROU et al., 2014), melão - *Cucumis melo* L. (CASTELLANOS et al., 2016), tomate - *Lycopersicon esculentum* Mill. (KRUASHVILI et al., 2016), sorgo - *Sorghum bicolor* L. (SOUSA et al., 2017) e inclusive o maracujazeiro amarelo - *Passiflora edulis* Sims (CAVALCANTE et al., 2008), entre outras. Neste contexto, o monitoramento da eficiência no uso da água e a produção pelas plantas em geral, inclusive do maracujazeiro, em condições reduzidas de disponibilidade hídrica deve contribuir para a resposta da pergunta que o mundo há bastante tempo está fazendo. Como produzir mais gastando menos água? Isso torna-se essencial, principalmente em pequenas e médias propriedades responsáveis pela maior parte da produção da passiflorácea azedo de casca amarela Norte (SOUZA et al., 2016).

Dentre as técnicas de manejo do solo que podem contribuir positivamente na otimização do uso da água pelas plantas, a proteção lateral das covas com filme de polietileno reduzir a temperatura no ambiente edáfico, mantendo o solo mais úmido e diminuindo as perdas hídricas por evaporação e caminhamento lateral do ambiente radicular das plantas (CAVALCANTE et al., 2008; LIU et al. 2014). Lima Neto et al. (2013) afirmam que esta técnica pode favorecer a atividade microbiana, mineralização do nitrogênio orgânico e disponibilidade de nutrientes às plantas nas camadas mais superficiais do solo.

Associada à irrigação e redução das perdas de água do solo, a adubação orgânica é indispensável para a agricultura no Nordeste brasileiro e seu uso tem sido cada vez mais frequente no cultivo do maracujazeiro amarelo (OLIVEIRA et al., 2017). Dentre as fontes utilizadas, o esterco bovino destaca-se, tanto pelos efeitos benéficos na melhoria das condições físicas, através do aumento do espaço poroso, aeração e retenção de água no solo (OLIVEIRA et al., 2016; ZAVATTARO et al., 2017), quanto pelas melhorias químicas

(BARCELLOS et al., 2015; ROCHA et al., 2015; ARE et al., 2018) e biológicas do ambiente edáfico (FIGUEIREDO et al., 2012; GUO et al., 2018). A capacidade elevada de retenção de água aliada à atividade das substâncias húmicas pela fermentação do esterco bovino, devem promover maior ajuste fisiológico às plantas cultivadas sob menor disponibilidade hídrica, mantendo a produção em níveis adequados, situação nem sempre tolerada pela maior parte das culturas de relevância econômica, como o maracujazeiro amarelo (NUNES et al., 2017).

Pelo exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da redução da lâmina de irrigação de 100 para 60% da evapotranspiração da cultura associada à redução das perdas hídricas do solo e doses de matéria orgânica, na forma de esterco bovino, na fisiologia e produção do maracujazeiro amarelo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no período de novembro de 2016 a outubro de 2017, na propriedade Macaquinhas, município de Remígio, Paraíba ( $7^{\circ} 00' 1,95''$  S,  $35^{\circ} 47' 55''$  W) (SOUZA et al., 2016). O clima do município, conforme a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013) é do tipo As' que significa quente e úmido com período chuvoso de março a julho; a pluviosidade média histórica nos últimos dez anos, de 2008 a 2017 foi 853,1 mm. A precipitação, temperatura, umidade relativa do ar e evaporação no local do experimento estão indicados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Precipitação mensal (P), temperatura do ar média mensal (T), umidade relativa do ar média mensal (UR) e evaporação média mensal (E) durante os anos de 2016 e 2017.

Mês	Ano			
	*2016		*2017	
	P (mm)	T (C°)	UR (%)	E (mm)
Janeiro	129	29,2	65,4	4,3
Fevereiro	33	29,7	64,8	5,4
Março	102	28,4	67,1	5,7
Abril	124	25,9	79,3	4,3
Maio	158	24,9	80,1	4,8
Junho	33	24,4	78,5	4,2
Julho	14	24,1	75,0	5,4
Agosto	8	25,1	69,5	6,2
Setembro	19	25,8	68,9	6,2
Outubro	10	27,3	65,5	8,2
Novembro	0,0	28,2	64,4	8,3
				6,0
				25,6
				78,0
				7,6

Dezembro	103	28,6	65,5	7,3	17	26,3	72,9	6,8
<b>Total/média</b>	<b>733</b>	<b>26,9</b>	<b>70,3</b>	<b>5,9</b>	<b>663</b>	<b>25,7</b>	<b>77,0</b>	<b>5,3</b>

\*Fonte: Os valores foram obtidos de equipamentos instalados próximos à área experimental.

O solo da área experimental, conforme os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2013), é Neossolo Regolítico Eutrófico e, quanto à salinidade é não salino (RICHARDS, 1954). Antes da implantação do experimento, seis amostras simples de solo foram coletadas na camada de 0-0,40 m, transformadas em uma amostra composta por bloco para a caracterização dos atributos físicos e químicos quanto à fertilidade (EMBRAPA, 2017), usando os valores médios (Tabela 2); o esterco bovino também foi caracterizado em uma amostra composta oriunda de seis amostras simples, empregando as metodologias contidas em EMBRAPA (2017).

**Tabela 2.** Caracterização física e química do solo, quanto à fertilidade, na camada de 0 - 40 cm, e do esterco bovino.

Caracterização do solo		Esterco bovino		
Atributos físicos	Valor	Atributos da Fertilidade	Valor	Valor
DS (kg dm <sup>-3</sup> )	1,62	pH	5,95	8,64
DP (kg dm <sup>-3</sup> )	2,67	P (mg dm <sup>-3</sup> )	14,48	36,11
PT (%)	0,39	K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,14	20,18
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	827	Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,03	3,86
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	93,0	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,25	1,24
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	80,0	Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,04	0,0
Ada(g kg <sup>-1</sup> )	25,0	Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,39	5,40
GF (%)	68,8	Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,10	4,5
ID (%)	31,2	SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,66	-
Ucc (g kg <sup>-1</sup> )	58,0	CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,91	-
Upmp (g kg <sup>-1</sup> )	31,5	V (%)	54,18	-
Adi (g kg <sup>-1</sup> )	26,5	MO (g kg <sup>-1</sup> )	8,47	391,68
Clas., textural	Areia Franca			

DS = densidade do solo; DP = Densidade de partículas; PT = Porosidade Total; ID = Índice de dispersão = 100 - GF; Ada = Argila dispersa em água; Adi = Água disponível; Ucc = umidade do solo na capacidade de campo; Upmp = Umidade do solo no ponto de murcha permanente. SB = Soma de bases (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>); CTC = Capacidade de troca catiônica [SB + (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>)]; V = Saturação por bases trocáveis (SB/CTC)100; MOS = Matéria orgânica do solo; E. Bovino = Esterco Bovino. pH: água (1:2,5); P e K: Mehlich-1; Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>: KCl 1 mol/L; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup>: Acetato de Ca 0,5 mol/L pH 7,0; MO: Método Walkley-Black por via úmida.

O solo na camada 0-40 cm e a água para irrigação das plantas foram caracterizados quanto à salinidade conforme Richards (1954) e apresentaram respectivamente valores de pH 6,80 e 6,12 condutividade elétrica 0,36 e 0,35 dS m<sup>-1</sup>, cálcio 0,79 e 1,19 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, magnésio

0,68 e 0,59 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, sódio 1,71 e 1,48 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, potássio 0,45 e 0,19 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, cloreto 2,29 e 2,51 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, carbonato ausência e ausência, bicarbonato 0,75 e 0,54 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, sulfato 0,49 e 0,36 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, razão de adsorção de sódio (2,01 e 1,57 mol L<sup>-1</sup>)<sup>1/2</sup>, percentagem de sódio trocável do solo 0,61%, classificação quanto à salinidade solo não salino e água sem risco de salinidade e sodicidade.

Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com três repetições e três plantas por subparcela ou tratamento. Adotou-se o esquema fatorial 2 × (2 × 5), referente a duas lâminas de irrigação como parcela principal (100 e 60% da evapotranspiração da cultura - ET<sub>c</sub>) e as subparcelas, à combinação entre a proteção lateral das covas contra as perdas hídricas (sem e com filme plástico plástico) e cinco doses de esterco bovino (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 L por cova).

O revestimento lateral das covas contra as perdas hídricas foi feito com filme plástico (GONDIM et al., 2009), de alta densidade (320 µ), instalado numa circunferência de 1 m de diâmetro, área de 0,78 m<sup>2</sup> e profundidade de 45 cm. Esse tipo de cova atende à distribuição do sistema radicular do maracujazeiro devido a maior proporção de raízes ativas concentrar-se nos primeiros 40 cm de profundidade e na distância de 40 cm do caule das plantas (LUCAS et al., 2012).

As covas foram abertas nas dimensões de 40 cm × 40 cm × 40 cm no espaçamento de 3,0 x 2,5 m e preparadas com material de solo dos primeiros 20 cm, 10 L de esterco bovino de relação C: N de 21:1. Em função dos baixos teores de cálcio do solo (Tabela 1), uma mistura de 100 g, contendo 75% de calcário calcítico (48% CaO, 3,8 % MgO e 78% de PRNT) e 25% de gesso agrícola (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) com 24% CaO, 16% S, 0,81% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 14% de umidade. A adição do gesso tem a função de adicionar enxofre ao solo, elevar a solubilização do cálcio do calcário e aumentar a disponibilidade de Ca<sup>2+</sup> nas camadas inferiores do solo (SOUZA et al., 2016).

O esterco de bovino foi aplicado na preparação das covas e a cada 90 dias após o transplantio das mudas (DAT), distribuído numa área com circunferência de 50 cm de raio tendo a planta com centro da cova.

As mudas de maracujazeiro 'BRS Gigante Amarelo' (BRS GA1) foram formadas por via seminífera em substrato contendo duas partes dos primeiros 20 cm de material do Neossolo da área experimental, uma parte do esterco bovino adicionado às covas e 1 kg de superfosfato simples (18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 18,0% Ca e 10,0% S) em 100 kg de substrato.

A irrigação das plantas foi feita a cada 24 horas com base na evapotranspiração da cultura (ETc), com água não salina ( $0,35 \text{ dS m}^{-1}$ ) usando o método de aplicação localizada por microaspersão com um emissor por planta, vazão de  $60 \text{ L h}^{-1}$ , trabalhando na pressão de serviço de 0,2 MPa. Um tanque classe 'A' foi instalado próximo à área experimental para obtenção das leituras de evaporação de tanque - ETa. Inicialmente obteve-se a evapotranspiração potencial – Eto pelo produto da ETa x 0,75 ( $\text{ETo} = \text{ETa} \times 0,75$ ) em seguida quantificou-se a evapotranspiração da cultura através do produto entre a ETo e o coeficiente de cultivo (kc) em cada fase da cultura ( $\text{ETc} = \text{ETo} \times \text{kc}$ ). Os valores de kc foram 0,2; 0,4; 0,8 e 1,2 para os primeiros 60 dias após o transplantio (DAT), dos 60 aos 90 DAT, dos 90 aos 115 DAT e a partir da floração até a colheita, respectivamente (SOUZA et al., 2016).

Após o transplantio, as adubações com NPK foram feitas conforme Nunes et al. (2017). As adubações nitrogenadas com ureia (45% N) e cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O) foram feitas mensalmente nas proporções de N e K de 1:1 com valores dos respectivos nutrientes 3, 3, 5, 10, 10, 10, 20, 20, 30, 30 e 30 g planta<sup>-1</sup> e as de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na forma de superfosfato simples, a cada dois meses, nos valores de 5, 10, 20, 10 e 40 g planta<sup>-1</sup>. O sistema de sustentação das plantas foi espaldeira com um arame liso nº 12, instalado no topo das estacas a 2,2 m de altura do solo. Quando as plantas estavam em pleno florescimento, aos 115 dias após o transplantio, foram medidos os índices de clorofila *a*, *b* e total na folha mediana do ramo produtivo intermediário da planta pelo método não destrutivo no horário compreendido entre 08h30 e 09h30, utilizando-se um clorofilômetro eletrônico clorofiLOG da FalKer®.

As leituras fisiológicas das trocas gasosas foram realizadas com analisador de gás carbônico sob radiação infravermelho portátil (IRGA), modelo LCpro-SD da BioScientific®, adotando-se densidade de fluxo de fótons fotossintético (DFFF) de  $1.400 \text{ } \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  também nas mesmas plantas e folhas das demais análises. As variáveis determinadas foram condutância estomática (gs,  $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci,  $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ mol}^{-1}$  de ar), taxa transpiratória (E,  $\text{mmol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e fotossíntese líquida (A,  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), medidas entre 8:00 e 10:00 horas da manhã (NUNES et al., 2017). Com base nos dados, calculou-se a eficiência instantânea de uso da água (EiUA), relacionando a fotossíntese líquida com a transpiração e a eficiência instantânea de carboxilação pela, relação entre a fotossíntese líquida com a concentração interna de carbono.

Os frutos, quando apresentavam pelo menos 40% da área com coloração amarela, foram colhidos diariamente, em seguida foram acondicionados em caixas plásticas, para

contagem do número de frutos por planta. A eficiência agronômica de uso da água, EUA, ( $L$  de água  $kg$  de fruto $^{-1}$ ) foi obtida pelo quociente entre a produtividade da cultura e o volume total de água aplicado durante o ciclo (Lâmina de irrigação + precipitação).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, as médias referentes às lâminas de irrigação e proteção lateral das covas foram comparadas pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ), que é conclusivo para um grau de liberdade, e as relativas às doses de esterco bovino, foram ajustadas por regressão polinomial. Para o processamento dos dados, foi utilizado o software estatístico Statistical Analysis System (SAS/STAT 9.3 (2011)).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

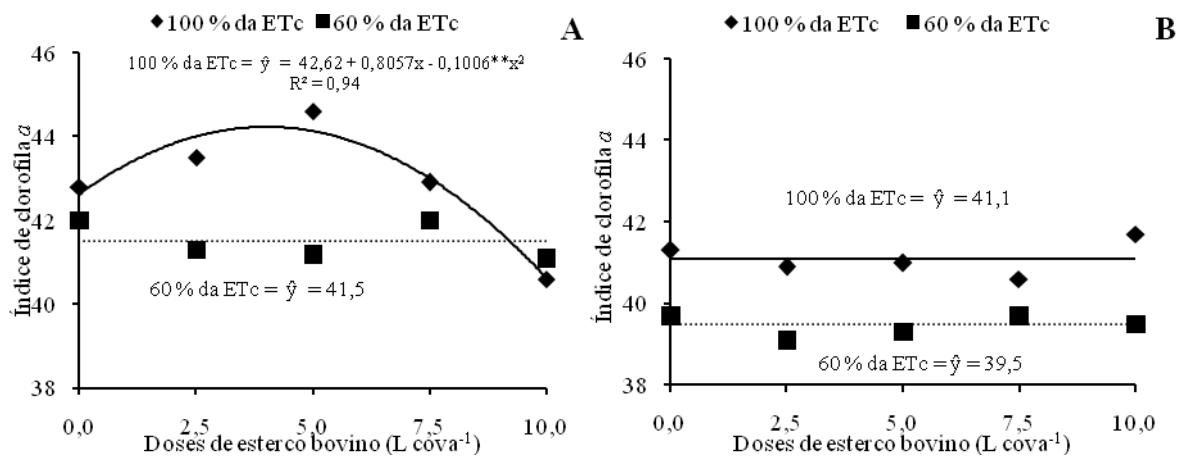
Os resumos das análises de variância pelo quadrado médio (Tabela 4) demonstram que a interação entre lâmina de água ( $L$ )  $\times$  doses de esterco ( $E$ ) e o revestimento de covas ( $R$ ) de forma isolada influenciaram estatisticamente a condutância estomática ( $gs$ ) e a eficiência instantânea do uso da água ( $A/E$ ), enquanto que a interação  $L \times R \times E$  propiciou efeito significativo aos índices de clorofila  $a$ ,  $b$  e  $total$ , concentração interna de carbono ( $Ci$ ), transpiração ( $E$ ), fotossíntese líquida ( $A$ ), eficiência instantânea de carboxilação ( $A/Ci$ ), produção por planta (PP) e eficiência agronômica do uso da água (EUA) em plantas de maracujazeiro BRS GA1.

**Tabela 4.** Resumo das análises de variância referente à condutância estomática ( $gs$ ), concentração interna de carbono ( $Ci$ ), transpiração ( $E$ ), fotossíntese líquida ( $A$ ), eficiência instantânea do uso da água ( $A/E$ ) e eficiência instantânea de carboxilação ( $A/Ci$ ), produção por planta (PP) e eficiência agronômica do uso da água (EUA) em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio											
		cl a	cl b	Cl total	gs	ci	E	A	A/E	E/Ci	PP	EUA	
<b>Bloco</b>	2	1094,1	38,15	1263,4	0,002	46,02	1,73	0,20	1,36	0,01E <sup>-4</sup>	1,21	160627	
<b>Lam (L)</b>	1	4,816 <sup>ns</sup>	194,4 <sup>ns</sup>	103,4 <sup>ns</sup>	0,035*	526,28 <sup>ns</sup>	0,38 <sup>ns</sup>	57,11**	4,53**	0,08E <sup>3**</sup>	107,02**	276902**	
<b>Resíduo (a)</b>	2	556,6	26,81	217,3	0,0002	31,47	0,42	0,05	0,01	0,08E <sup>-3</sup>	0,65	24677	
<b>Rev (R)</b>	1	3920,4 <sup>ns</sup>	52,26 <sup>ns</sup>	5001,4*	0,001**	93,00 <sup>ns</sup>	11,48*	1,36*	1,79**	0,0001 <sup>ns</sup>	1,43 <sup>ns</sup>	58890 <sup>ns</sup>	
<b>DEB (E)</b>	4	65,73 <sup>ns</sup>	455,2**	1669,5**	0,0018 <sup>ns</sup>	500,46 <sup>ns</sup>	2,40**	12,81**	1,14**	0,0004**	4,66**	278899**	
<b>L x R</b>	1	3666,1**	273,1 <sup>ns</sup>	2217,9*	0,0025 <sup>ns</sup>	2484,5**	0,001 <sup>ns</sup>	8,77**	0,06 <sup>ns</sup>	0,06E <sup>-3ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	75914 <sup>ns</sup>	
<b>L x E</b>	4	1406,4**	534,3**	2455,3**	0,0027*	644,47 <sup>ns</sup>	1,05**	1,98**	0,77**	0,0001*	11,41**	502914**	
<b>R x E</b>	4	1992,8**	231,7*	2254,1**	0,0003 <sup>ns</sup>	901,75*	1,10**	2,26**	0,31 <sup>ns</sup>	0,05E <sup>-3ns</sup>	1,69**	61051 <sup>ns</sup>	
<b>L x R x E</b>	4	493,9*	350,3**	1863,3**	0,0016 <sup>ns</sup>	866,01*	2,79**	6,27**	0,24 <sup>ns</sup>	0,0002**	2,56**	148752**	
<b>Resíduo (b)</b>	36	185,5	80,39	332,3	0,0007	296,12	0,26	0,23	0,16	0,03 E <sup>-3</sup>	0,41	30001	
<b>Total</b>	59												
<b>CV a (%)</b>		5,68	4,40	2,77	10,32	2,39	16,96	2,22	3,61	22,36	18,97	15,54	
<b>CV b (%)</b>		3,28	7,62	3,43	19,31	7,34	13,34	4,76	14,44	15,61	15,06	17,14	

GL = Grau de liberdade; Lam = Lâmina de irrigação; Rev = Revestimento lateral de covas; DEB = Doses de esterco bovino; <sup>ns</sup>: não significativo; \*: significativo a 5%; \*\*: significativo a 1%

A irrigação com a maior lâmina de água proporcionou maiores índices de clorofila 'a', com maiores valores nas plantas das covas sem revestimento (Figura 1). O aumento de esterco bovino nas covas sem revestimento lateral elevou os índices de clorofila *a* de 42,6 no solo sem adubação orgânica para o maior valor de 44,2 com a adição de 4,0 L do adubo orgânico, resultando em ganho de 3,6%. Nas mesmas covas, os dados das plantas irrigadas com a lâmina de 60% da ETc não se ajustaram a nenhum modelo de regressão representando o valor estimado de 41,5 e uma perda da atividade clorofilática de 6,7% em comparação às irrigadas com lâmina de água de 100% da ETc (Figura 1A).

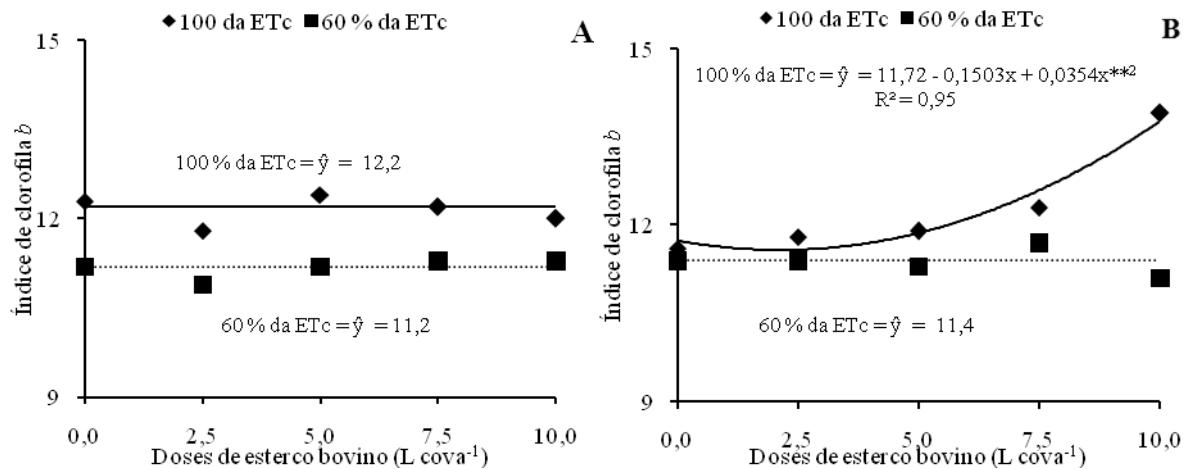


**Figura 1.** Índice de clorofila *a* em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

Os valores de clorofila 'a' das plantas nas covas com revestimento lateral, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão e, em geral foram superiores nos tratamentos irrigados com a maior lâmina de água (Figura 1B). Constatou-se que a redução de 40% no fornecimento de água inibiu em 3,9% a produção clorofilática das plantas. Para Lima Neto et al.(2013) a proteção das covas com filme plástico mantém o solo mais úmido, mesmo no período de maior intensidade evaporativa da atmosfera, como observaram no cultivo e produção de pimentão (*Capsicum annuum*).

Como verificado na clorofila *a*, o índice de clorofila *b*, em função das doses de esterco bovino nas covas foi superior nas plantas irrigadas com a maior lâmina de irrigação (Figura 2). Nos tratamentos sem revestimento lateral das covas, os dados não se adequaram às doses de esterco bovino em ambas as lâminas de irrigação, mas com superioridade de 8,9% das plantas irrigadas com 100 sobre as de 60 % da evapotranspiração da cultura - ETc (Figura 2A) A elevação dos índices de clorofila *b* nas plantas irrigadas com a maior lâmina de irrigação conforme Chavarria et al. (2015) pode ser resposta da mineralização do nitrogênio orgânico

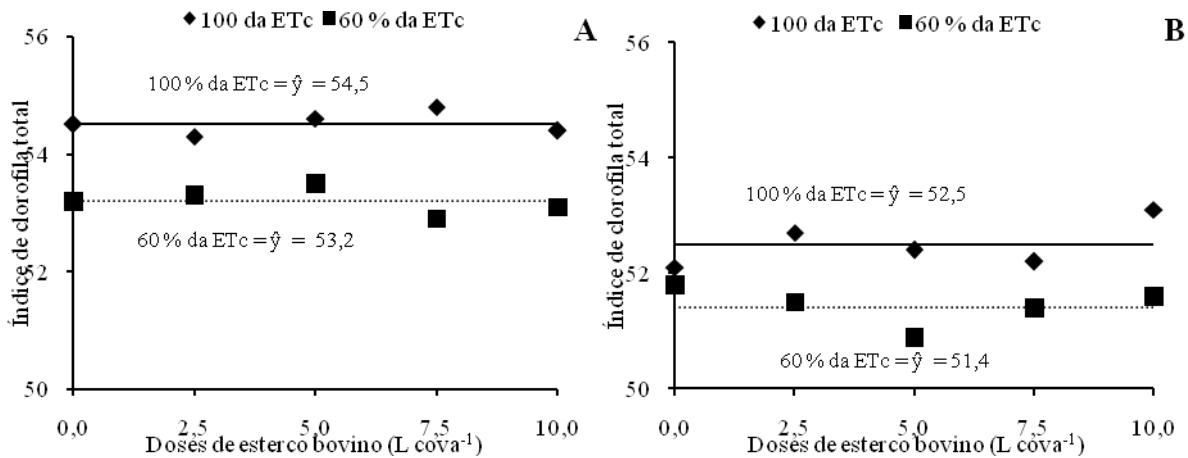
contido no esterco bovino e da adubação nitrogenada, realizada mensalmente, devido a maior lâmina promover maior umidade do solo e por serem o nitrogênio e o magnésio constituintes da molécula de clorofila (MORO et al., 2015).



**Figura 2.** Índice de clorofila *b* em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

Nas covas com revestimento lateral (Figura 2B), o aumento das doses de esterco bovino associado à irrigação com a lâmina de 100% da ETc estimulou a produção de clorofila *b* das plantas de 11,72 para o maior valor de 13,76 promovendo um aumento de 17,4% entre as plantas do solo sem e com a maior dose de esterco bovino por cova. Essa situação está em acordo com a literatura, visto que o esterco bovino promove melhorias física na estrutura, aumento do espaço poroso e dinâmica de água (BENBOUALI et al., 2013), aumento da fertilidade e disponibilidade de nutrientes às plantas (GROSH et al. 2018) e pelo aumento da população e diversidade microbiológica do solo, proporcionando melhores condições ao crescimento e desenvolvimento das plantas (TERRY et al., 2015). Nas plantas irrigadas com lâmina de 60% da ETc o índice de clorofila *b* não se ajustou a nenhum modelo de regressão, apresentando índice médio de 11,4.

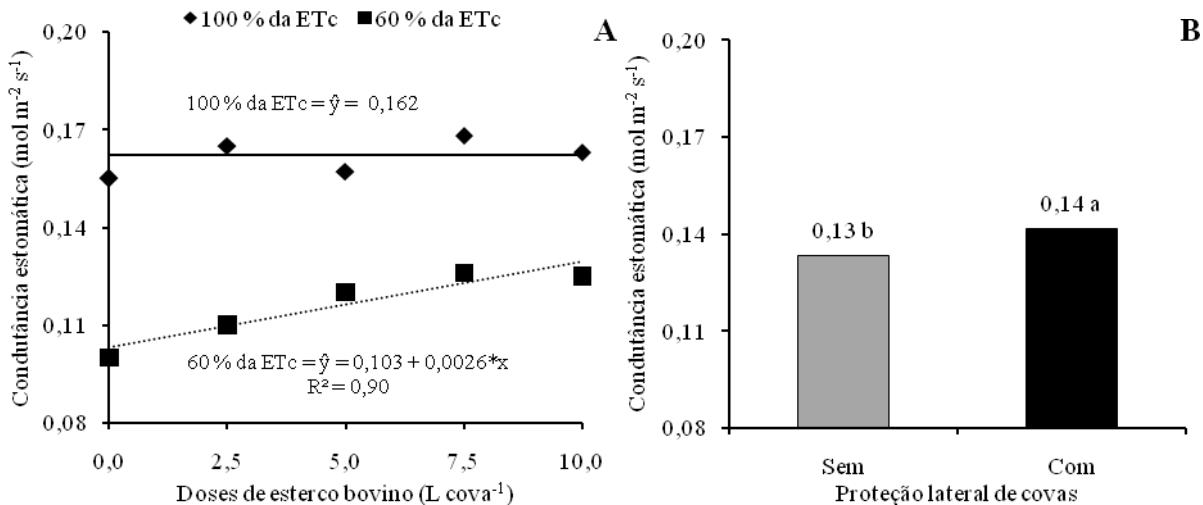
O comportamento do índice de clorofila total está compatível com a clorofila 'a' e 'b', em que os maiores índices foram registrados nas plantas sob a maior lâmina de irrigação (Figura 3). Nas plantas desenvolvidas em covas sem revestimento lateral, os dados não se adequaram às doses de esterco bovino, com as médias de 54,5; 52,5; 53,2 e 51,4 percebe-se também que a redução de 40% na lâmina de irrigação inibiu em apenas 2,3 e 2,1 % o índice de clorofila total, respectivamente nas covas sem e com revestimento lateral.



**Figura 3.** Índice de clorofila total em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

Freire et al. (2014) obtiveram incrementos nos pigmentos fotossintéticos, em função do uso de cobertura morta, principalmente quando aplicou-se biofertilizante bovino. Neste caso, pode-se inferir que as plantas conservaram, em parte, a sua capacidade de síntese de clorofila *a*, que é constantemente degradada e ressintetizada ao longo do ciclo das plantas, situação extremamente essencial, tendo em vista que este pigmento capta energia luminosa, onde seu acúmulo irá resultar em incrementos positivos nas reações fotoquímicas da fotossíntese (TAIZ et al., 2017).

Nas plantas irrigadas com 100% da ETc, a condutância estomática não se ajustou a nenhum modelo de regressão e foram representados pela média de  $0,162 \text{ mol m}^{-2} \text{ S}^{-1}$  mas, sob 60% da evapotranspiração da cultura aumentou de  $0,0026 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  por aumento unitário das doses do esterco bovino (Figura 4A). Pela relação entre o valor médio e o maior valor de  $0,129 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  na dose de 10 L de esterco bovino cova<sup>-1</sup> constata-se que as plantas irrigadas com 100% ETc superaram em 25,6% às irrigadas com a menor lâmina de irrigação (60 % ETc). Com base nesses resultados, duas situações devem ser consideradas: a) o suprimento hídrico adequado (100% ETc), independentemente do solo sem ou com maiores doses de matéria orgânica, estimula a condutância estomática das folhas; b) no solo com restrição hídrica (60% ETc), o aumento da dose de matéria orgânica (CAMPOS et al., 2015), pela ação das substâncias húmicas, proporciona estímulo ao crescimento radicular que resulta em estímulo à atividade estomática das folhas.



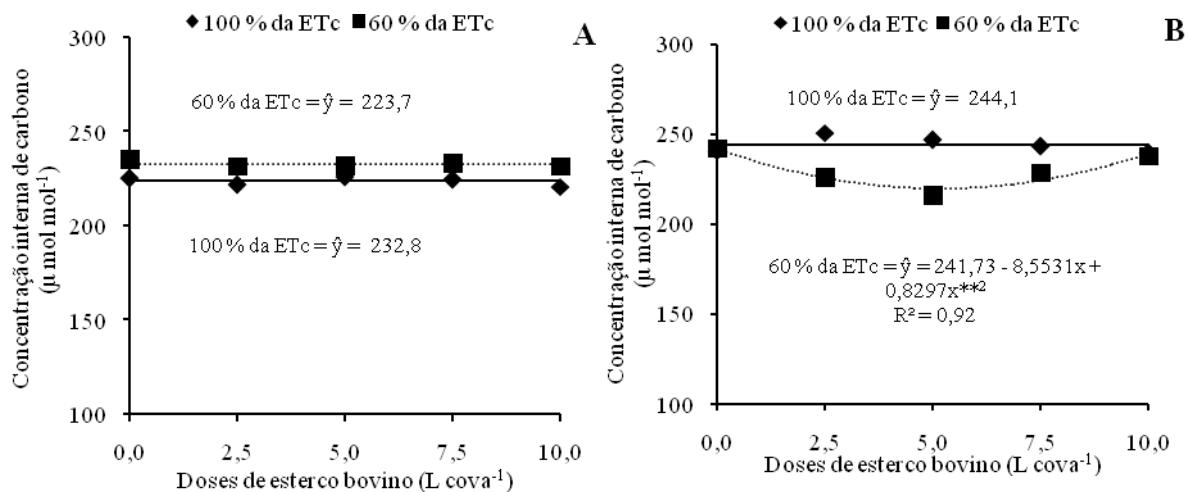
**Figura 4.** Condutância estomática (gs) em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····) (A), em covas sem e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

Para 4A, médias seguidas das mesmas letras não diferenciam-se entre si, por Tukey para  $p \leq 0,05$ .

A proteção lateral das covas superou em 7,7% a condutância estomática das plantas desenvolvidas nas covas sem redução das perdas de água do ambiente radicular (Figura 4B). Esse aumento pode ser resposta da manutenção do solo mais úmido e, com efeito, estimular a atividade dos estômatos nas plantas do solo protegido das perdas de água. Nesse sentido, Freire et al. (2014) observaram que a condutância estomática de plantas de maracujazeiro amarelo elevaram-se em função do uso da cobertura morta sobre o solo, segundo os autores, técnicas de cobertura e revestimento edáfico alteram positivamente a relação solo-água, possibilitando maior conforto fisiológico às plantas. Lima Neto et al. (2013) obtiveram correlação positiva do revestimento lateral de sulcos sobre a produtividade de pimentão (*Capsicum annuum* Group) e a umidade do solo.

Com exceção das plantas das covas protegidas contra as perdas hídricas e irrigadas com 60% da ETc, a concentração interna de carbono (Ci) pelo maracujazeiro BRS GA1 não se ajustou a nenhum tipo de regressão. Pela relação entre o maior e menor valor médio (Figura 5A) constata-se redução de apenas 3,9% entre as plantas irrigadas com a maior e a menor lâmina de irrigação, mas como nas demais variáveis avaliadas, com superioridade nas plantas tratadas com maior disponibilidade hídrica. Nas covas protegidas com filme plástico, os valores da Ci das plantas irrigadas com 100 % ETc no solo com matéria orgânica não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, sendo representada pela média de 244,1  $\mu\text{mol mol}^{-1}$  (Figura 5B). Por outro lado, a adição de esterco bovino ao solo nos tratamentos irrigados com 60 % da ETc reduziu inicialmente a Ci das plantas de 241,73 para 216,1  $\mu\text{mol mol}^{-1}$  na dose

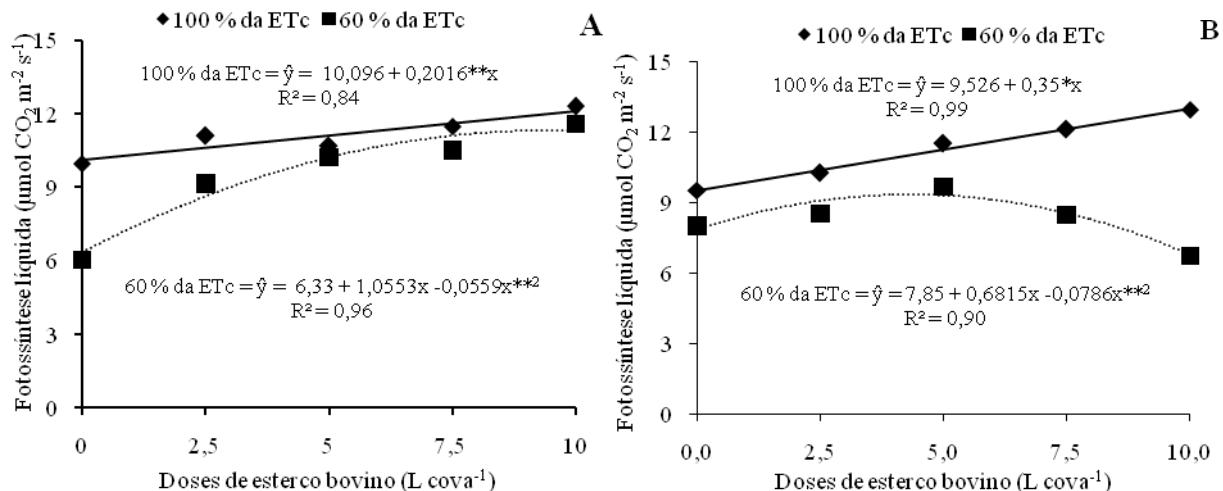
de 5,2 L do insumo orgânico; aumentando a partir dessa dose, até o maior valor de 239,2  $\mu\text{mol mol}^{-1}$  com o fornecimento da maior dose do insumo.



**Figura 5.** Concentração interna de carbono em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

Para Parihar et al. (2015) aumentos nos valores de Ci são respostas de acréscimos na condutância estomática (Figura 4B) que resultam na restrição do desempenho fotossintético, visto que quanto maior a abertura estomática maior será a difusão de  $\text{CO}_2$  para a câmara subestomática (SILVA et al., 2015). A fotossíntese líquida foi estimulada pelas doses de esterco bovino, entre as plantas das covas sem e com proteção contra as perdas hídricas do ambiente radicular, sob ambas as lâminas de irrigação, mas sempre como nas demais variáveis, com superioridade para as irrigadas com a lâmina de 100% em relação às de 60% ETc (Figura 6).

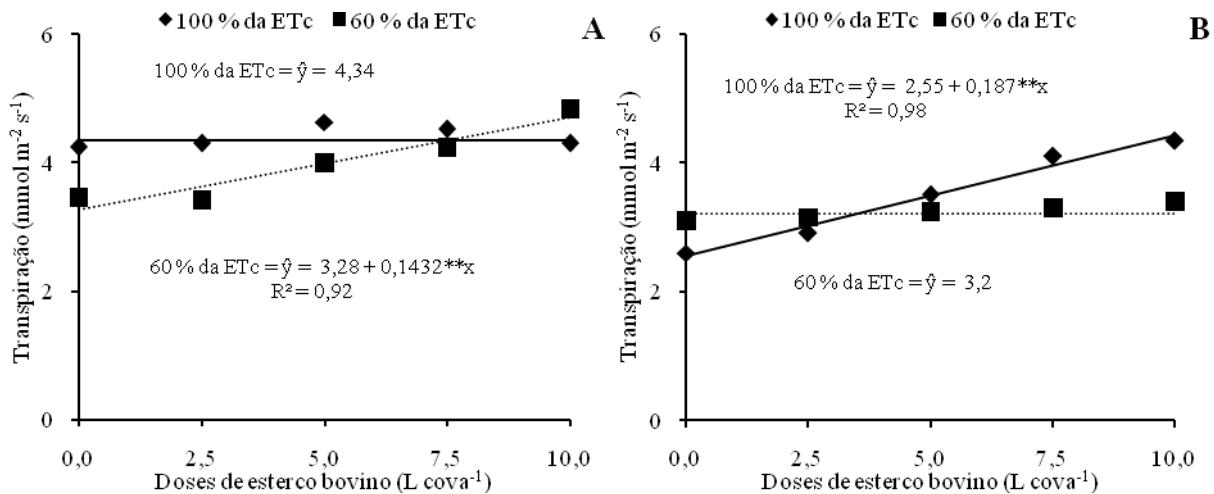
Nas duas situações, o aumento das doses de esterco bovino aumentou a taxa fotossintética das plantas irrigadas com a lâmina de 100% ETc nas covas sem e com proteção lateral contra as perdas hídricas do ambiente radicular. Os valores foram elevados de 10,09 para  $12,11 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e de 9,52 para  $13,02 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , expressando aumento de 20,02 e 36,7% entre as plantas sem e com a maior dose do insumo orgânico, respectivamente nos tratamentos sem e com proteção lateral. Ao relacionar 36,7% com 19,9% constata-se que a proteção das covas estimulou a taxa fotossintética das plantas de maracujazeiro amarelo em 84,4% comparada às plantas das covas desprotegidas contra as perdas hídricas do ambiente das raízes.



**Figura 6.** Fotossíntese líquida em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

O aumento do esterco bovino, até as doses de 9,4 e 4,3 L cova<sup>-1</sup>, sem (Figura 6A) e com proteção lateral (Figura 6B), sob 60% da ETc elevou a fotossíntese líquida até os maiores valores de 11,31 e 9,33 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, respectivamente Figura 6A e B. Essa situação contraria as plantas irrigadas com a maior lâmina de água que exibiram maior taxa fotossintética nas covas protegidas contra as perdas hídricas. Nesse contexto, Simões et al. (2016) registraram que a redução da lâmina de irrigação de 100 para 75 % da ETc propiciou perda superior a 20 % na taxa fotossintética líquida de plantas de girassol (*Helianthus annuus* L), nas condições edafoclimáticas de Petrolina-PE.

A redução da lâmina de irrigação de 100 para 60% da ETc provocou comportamento diferenciado na transpiração do maracujazeiro entre as plantas das covas sem e com proteção lateral para redução das perdas hídricas (Figura 7). Os valores das plantas, em função das doses de esterco bovino, irrigadas com 100% da ETc desenvolvidas nas covas sem proteção lateral, não se ajustaram a nenhum modelo matemático e foram representados pela média de 4,34 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Em situação semelhante a adubação orgânica e a irrigação com a lâmina de 60% da ETc elevou linearmente ao nível de 0,1432 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> a taxa transpiratória por aumento unitário do esterco bovino atingindo o maior valor de 4,71 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> sob 10 L de esterco bovino por cova (Figura 7A).



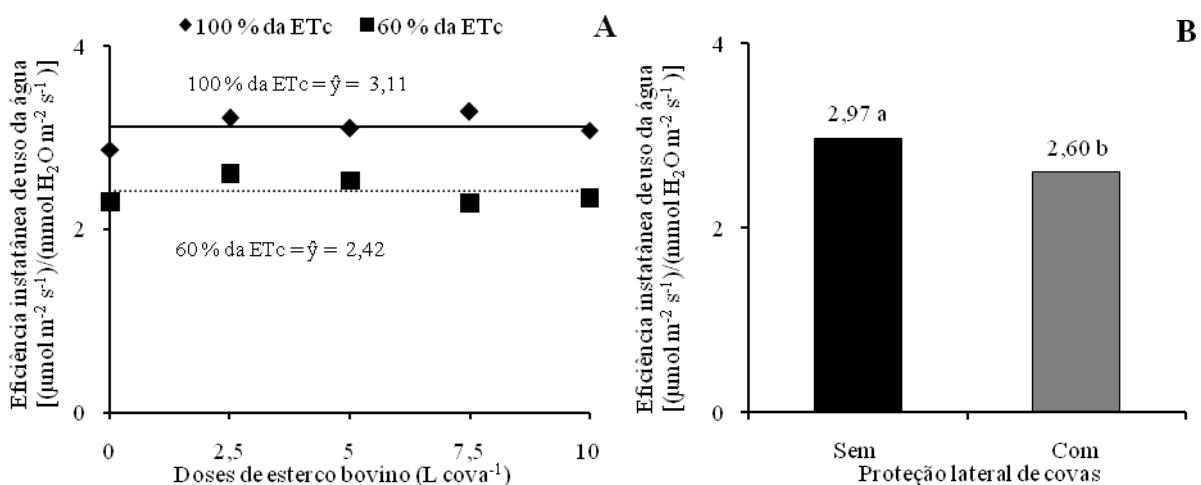
**Figura 7.** Transpiração em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

O esterco bovino promoveu aumento da transpiração nas plantas em covas com revestimento e irrigadas com 100% da ETc, os valores foram elevados de 2,55 para 4,42 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> resultando no aumento de 73% entre as plantas sem e com a maior dose do esterco bovino (Figura 7B). Nas mesmas condições, a transpiração das plantas irrigadas com 60% ETc não se adequaram a nenhum modelo de regressão, com média de 3,20 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Ao relacionar o valor médio de 3,49 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> das plantas irrigadas com a maior lâmina de água com de 3,20 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> das sob irrigação com a menor lâmina de água, constata-se uma superioridade de 9,1% às plantas tratadas com a maior lâmina de irrigação. Essa situação está relacionada à condutância estomática como registrado por Silva et al. (2015) ao detectarem correlação positiva entre a condutância estomática e a taxa fotossintética em plantas de berinjela (*Solanum melongena*) e evidencia que a dinâmica estomática estimula a demanda evapotranspirativa a que as folhas são submetidas. Melo et al. (2014) estudando as trocas gasosas de maracujazeiro BRS Gigante amarelo no sertão paraibano observaram que a redução de lâmina hídrica de 100 para 66% da ETc reduziu em 30% a taxa transpiratória das plantas, estes resultados acompanharam a tendência observada na condutância estomática das plantas. Resultados de Lima et al. (2010) constatam que quanto maior o potencial hídrico do solo maiores são as taxas transpiratórias do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) de modo que, com a perda de água do solo a planta inicia o processo de redução da taxa transpiratória, evitando perdas excessivas de água para a atmosfera.

A eficiência instantânea no uso da água (EiUA) foi superior nas plantas tratadas com a maior lâmina de irrigação e nas covas sem proteção contra as perdas hídricas (Figura 8). Os

dados, em função dos níveis de esterco bovino (Figura 8A), com média de 3,11 e 2,42  $\mu\text{mol CO}_2/\text{mmol de H}_2\text{O}$  indicam uma superioridade de 28,5 % nas plantas irrigadas com 100% ETc em relação às de 60% ETc (Figura 8A).

De acordo com Cajazeira et al. (2018), a quantificação da eficiência do uso de água pela planta é fundamental para se avaliar quanto de água é perdida pelo processo da transpiração quando das trocas gasosas e, consequentemente, assimilação do  $\text{CO}_2$  atmosférico para integrar compostos. Essa situação conflita com Soares et al. (2012) ao concluírem que plantas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) no Semiárido paraibano não responderam diferenciadamente aos efeitos de lâminas de irrigação.



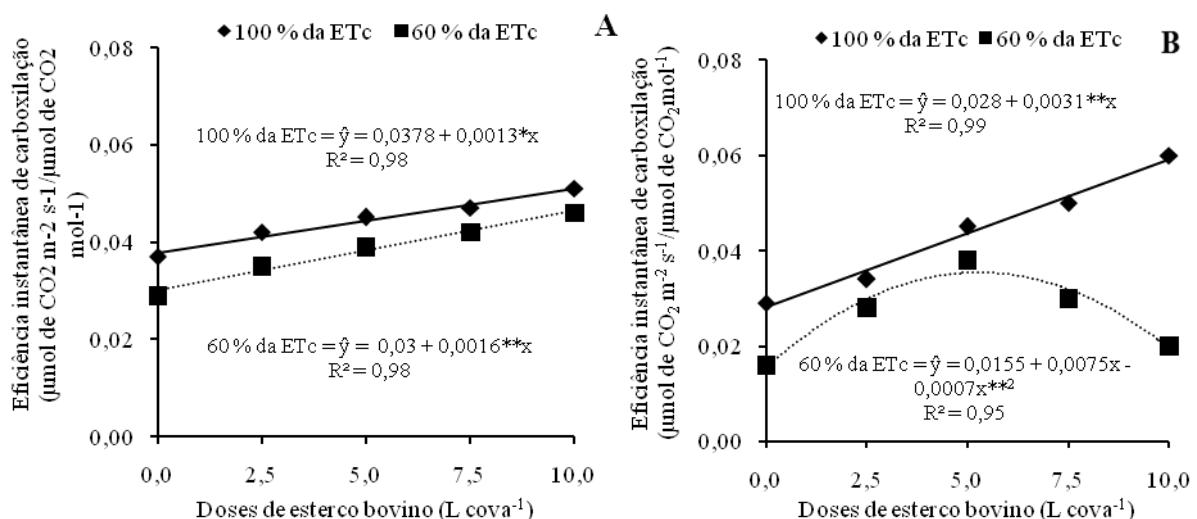
**Figura 8.** Eficiência instantânea de uso da água em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

Para 8A, médias seguidas das mesmas letras não diferenciam-se entre si, por Tukey para  $p \leq 0,05$ .

Quanto às plantas em covas sem e com revestimento lateral constata-se que a proteção lateral das covas reduziu em 12,5% a eficiência no uso da água pelo maracujazeiro (Figura 8B). Essa redução conforme Silva et al. (2015) pode ser devido a maior abertura estomática, elevando a perda d'água, os autores ressaltam ainda que as plantas tipo  $\text{C}_3$ , como o maracujazeiro amarelo, são ainda mais limitadas em assimilar  $\text{CO}_2$  sob situações hídricas adversas.

A eficiência instantânea de carboxilação do maracujazeiro, de forma semelhante às demais variáveis fisiológicas, foi superior nas plantas irrigadas com a maior lâmina de água (Figura 9). Nas covas sem proteção lateral, o esterco bovino elevou a variável de 0,030 para 0,046  $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\mu\text{mol de CO}_2 \text{ mol}^{-1}$  e de 0,0378 para 0,0508  $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}/\mu\text{mol de CO}_2 \text{ mol}^{-1}$  com aumentos de 53,3 e 34,4%, respectivamente entre as plantas do solo

sem e com a maior dose do esterco bovino irrigadas com 60 e 100% ETc. Apesar do menor valor percentual (34,4%), a relação entre os valores das plantas sob maior nível de irrigação superam em 26,0 e 10,4% às irrigadas com a menor lâmina de água no solo sem e com 10 L do insumo orgânico (Figura 9A). Para Silva et al. (2016b), incrementos na eficiência instantânea de carboxilação (EiC) são respostas dos aumentos na concentração intracelular de CO<sub>2</sub> (Figura 5) e na condutância estomática em função da maior disponibilidade de energia na forma de ATP, NADPH para a enzima rubisco, resultados que estão em acordo com os dados da trocas gasosas registrados neste trabalho.



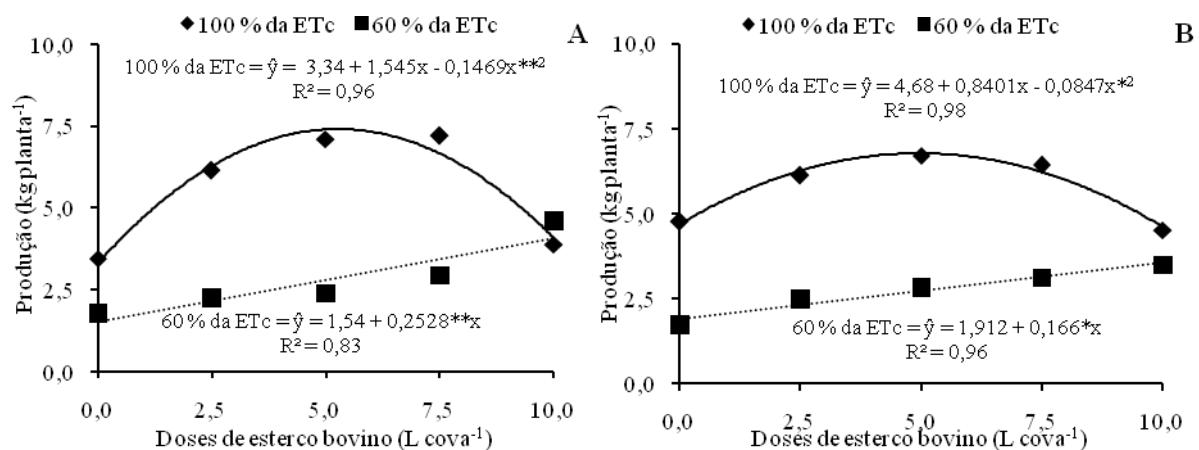
**Figura 9.** Eficiência instantânea de carboxilação (EiC) em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

A proteção lateral das covas (Figura 9B) associada ao aumento das doses de esterco bovino elevou a eficiência instantânea de carboxilação das plantas irrigadas com a maior lâmina de água de 0,028 para até 0,059 μmol de CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>/μmol de CO<sub>2</sub> mol<sup>-1</sup>, resultando em aumento de 110,7% entre as plantas sem e com a maior dose do respectivo insumo. No mesmo tipo de cova, apesar do aumento do esterco bovino elevar a eficiência de carboxilação de 0,0155 para o maior valor de 0,0356 no solo sem e com a dose máxima estimada do insumo orgânico de 5,4 L cova<sup>-1</sup> expressando um estímulo de 129,7% entre as plantas sem o insumo e com a dose máxima estimada entre as plantas irrigadas com a menor lâmina de água (60 % da ETc).

Como nas covas sem revestimento, contra as perdas hídricas, apesar dos maiores valores absolutos nas plantas cultivadas sob irrigação com 100% da ETc, o valor percentual também foi maior nas irrigadas com a lâmina de água de 60% da evapotranspiração da cultura.

O maior valor absoluto indica ação positiva do revestimento lateral das covas na eficiência instantânea de carboxilação, provavelmente pela manutenção do solo menos aquecido e com maior umidade (Lima Neto et al., 2013) em níveis adequados à dinâmica das trocas gasosas pelas plantas (SOUZA et al., 2017). Os ganhos obtidos na EiC pelas plantas cultivadas em covas sem revestimento contra as perdas de água do solo, pode ser resposta dos efeitos positivos do esterco bovino que contribuíram para o desenvolvimento radicular, com reflexos positivos na eficiência de captação pelas raízes (KLEIN & KLEIN, 2015).

A superioridade dos dados fisiológicos nas plantas irrigadas com a maior lâmina de irrigação foi registrada também na produção das plantas (Figura 10). Sob a lâmina de 100% da ETc, o aumento do esterco bovino elevou a produção de 3,34 e 4,68, para os máximos valores de 7,4 e 6,8 kg por planta nas doses de 5,3 e 4,9 L cova<sup>-1</sup>, respectivamente. Essa situação diverge das demais variáveis fisiológicas avaliadas, em que a produção por planta foi mais baixa nas covas protegidas contra as perdas hídricas do solo, esta inferioridade está em conflito com Cavalcante et al. (2005a), Cavalcante et al. (2005b) e Lima Neto et al. (2013) ao constatarem que a redução das perdas de água do solo pelo revestimento lateral das covas com filme plástico elevou a umidade do solo e a produtividade do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*) e de pimentão (*Capsicum annuum*), respectivamente.



**Figura 10.** Produção por planta de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

Nas plantas irrigadas com a lâmina de 60% da ETc, o esterco bovino aumentou linearmente a produção do maracujazeiro de 1,54 e 1,91 kg por planta para os valores máximos de 4,06 e 3,57 kg por planta com incrementos de 163,6 e 86,9% entre as plantas do solo sem e com a maior dose de esterco bovino aplicado nas covas sem e com revestimento lateral, respectivamente. Estes resultados corroboram com Nascimento et al. (2016), ao

verificarem que o fornecimento de esterco bovino em plantas de melancia (*Citrullus lanatus*), aumentou a produtividade. Segundo estes autores, o fornecimento de materiais orgânicos além de aumentar a fertilidade, expressa pela capacidade de troca catiônica, e exerce também melhoria física na estrutura solo, fatores limitantes para a disponibilidade de nutrientes às plantas.

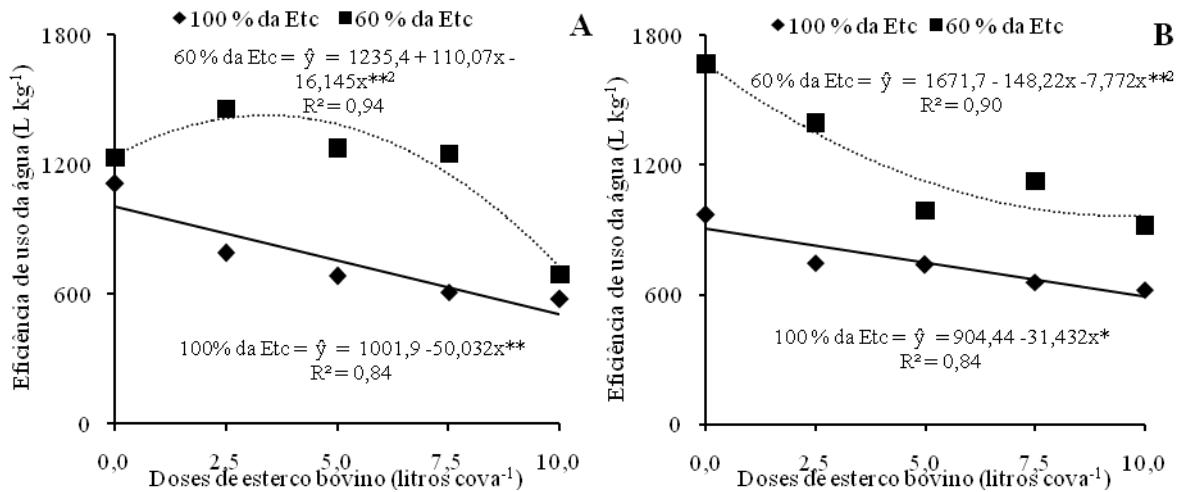
Nesse tipo de estudo pelo menos três comparações devem ser feitas: a) entre os valores da produção por planta no mesmo tipo de cova nas distintas lâminas de irrigação; b) entre dados de plantas irrigadas em covas protegidas contra as perdas hídricas do solo; c) com dados obtidos sob irrigação convencional ou onde a distribuição pluviométrica seja regular e atenda às exigências da cultura.

Na primeira comparação, tomando-se por base a dose de 5 L cova<sup>-1</sup> de esterco bovino para ambos os tipos de covas, constatam-se valores de 2,8 e 7,4 kg planta<sup>-1</sup> (Figura 10A) e 2,74 e 6,76 kg planta<sup>-1</sup> (Figura 10B). Ao relacionar os respectivos dados de cada Figura percebem-se superações de 164,3 e 146,7% entre as plantas irrigadas com 60 e 100% da ETc nas covas sem e com revestimento lateral. Pela superioridade das plantas irrigadas com a lâmina máxima em relação às tratadas com 60% ETc, o cultivo do maracujazeiro amarelo é mais dependente da irrigação que da redução das perdas hídricas do solo. Entretanto, as médias de produção obtidas neste trabalho estão abaixo dos 11,1 e 11,3 kg de maracujá planta<sup>-1</sup>, obtidos por Lima Júnior (2017) em solo irrigado com lâminas de 50 a 150 %, oriundas de água de poço e esgoto doméstico tratado, respectivamente.

Comparativamente com plantas cultivadas em covas protegidas contra as perdas hídricas, as produções das plantas irrigadas com a maior lâmina de água superam os 4,2 kg planta<sup>-1</sup> obtidos por Cavalcante et al. (2005b), 5,3 kg planta<sup>-1</sup> colhidos por Cavalcante et al. (2008) em maracujazeiro amarelo desenvolvido em bolsas plásticas resistentes (350  $\mu$ ) com diâmetro e altura de 60 cm e superam também os 7,15 kg planta<sup>-1</sup> em cultivo feito em vasos plásticos com diâmetro e altura de 60 cm usados como lisímetro de pressão (DIAS et al., 2012).

A eficiência agronômica do uso da água pelo maracujazeiro amarelo, como em quase todas as variáveis avaliadas, foi superior nas plantas tratadas com a maior lâmina de irrigação, isto é, produziu mais massa de fruto por unidade volumétrica de água aplicada (Figura 11) nas covas sem e com revestimento lateral para redução das perdas hídricas em comparação às irrigadas com 60% ETc. Nas plantas irrigadas com 100% da ETc, o volume hídrico reduziu de 1.101,2 e de 904,4 para 501,6 e 590,1 L kg de fruto<sup>-1</sup>, ou seja utilizou-se 500,3 e 314,3 litros

de água a menos por kg de fruto produzido em função do aumento da dose de matéria orgânica de 0 para 10 L cova<sup>-1</sup>, respectivamente no solo sem e com revestimento lateral.



**Figura 11.** Eficiência agronômica do uso da água em plantas de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra as perdas hídricas (B).

Nas plantas irrigadas com 60% ETc, o esterco bovino estimulou a eficiência do uso agronômico da água, onde a adição de 10 e 9,53 L de esterco bovino cova<sup>-1</sup> reduziu em 41,6 e 40,4 % o volume de água por kg de fruto produzido, correspondendo à uma maior eficiência de uso da água. A baixa eficiência no uso da água por culturas de metabolismo C<sub>3</sub>, inclusive com maracujazeiro amarelo, foi relatada por alguns autores, como Sousa et al. (2005) em passiflorácea que obtiveram EUA média de 800 L kg<sup>-1</sup> de fruto produzido. Barros Júnior et al. (2008) em mamoneira (*Ricinus communis* L.) cv. Nordestina, alcançaram EUA de 1.250L de água por kg de grãos produzidos; Dourado (2015), 774 L de água por kg de aquêniros de girassol (*Helianthus annuus* L.) e Melo (2017), 1.738 L de água por kg de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.).

Pelos resultados constata-se, a partir da superioridade das plantas irrigadas com a maior lâmina de água, que o maracujazeiro BRS Gigante Amarelo (BRS GA1) é dependente da irrigação vez que a redução da lâmina de 100 para 60% da evapotranspiração da cultura comprometeu a eficiência agronômica do uso da água, como registrado também na fisiologia e produção por planta da cultura. Os aumentos promovidos pelo esterco bovino, em geral, são atribuídos às melhorias na fertilidade e nas propriedades físicas (PEREIRA et al., 2013; STEFANOSKI et al., 2013), químicas (HIGASHIKAWA & MENEZES JÚNIOR 2017) e biológicas do solo pelo aumento populacional e diversidade dos microorganismos (FARIAS et al., 2017), contribuindo para o aumento da produção das plantas.

## CONCLUSÃO

A redução da lâmina de irrigação de 100 para 60% da evapotranspiração da cultura, independentemente da proteção lateral das covas contra as perdas hídricas e do esterco bovino, reduziu a atividade fisiológica e a produção das plantas de maracujazeiro BRS Gigante Amarelo;

O revestimento lateral das covas estimulou a taxa fotossintética das plantas, mas não incrementou a produção do maracujazeiro amarelo.

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), respectivamente pelo auxílio financeiro ao projeto de pesquisa e a bolsa em nível de doutorado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728. 2014.
- ARE, K.S.; ADELANA, A. O.; FADEMI, I. O.; AINA, O. A. Improving physical properties of degraded soil: Potential of poultry manure and biochar. **Agriculture and Natural Resources**, v. 9, n.1, p. 127-138, 2018.
- BARCELLOS, M.; MOTTA, A.C.V.; PAULETTI, V.; SILVA, J.C.P.M.; BARBOSA, J.Z. Atributos químicos de Latossolo sob plantio direto adubado com esterco de bovinos e fertilizantes minerais. **Comunicata Scientia**, v.6, n.3, p.263-273, 2015.
- BARROS JUNIOR, G.; GUERRA, H.O.C.; CAVALCANTI, M.L.F.; LACERDA, R.D. Consumo de água e eficiência do uso para duas cultivares de mamona submetidas a estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.4, p.350–355, 2008.
- BENBOUALLI, E.H.; HAMOUDI, S.A.A.; LARICH, A. Short-term effect of organic residue incorporation on soil aggregate stability along gradient in salinity in the lower cheliff plain (Algeria). **African Journal of Agricultural Research**, v.8, n.2, p.2141-2152, 2013.

- CAJAZEIRA, J.P. CORREA, M.C.M.; ALMEIDA, E.I.B.; QUEIROZ, R.F.; MESQUITA, R.O. Growth and gas exchange in white pitaya under different concentrations of potassium and calcium. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, p. 112-121, 2018.
- CAMPOS, V.B.; CHAVES, L.H.G.; GUERRA, H.O.C. Adubação com NPK e irrigação do girassol em Luvissolo: Comportamento vegetativo. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 1, p. 221-233, 2015.
- CASTELLANOS, M.T.; CARTAGENA, M.C.; REQUEJO, M.I.; ARCE, A.; CABELLO, M.J.; RIBAS, F. TARQUIS, A.M. Agronomic concepts in water footprint assessment: A case of study in a fertirrigated melon crop under semiarid conditions. **Agricultural Water Management**, v. 170, n. 2, p. 81–90, 2016.
- CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, T. A. G.; ANDRADE, R.; SÁ, J. R.; MACEDO, J. P. S.; GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, I. H. L. Resposta do maracujazeiro amarelo à salinidade da água sob diferentes formas de plantio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental**, v. 9, suplemento, p. 314 - 317, 2005a.
- CAVALCANTE, L. F.; COSTA, J. R. M.; OLIVEIRA, F. K. D.; CAVALCANTE, I. H. L.; ARAUJO, F. A. R. Produção do maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina em covas protegidas contra perdas hídricas. **Irriga**, v. 10 n. 3, p. 23-31, 2005b.
- CAVALCANTE, L. F.; SILVA, M. N. B.; DINIZ, A. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; CAMPOS, V. B. Biomassa do maracujazeiro-amarelo em solo irrigado com água salina protegido contra as perdas hídricas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 3, p. 26-34, 2008.
- CHAVARRIA, G.I.; DURIGON, M.R.; KLEIN, V.A.; KLEBER, H. Restrição fotossintética de plantas de soja sob variação de disponibilidade hídrica. **Ciência Rural**, v.45, n.8, p. 1387-1393, 2015.
- DELPUECH, X.; METAY, A. Adapting cover crop soil coverage to soil depth to limit competition for water in a Mediterranean vineyard. **European Journal of Agronomy**, v. 97, n.1, p. 60–69, 2018.
- DIAS T. J.; CAVALCANTE L. F.; NUNES, J. C.; FREIRE J. L. O; NASCIMENTO, J. A. M. Qualidade física e produção do maracujá amarelo em solo combofertilizante irrigado com águas salinas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, suplemento 1, p. 2905-2918, 2012.
- DOURADO, L.G.A. **Irrigação e adubação potássica no crescimento e produção do girassol**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, MT, 2015, 78 f.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise do Solo.** 3 ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2017. 573 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

FARIAS, D.B.S.; LUCAS, A.A.T.; MOREIRA, M.A.; NASCIMENTO, L.F.A.; SÁ FILHO, J.C.F. Cobertura do solo e adubação orgânica na produção de alface. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 2, p. 173-176, 2017.

FIGUEIREDO, C.C.; RAMOS, M.L.G.; Mc MANUS, C.M.; MENEZES, A.M. Mineralização de esterco de bovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 175-179, 2012.

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.

GONDIM, S.C.; CAVALCANTE, L. F.; CAMPOS, V.B.; MESQUITA, E.F.; GONDIM, P. C. Produção e composição foliar do maracujazeiro amarelo sob lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.100-107, 2009.

GHOSH, B.N.; MEEN, V.S.; SINGH, R.J.; ALAM, N.M.; PATRA, S.; BHATTACHARYYA, R.; SHARMA, N.K.; DADHWAL, K.S.; MISHRA, P.K. Effects of fertilization on soil aggregation, carbon distribution and carbon management index of maize-wheat rotation in the north-western Indian Himalayas. **Ecological Indicators**, v. 42, n.2, p.22-37, 2018.

GUO, Z.C.; ZHANG, Z.B.; ZHOU, H.; RAHMAN, M.T.; WANG, D.Z.; GUO, X.S.; LI, L.J.; PENG, X.H. Long-term animal manure application promoted biological binding agents but not soil aggregation in a Vertisol. **Soil & Tillage Research**, v. 180, n.1, p. 232–237, 2018.

HIGASHIKAWA, F.S.; MENEZES JÚNIOR; F.O.G. Adubação mineral, orgânica e organomineral: efeitos na nutrição, produtividade, pós-colheita da cebola e na fertilidade do solo. **Revista Scientia Agraria**, v. 18, n. 2, p. 01-10, 2017.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J.R.A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A.C.; SÁ, F.V.S. **Qualidade da água para irrigação.** In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. GOMES FILHO, E. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, p.35-50, 2016.

KAHIL, M.T.; DINAR, A.; ALBIAC, J. Cooperative water management and ecosystem protection under scarcity and drought in arid and semiarid regions. **Water Resources and Economics**, v.13, n. 2. p. 60–74, 2016.

KLEIN, C.; KLEIN, V.A. Estratégias para potencializar a retenção e disponibilidade de água no solo. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 1, p.21-29, 2015.

KRUASHVILI, I.; BZIAVA, K.; INASHVILI, I.; LOMISHVILI, M. Determination of optimal irrigation rates of agricultural crops under consideration of soil properties and climatic conditions. **Annals of agrarian science**,v.14, n.4, p. 217-221, 2016.

LIMA, M. A.; BEZERRA, M. A.; GOMES FILHO, E.; PINTO, C. M.; ENÉAS FILHO, J. Trocas gasosas em folhas de sol e sombreadas de cajueiro anão em diferentes regimes hídricos. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, p.654-663, 2010.

LIMA JUNIOR, J.C. **Desenvolvimento e potencial produtivo do maracujazeiro amarelo irrigado com lâminas de água residuaria e de poço**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017, 74 f.

LIMA NETO, A.J.; DANTAS, T.A.G.; CAVALCANTE, L.F.; DIAS, T.J.; DINIZ, A.A. Biofertilizante bovino, cobertura morta e revestimento lateral dos sulcos na produção de pimentão. **Revista Caatinga**, v. 26, n. 3, pp. 1-8, 2013.

LIU, C.; ZHOU, L; JIA, J.; SI, J.; LI, X.; PAN, C.; SIDDIQUE, K. H.; LI, F. Maize yield and water balance is affected by nitrogen application in a film-mulching ridge-furrow system in a semiarid region of China. **European Journal of Agronomy**. v. 52, p. 103–111, 2014.

LUCAS, A.A.T.; FRIZZONE, J.A.; COELHO FILHO, M.A. Características da distribuição radicular do maracujazeiro sob fertirrigação. **Irriga**, v. 17, n. 2, p. 245 - 250, 2012.

MANTOVANI, E.C.; DELAZARI, F.T.; DIAS, L.E.; ASSIS, I.R.; VIEIRA, G.H.S; LANDIM, F.M. Eficiência no uso da água de duas cultivares de batata-doce em resposta a diferentes lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 2, p. 602-606, 2013.

MARROU, H.; SINCLAIR, T.R.; METRAL, R. Assessment of irrigation scenarios to improve performances of Lingotbean (*Phaseolus vulgaris*) in southwest France. **European Journal of Agronomy**, v. 59, n.3, p. 22–28, 2014.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G. N. Chlorophyll fluorescence – a practical guide. **Journal of Experimental Botany**, v. 51, n. 345, p. 659 -668, 2000.

MELO, A.S.; SILVA, J.M.; FERNANDES, P.D.; DUTRA, A.F.; BRITO, M.E.B.; SILVA, F.G. Gas exchange and fruit yield of yellow passionfruit genotypes irrigated with different rates of ET<sub>0</sub> replacement. **Biosciense Journal**, v. 30, sup.1, p. 293-302, 2014.

MELO, M.R.M. **Déficit hídrico aplicado em cultivares de feijão, nas fases vegetativa e reprodutiva, associado com o uso de água resíduária.** Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2017, 87 f.

MÓGOR, Á.F.; BARBIZAN, T.; PAULETTI, V.; OLIVEIRA, J.; BETTONI, M.M. Teores de clorofila em cultivares de tomateiro submetidas a aplicações foliares de magnésio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 363-369, 2013.

MORO, A.L.; BROETTO, F.; MORO, E. Relação hídrica e teor de clorofila em dois cultivares de arroz submetido à deficiência hídrica e adubação silicatada. **Irriga**, v. 20, n. 3, p. 570-586, 2015.

NASCIMENTO, J. A. M.; SOUTO, J.S.; PEREIRA, W.E.; MEDEIROS, S.A.S.; CAVALCANTE, L.F.; Macronutrients in water melon plants fertilized with potassium and cattle manure. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 9, p. 836–840, 2016.

NUNES, J.C.; CAVALCANTE, L.F.; PEREIRA, W.E.; SOUZA, J.T.A.; ALMEIDA, D.J.; ORESCA, D.; FERNANDES, P.D. Gas exchange and productivity of yellow passion fruit irrigated with saline water and fertilized with potassium and biofertilizer. **Ciencia & Investigaciòn Agraria**, v. 44, n. 2, p.168-183, 2017.

OLIVEIRA, J. G. R.; TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G. M. C. Alterações na física do solo com a aplicação de dejetos animais. **Geographia Opportuno Tempore**, v. 2, n. 2, p. 66-80, 2016.

OLIVEIRA, F. I. F.; MEDEIROS, W. J. F.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SOUTO, A. G. L.; LIMA NETO, A. J. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo fertirrigado com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 4, p. 191-199, 2017.

PARIHAR P., SINGH S., SINGH R., SINGH V. P., PRASAD S. M. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 2, p. 4056–4075, 2015.

PEREIRA, D.C.; WILSEN NETO, A.; NÓBREGA, L.H.P. Adubação orgânica e algumas aplicações agrícolas. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 03, n.02, p. 159-174, 2013.

- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils.** Washington: United States Salinity Laboratory Staff, 1954.
- ROHÁCEK, K. Chlorophyll fluorescence parameters: the definitions, photosynthetic meaning and mutual relationships. **Photosynthetica**, v. 40, n. 1, p. 13-29, 2002.
- ROCHA, M.G.; BASSOI, L.H.; SILVA, D.J. Atributos do solo, produção da videira 'syrah' irrigada e composição do mosto em função da adubação orgânica e nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 220-229, 2015.
- SAS Institute Inc. **SAS/STAT 9.3 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011. 8621 p.
- SIMÕES, W.L.; COELHO, D.S.; SOUZA, M.A.; DRUMOND, M.A.; ASSIS, J.S.; LIMA, J.A. Aspectos morfológicos do girassol irrigado por gotejamento no Submédio São Francisco. **Irriga**, Edição Especial, p. 66-77, 2016.
- SILVA, F.G.; DUTRA, W.F.; DUTRA, A.F.; OLIVEIRA, I.M.; FILGUEIRAS, L.M.B.; MELO, A.S. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.10, p.946-952, 2015.
- SILVA, J.M.; MELO, A.S.; DUTRA, A.F.; SUASSUNA, J.F.; DUTRA, W.F.; MENESES, C.H.S.G.; VIÉGAS, P.R. A. Profitability of yellow passion fruit as a function of irrigation depths under semiarid conditions. **African Journal Agricultural Research**, v.11, n.12, p. 1079-1085, 2016a.
- SILVA, A.; BRITO, M.E.B.; FRADE, L.J.G.; NOBRE, R.G.; COSTA, F.B.; MELO, A.S.; SILVA, L.A. Crescimento e trocas gasosas de genótipos de feijão-caupi sob estratégias de cultivo. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 3, p. 745-758, 2016b.
- SOARES, L.A.A.; SOUSA, J.R.M.; BRITO, M.E.B.; ANDRADE, E.M.G.; SÁ, F.V.S.; SILVA, E.C.B. Influência de diferentes lâminas de irrigação nas trocas gasosas do tomateiro na fase vegetativa. **Revista Agropecuária Científica no Semiárido**, v.8, n.3, p. 118-122, 2012.
- SOUSA, V.F.; FRIZZONE, J.A.; FOLEGATTI, M.V.; VIANA, T.V.A. Eficiência do uso da água pelo maracujazeiro amarelo sob diferentes níveis de irrigação e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.3, p.302-306, 2005.
- SOUSA, P.G.R.; VIANA, T.V.A.; CARVALHO, C.M.; SOUSA, A. M.; COSTA, C. P. M.; AZEVEDO, B.M. Efeito de diferentes lâminas de irrigação e cobertura do solo no crescimento da cultura do sorgo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.11, nº.4, p. 1528 - 1537, 2017.

- SOUZA, J. T. A.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C; BEZERRA, F. T. C.; NUNES, J. A. S; SILVA, A. R.; ORESCA, D.; CAVALCANTE, A. G. Effect of saline water, bovine biofertilizer and potassium on yellow passion fruit growth after planting and on soil salinity. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 2994-3003, 2016.
- STEFANOSKI, D.C.; SANTOS, G.G.; MARCHÃO, R.L.; PETTER, F.A.; PACHECO, L.P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.12, p.1301–1309, 2013.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 819p.
- TERRY, I. M. F.; GONZÁLEZ, L. C.; GALLARDO, M. F.; CAIRO, N. C.; ACOSTA, N. R.; PRADO, R. M. Macrofauna del suelo em cuatro fincas en conversión hacia la producción agroecológica em el Municipio Cruces, **Cuba. Centro Agrícola**, Villa Clara, v. 42, p. 43-52, 2015.
- ZAVATTARO, L.; BECHINI, L.; GRIGNANI, C.; EVERT, F.K.; MALLAST, J.; SPIEGEL, H.; SANDÉN, T.; PECIO, A.; CERVERA, J.V.G.; GUZMÁN, G.; VANDERLINDEN, K.; D'HOSE, T.; RUYSSCHAERT, G.; BERGE, H.F.M. Agronomic effects of bovine manure: A review of long-term European field experiments. **European Journal of Agronomy**, v. 90, n.3, p. 127–138, 2017.

**Artigo III:**

**Produção e qualidade físico-química de maracujá amarelo sob irrigação,  
revestimento lateral de covas e matéria orgânica**

## Produção e qualidade físico-química de maracujá amarelo sob irrigação, revestimento lateral de covas e matéria orgânica

**RESUMO:** A redução da lâmina de irrigação e das perdas de água na agricultura revela-se cada vez mais essencial devido à depleção do volume hídrico mundial em quantidade e qualidade. Nessa direção, o uso de insumos orgânicos associado à redução da perdas hídricas do solo pode auxiliar na manutenção do potencial produtivo das culturas, inclusive o maracujazeiro amarelo e da qualidade físico-química da produção colhida. Um experimento foi realizado, no período de novembro/2016 a outubro/2017, no município de Remígio, Estado da Paraíba, Brasil, para avaliar os efeitos da redução da lâmina de irrigação de 100 para 60% da evapotranspiração das plantas e de perdas hídricas do solo tratado com doses de esterco bovino sobre a produção e qualidade físico-química de maracujá amarelo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em parcelas subdivididas, com três repetições, usando o esquema fatorial  $2 \times (2 \times 5)$ , referente as lâminas de irrigação de 60 e 100% da evapotranspiração da cultura - ETc, como parcela principal e a combinação entre as covas sem e com proteção lateral com filme plástico com as doses de 0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 L de esterco bovino por cova correspondendo às subparcelas. A redução da lâmina de irrigação de 100 para 60 % da ETc afetou negativamente o rendimento produtivo e a qualidade dos frutos, exceto o teor de ácido ascórbico, no entanto, o maior fornecimento hídrico em combinação com o aumento das doses de matéria orgânica propiciou maior rendimento de polpa do maracujá amarelo. O revestimento lateral das covas apesar de elevar a massa da casca e do fruto não incrementou a produtividade das plantas.

**Palavras chave:** Passiflorácea; Economia de água; adubação orgânica

## Production and physical-chemical quality of yellow passion fruit under irrigation, lateral coating of pits and organic matter

**ABSTRACT:** The reduction of irrigation depth and the loss of water in agriculture reveals itself increasingly essential, due depletion of the world's water volume in quantity and quality. In this direction, the use of organic inputs associated with the reduction of soil water losses can auxiliary in maintaining the productive potential of cultures, including of yellow passion fruit and the physical-chemical quality of the harvested production. An experiment in the period from November/2016 to May/2017 in the municipality of Remígio, State of Paraíba, Brazil, to evaluate the effects of the irrigation depths reduction from 100 to 60% of evapotranspiration and water losses in the soil treated with doses of bovine manure on the production and physical-chemical quality of yellow passion fruit. The experimental design was a randomized block in subdivided plot, with three replicates, using the factorial scheme  $2 \times (2 \times 5)$ , referring to the irrigation depths 60 and 100% of crop evapotranspiration-ETc, as main plot and the combination between the pits without and with lateral protection with plastic film with the doses of 0.0; 2.5; 5.0; 7.5 and 10.0 L of bovine manure per pit corresponding to subplots. The reduction of the irrigation depth from 100 to 60% of ETc negatively affected the productive yield and the quality of the fruits, except the ascorbic acid content, however, the bigger water supply in combination with increasing doses of organic matter propitiated higher yield of pulp of yellow passion fruit. The lateral coating of the pits although to elevate the mass of the peel and the fruit not increased the productivity of plants.

**Keywords:** Passifloraceae; water economy; organic fertilization

## INTRODUÇÃO

O maracujazeiro amarelo é uma das principais frutíferas cultivadas em todo o mundo, o Brasil se destaca como maior produtor (SILVA, 2018). Pesar dos baixos rendimento nacionais de 13,5 Mg ha ano<sup>-1</sup>, esta passiflorácea revela-se uma alternativa agrícola viável às pequenas propriedades, principalmente pelo retorno econômico em curto e médio prazo, além da necessidade constante da cultura em mão de obra para atender os tratos culturais, como aplicação de insumos, podas, polinização manual, colheita e classificação dos frutos no campo antes da embalagem para a comercialização (FURLANETO et al., 2014; WEBER et al., 2016).

Dentre os fatores que influenciam o rendimento produtivo e a qualidade dos frutos colhidos do maracujá, o manejo da água utilizada na irrigação assume destacada importância, especialmente em regiões semiáridas, onde a distribuição pluviométrica no tempo e no espaço é insuficiente ou de distribuição irregular (ARAÚJO et al., 2012). Além de incrementar a produtividade e qualidade da colheita, o manejo adequado da irrigação pode resultar na melhoria do uso da água, principalmente devido à redução do volume hídrico (YANG et al., 2017; GALINDO et al., 2018). O aumento da produtividade e valor qualitativo das frutíferas em resposta ao manejo da irrigação sob condições semiáridas foi relatado também por Suassuna et al. (2011) em maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims), Panigrahi et al. (2014) em tangerina (*Citrus reticulata* Blanco), Ozmen et al. (2015) em melancia (*Citrullus lanatus*) e Zhou et al. (2018) em pêssego (*Prunus persica*).

Associado ao manejo da irrigação, a redução das perdas hídricas no ambiente edáfico através do revestimento plástico das faces laterais das covas de plantio tem contribuído para manutenção da umidade, redução da temperatura do solo e das perdas hídricas por caminhamento lateral do ambiente radicular das plantas (CAVALCANTE et al., 2008; LIU et al. 2014). Em solos mais úmidos e menos aquecidos há maior atividade microbiana devido a mais rápida mineralização da matéria orgânica, com efeitos positivos na disponibilidade de nutrientes às plantas (ZHANG et al., 2017).

O uso de resíduos orgânicos de origem animal é comum em áreas agrícolas em áreas do Semiárido brasileiro cultivadas, inclusive com maracujazeiro amarelo (OLIVEIRA et al., 2017). Nesse sentido, os efeitos positivos do esterco bovino nas melhorias física, química e biológica do solo, elegem os insumos orgânicos como componente útil para estímulo à produtividade com qualidade para atender as exigências do mercado consumidor (PEREIRA et al., 2013; ROCHA et al., 2015). Incrementos relacionados à produtividade e qualidade de frutos em função da adubação com esterco bovino foram relatados por Oliveira et al. (2014)

com quiabo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) e Tarantino et al. (2018) em damasco (*Prunus armeniaca* L.).

Pelo exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da redução da lâmina de irrigação de 100 para 60% da evapotranspiração em solo com proteção lateral das covas com filme plástico contra as perdas hídricas e doses de esterco bovino, na produção e qualidade pós - colheita dos frutos de maracujá amarelo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no período de novembro de 2016 a outubro de 2017, na propriedade Macaquinhas, município de Remígio, Paraíba ( $7^{\circ} 00' 1,95''$  S,  $35^{\circ} 47' 55''$  W) (SOUZA et al., 2016). O clima do município, conforme a classificação de Köppen (ALVARES et al., 2013) é do tipo As' que significa quente e úmido com período chuvoso de março a julho; a pluviosidade média histórica nos últimos dez anos, de 2008 a 2017 foi 853,1 mm. A precipitação, temperatura, umidade relativa do ar e evaporação no local do experimento estão indicados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Precipitação mensal (P), temperatura do ar média mensal (T), umidade relativa do ar média mensal (UR) e evaporação média mensal (E) durante os anos de 2016 e 2017.

Mês	Ano			
	*2016		*2017	
	P (mm)	T (C°)	UR (%)	E (mm)
Janeiro	129	29,2	65,4	4,3
Fevereiro	33	29,7	64,8	5,4
Março	102	28,4	67,1	5,7
Abril	124	25,9	79,3	4,3
Maio	158	24,9	80,1	4,8
Junho	33	24,4	78,5	4,2
Julho	14	24,1	75,0	5,4
Agosto	8	25,1	69,5	6,2
Setembro	19	25,8	68,9	6,2
Outubro	10	27,3	65,5	8,2
Novembro	0,0	28,2	64,4	8,3
Dezembro	103	28,6	65,5	7,3
<b>Total/média</b>	<b>733</b>	<b>26,9</b>	<b>70,3</b>	<b>5,9</b>

\*Fonte: Os valores foram obtidos de equipamentos instalados próximos à área experimental.

O solo da área experimental, conforme os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2013), é Neossolo Regolítico distrófico e,

quanto à salinidade é não salino (RICHARDS, 1954). Antes da implantação do experimento, seis amostras simples de solo foram coletadas na camada de 0-0,40 m, transformadas em uma amostra composta por bloco para a caracterização dos atributos físicos e químicos quanto à fertilidade (EMBRAPA, 2017), usando os valores médios (Tabela 2); o esterco bovino também foi caracterizado em uma amostra composta oriunda de seis amostras simples, empregando as metodologias contidas em EMBRAPA (2017). O caater eutrofico do solo na época da avaliação deve-se ao uso de adubação organomineral da área em anos anteriores.

**Tabela 2.** Caracterização física e química do solo, quanto à fertilidade, na camada de 0 - 40 cm, e do esterco bovino.

Caracterização do solo			Esterco bovino	
Atributos físicos	Valor	Atributos da Fertilidade	Valor	Valor
DS (kg dm <sup>-3</sup> )	1,62	pH	5,95	8,64
DP (kg dm <sup>-3</sup> )	2,67	P (mg dm <sup>-3</sup> )	14,48	36,11
PT (%)	0,39	K ( cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,14	20,18
Areia (g kg <sup>-1</sup> )	827	Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,03	3,86
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	93,0	H <sup>+</sup> +Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,25	1,24
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	80,0	Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,04	0,0
Ada(g kg <sup>-1</sup> )	25,0	Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,39	5,40
GF (%)	68,8	Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,10	4,5
ID (%)	31,2	SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,66	-
Ucc (g kg <sup>-1</sup> )	58,0	CTC (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,91	-
Upmp (g kg <sup>-1</sup> )	31,5	V (%)	54,18	-
Adi (g kg <sup>-1</sup> )	26,5	MO (g kg <sup>-1</sup> )	8,47	391,68
Clas., textural	Areia Franca			

DS = densidade do solo; DP = Densidade de partículas; PT = Porosidade Total; ID = Índice de dispersão = 100 - GF; Ada = Argila dispersa em água; Adi = Água disponível; Ucc = umidade do solo na capacidade de campo; Upmp = Umidade do solo no ponto de murcha permanente. SB = Soma de bases (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>); CTC = Capacidade de troca catiônica [SB + (H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>)]; V = Saturação por bases trocáveis (SB/CTC)100; MOS = Matéria orgânica do solo; E. Bovino = Esterco Bovino. pH: água (1:2,5); P e K: Mehlich-1; Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>: KCl 1 mol/L; H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>, Al<sup>3+</sup>: Acetato de Ca 0,5 mol/L pH 7,0; MO: Método Walkley-Black por via úmida.

O extrato de saturação do Neossolo na camada 0-40 cm e a água para irrigação das plantas foram caracterizados quanto à salinidade conforme Richards (1954) e apresentaram respectivamente valores de pH 6,80 e 6,12, condutividade elétrica 0,36 e 0,35 dS m<sup>-1</sup>, cálcio 0,79 e 1,19 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, magnésio 0,68 e 0,59 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, sódio 1,71 e 1,48 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, potássio 0,45 e 0,19 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, cloreto 2,29 e 2,51 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, carbonato ausência e ausência, bicarbonato 0,75 e 0,54 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, sulfato 0,49 e 0,36 mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>, razão de adsorção de sódio

(2,01 e 1,57 mol L<sup>-1</sup>)<sup>1/2</sup>, percentagem de sódio trocável do solo 0,61%, classificação quanto à salinidade solo não salino e água sem risco de salinidade e sodicidade.

Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com três repetições e três plantas por subparcela ou tratamento. Adotou-se o esquema fatorial 2 × (2 × 5), referente a duas lâminas de irrigação como parcela principal (100 e 60% da evapotranspiração da cultura - ETc) e as subparcelas, à combinação entre a proteção lateral das covas contra as perdas hídricas (sem e com) filme plástico plástico e cinco doses de esterco bovino (0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 L por cova).

O revestimento lateral das covas contra as perdas hídricas foi feito com filme plástico (GONDIM et al., 2009), de alta densidade (320 µ), instalado numa circunferência de 1 m de diâmetro, área de 0,78 m<sup>2</sup> e profundidade de 45 cm. Esse tipo de cova atende à distribuição do sistema radicular do maracujazeiro devido a maior proporção de raízes ativas concentrar-se nos primeiros 40 cm de profundidade e na distância de 40 cm do caule das plantas (LUCAS et al., 2012).

As covas foram abertas nas dimensões de 40 cm × 40 cm × 40 cm no espaçamento de 3,0 x 2,5 m e preparadas com material de solo dos primeiros 20 cm, 10 L de esterco bovino de relação C:N de 21:1 e, em função dos baixos teores de cálcio do solo (Tabela 1), uma mistura de 100 g, contendo 75% de calcário calcítico (48% CaO, 3,8 % MgO e 78% de PRNT) e 25% de gesso agrícola (CaSO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) com 24% CaO, 16% S, 0,81% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 14% de umidade. A adição do gesso tem a função de adicionar enxofre ao solo, elevar a solubilização do cálcio do calcário e aumentar a disponibilidade de Ca<sup>2+</sup> nas camadas inferiores do solo (SOUZA et al., 2016).

O esterco de bovino foi aplicado na preparação das covas a cada 90 dias após o transplantio das mudas (DAT), distribuído numa área com circunferência de 50 cm de raio tendo a planta com centro da cova.

As mudas de maracujazeiro 'BRS Gigante Amarelo' (BRS GA1) foram formadas por via seminífera em substrato contendo duas partes dos primeiros 20 cm de material do Neossolo da área experimental, uma parte do esterco bovino adicionado às covas e 1 kg de superfosfato simples (18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 18,0% Ca e 10,0% S) em 100 kg de substrato.

A irrigação das plantas foi feita três vezes por semana com base na evapotranspiração da cultura (ETc), com água não salina (0,35 dS m<sup>-1</sup>) usando o método de aplicação localizada por microaspersão com um emissor por planta, vazão de 60 L h<sup>-1</sup>, trabalhando na pressão de serviço de 0,2 MPa. Um tanque classe 'A' foi instalado próximo à área experimental para

obtenção das leituras de evaporação de tanque - ETa. Inicialmente obteve-se a evapotranspiração potencial – Etopelo produto da ETa x 0,75 (ETo = ETa x 0,75) em seguida quantificou-se a evapotranspiração da cultura através do produto entre a ETo e o coeficiente de cultivo (kc) em cada fase da cultura (ETc = ETo x kc). Os valores de kc foram 0,2; 0,4; 0,8 e 1,2 para os primeiros 60 dias após o transplantio (DAT), dos 60 aos 90 DAT, dos 90 aos 115 DAT e a partir da floração até a colheita, respectivamente (SOUZA et al., 2016).

Após o transplantio, as adubações com NPK foram feitas conforme Nunes et al. (2017). As adubações nitrogenadas com ureia (45% N) e cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O) foram feitas mensalmente nas proporções de N e K de 1:1 com valores dos respectivos nutrientes 3, 3, 5, 10, 10, 10, 20, 20, 30, 30 e 30 g planta<sup>-1</sup> e as de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na forma de superfosfato simples, a cada dois meses, nos valores de 5, 10, 20, 10 e 40 g planta<sup>-1</sup>. O sistema de sustentação das plantas foi espaldeira com um arame liso nº 12, instalado no topo das estacas a 2,2 m de altura do solo.

As colheitas foram realizadas a cada dois dias, retirando-se das plantas os frutos com pelo menos 40% da área da casca amarelada, em seguida foram acondicionados em caixa plástica para obtenção do número de frutos por planta, massa média de frutos e produtividade. O diâmetro longitudinal, equatorial ou transversal e espessura da casca nos quatro quadrantes de cada metade da casca foram medidos com paquímetro digital modelo Digimess®.

A firmeza dos frutos foi obtida através do penetrômetro Magness Taylor Pressure Tester, sendo feitas quatro leituras na região equatorial do fruto integro em lados opostos. O rendimento em polpa foi determinado pela relação entre a massa da polpa e a massa do fruto. A Acidez titulável (AT – g. ácido cítrico. 100 g<sup>-1</sup> de polpa) foi determinado por titulometria utilizando-se solução de NaOH 0,1M com indicador fenolftaleína, até obtenção de coloração róseo claro permanente, utilizando 5 g da amostra em 50 mL de água destilada conforme metodologia Instituto Adolf Lutz (2005). O teor de ácido ascórbico (AA) foi mensurado por titulometria utilizando-se solução de DFI (2,6 diclo-fenol-indofenol 0,02%) até a obtenção de coloração róseo claro permanente (AOAC, 1984).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, as médias referentes às lâminas de irrigação e proteção lateral das covas foram comparadas pelo teste F, que é conclusivo para um grau de liberdade, e as relativas às doses de esterco bovino, foram comparadas por regressão. Para o processamento dos dados foi utilizado o software estatístico Statistical Analysis System (SAS/STAT 9.3 (2011)).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

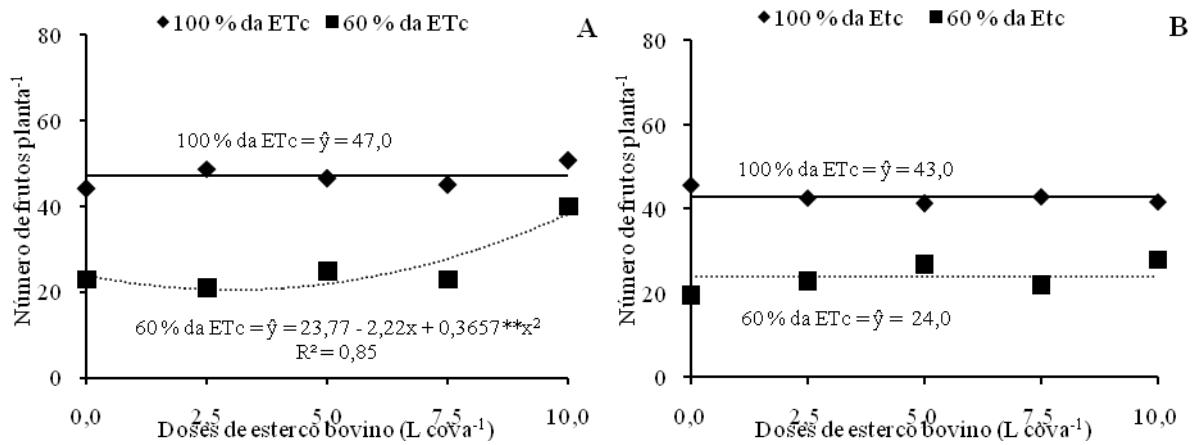
Exceto sobre o diâmetro longitudinal dos frutos (DL) que respondeu à interação entre lâmina de água (L) × doses de esterco (E), a interação lâmina de água (L) × revestimento de covas (R) × doses de esterco (E) exerceu efeitos significativos no número de frutos por planta (PP), massa média de fruto (MM), produtividade (PROD) e diâmetro transversal do fruto (DF) de maracujazeiro cultivar BRS Gigante Amarelo (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resumo das análises de variância referente ao número de frutos por planta (NF), massa média de fruto (MM), produtividade (PROD), diâmetro longitudinal (DL e transversal do fruto (DT) do maracujazeiro cultivar BRS GA1.

Fonte de variação	Quadrado Médio					
	GL	NF	MM	PROD	DL	DT
<b>Bloco</b>	2	13,06**	1324,8*	3376*	34,79*	27,14**
<b>Lam (L)</b>	1	59000,4**	1243,9**	2974**	335,1 <sup>ns</sup>	260,0**
<b>Resíduo (a)</b>	2	26,86	179,2	1821	134,77	9,31
<b>Rev (R)</b>	1	260,41 <sup>ns</sup>	418,1 <sup>ns</sup>	3999 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	19,15 <sup>ns</sup>
<b>DEB (E)</b>	4	234,04**	307,9*	1295**	189,7 <sup>ns</sup>	75,6**
<b>L x R</b>	1	54,15 <sup>ns</sup>	291,2 <sup>ns</sup>	9127 <sup>ns</sup>	51,52 <sup>ns</sup>	2,60 <sup>ns</sup>
<b>L x E</b>	4	526,45**	377,6*	3171**	297,17*	82,15**
<b>R x E</b>	4	224,04**	317,3 <sup>ns</sup>	4718**	203,58 <sup>ns</sup>	18,42 <sup>ns</sup>
<b>L x R x E</b>	4	179,02**	396,2**	7118**	132,46 <sup>ns</sup>	44,94*
<b>Resíduo (b)</b>	36	13,87	129,8	1157	111,78	15,52
<b>Total</b>	59					
<b>CV a (%)</b>		14,55	11,36	0,60	13,88	4,61
<b>CV b (%)</b>		10,46	9,67	0,48	12,64	5,96

GL = Grau de liberdade; Lam = Lâmina de irrigação; Rev = Revestimento lateral de covas; DEB = Doses de esterco bovino; <sup>ns</sup>: não significativo; \*: significativo a 5%; \*\*: significativo a 1%.

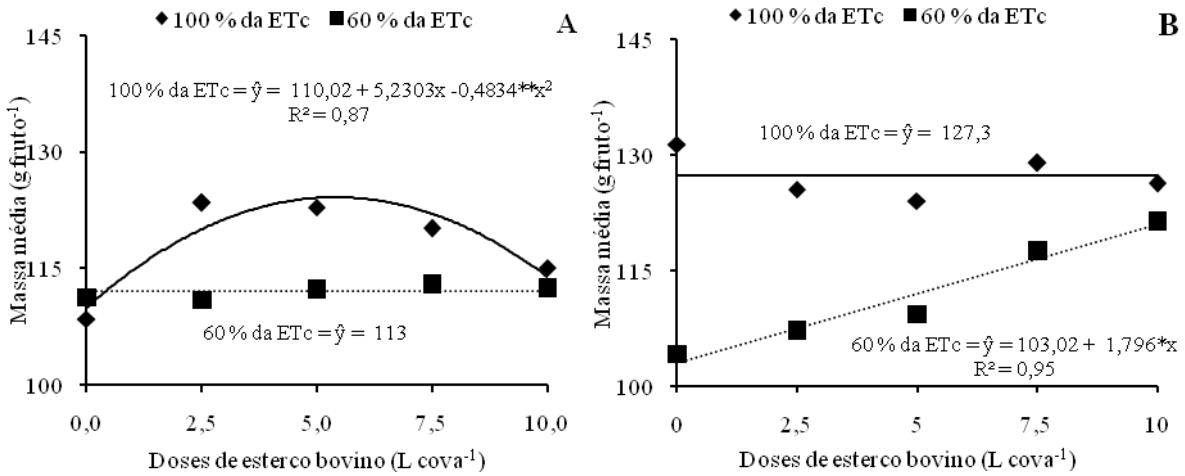
No solo sem revestimento lateral contra as perdas hídricas, a irrigação com 100% da ETc elevou o número de frutos por planta em relação à lâmina de 60% da ETc, mas os dados não se ajustaram a nenhum tipo de regressão (Figura 1A), com média 47 frutos por planta. A adição 10 L de esterco bovino por cova elevou em 60,5% o número de frutos por planta em relação aos tratamentos sem o insumo orgânico. Apesar do aumento, os resultados são inferiores aos 51 frutos planta<sup>-1</sup> obtidos de Oliveira et al. (2017) em maracujazeiro amarelo irrigado com água não salina tratado com 10% de biofertilizante na forma líquida aplicado via irrigação.



**Figura 1.** Número de frutos por planta de maracujazeiro cultivar BRS GA1, no solo esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra perdas hídricas (B).

A superioridade da maior lâmina de irrigação repetiu-se quando as plantas foram cultivadas em covas revestidas lateralmente (Figura 1B), sendo observado incremento de 79,2% no número de frutos por planta, em função da maior disponibilidade hídrica, mas os dados não se adequaram a nenhum tipo de regressão quanto às doses de esterco.

Os efeitos positivos da maior lâmina de irrigação se refletiram também na massa média dos frutos; no solo sem revestimento a irrigação com 100% da ETc aumentou a massa média até o maior valor de 124,2 g fruto<sup>-1</sup> na dose máxima estimada de 5,4 L de esterco cova<sup>-1</sup> (Figura 2A). Os dados relativos a lâmina de irrigação de 60% da ETc não se ajustaram a nenhum modelo matemático e a massa média no mesmo tipo de cova correspondeu ao valor de 113 g fruto<sup>-1</sup>.



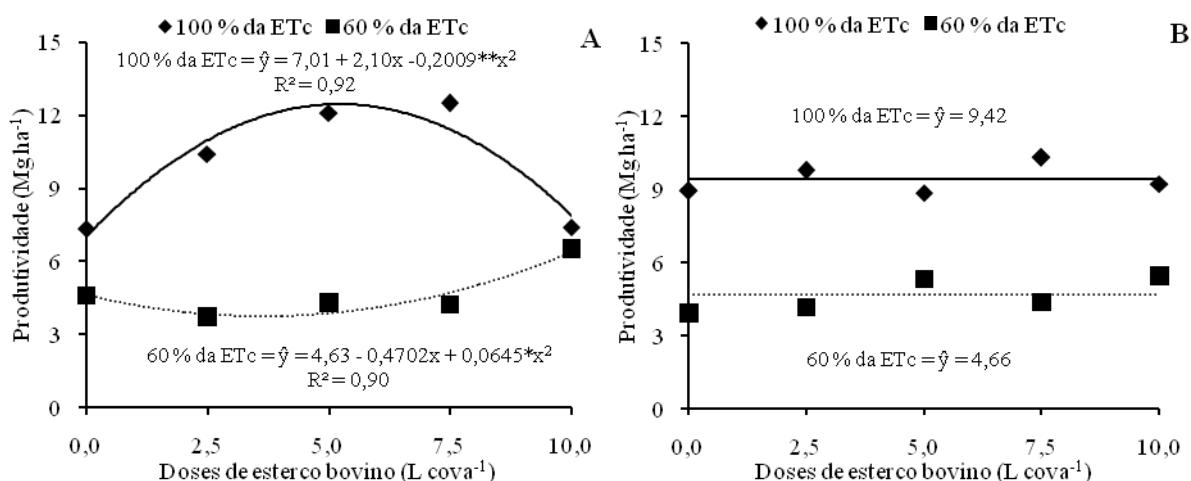
**Figura 2.** Massa média de fruto de maracujazeiro cultivar BRS GA1, no solo com esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra perdas hídricas (B).

A ausência de adequação dos dados da massa média dos frutos às doses de esterco bovino também foi constatada nas plantas irrigadas com 100% da ETc nas covas com revestimento (Figura 2B), com valor médio de 127,3 g, mas superando em 2,5% o maior valor de 124,2 g nas plantas irrigadas com a mesma lâmina de água nas covas sem revestimento lateral (Figura 2A). Apesar do aumento do esterco bovino elevar a massa de frutos, ao nível de 1,796 g por aumento unitário do insumo orgânico, nas plantas irrigadas com a lâmina de 60% ETc, o maior valor de 121 g fruto<sup>-1</sup> na dose máxima do respectivo insumo é 4,9% inferior ao das plantas tratadas com 100% ETc. Constatou-se também superioridade de 17,4% entre as plantas das covas com em comparação às sem revestimento lateral contra as perdas hídricas irrigadas com a mesma lâmina de 60% da evapotranspiração da cultura.

Suassuna et al. (2011) obtiveram incremento de 7,6 % na massa média de frutos em função do aumento da lâmina de irrigação de 60 para 100% da ETc, resultados que se assemelham aos do presente trabalho. Aguiar et al. (2017) relataram efeito positivo da matéria orgânica na forma de biofertilizante bovino aplicado ao solo na forma líquida sobre a massa média de frutos de maracujazeiro cv. BRS Gigante amarelo.

A produtividade das plantas, desenvolvidas nas covas sem revestimento lateral e irrigadas com a lâmina de 100% da ETc (Figura 3A), cresceu com as doses de esterco bovino até o valor de 12,5 Mg ha<sup>-1</sup> na dose máxima estimada de 5,2 L de esterco cova<sup>-1</sup>, proporcionando um ganho de 78,3% em comparação às plantas das covas sem o insumo orgânico. Nas plantas irrigadas com a menor lâmina de água, o aumento das doses de esterco bovino inicialmente inibiu a capacidade produtiva das plantas de 4,63 para 3,78 Mg ha<sup>-1</sup> com

perde 18,4% entre as plantas sem e com a dose mínima estimada de 3,6 L cova<sup>-1</sup> do respectivo insumo. Apesar do declínio inicial, doses acima de 3,6 L cova<sup>-1</sup> de esterco bovino estimularam o rendimento do maracujazeiro amarelo até o valor máximo de 6,38 Mg ha<sup>-1</sup> superando em 68,8% o rendimento na dose mínima estimada do insumo orgânico. A superioridade da maior lâmina de água associada à dose 5,2 L cova<sup>-1</sup> de esterco bovino deve ter exercido efeito positivo na melhoria das propriedades físicas (STEFANOSKI et al., 2013), químicas (ZAVATTARO et al., 2017) e biológicas do solo (MARROCOS et al., 2012), contribuindo para maior produtividade colhida do maracujazeiro amarelo.



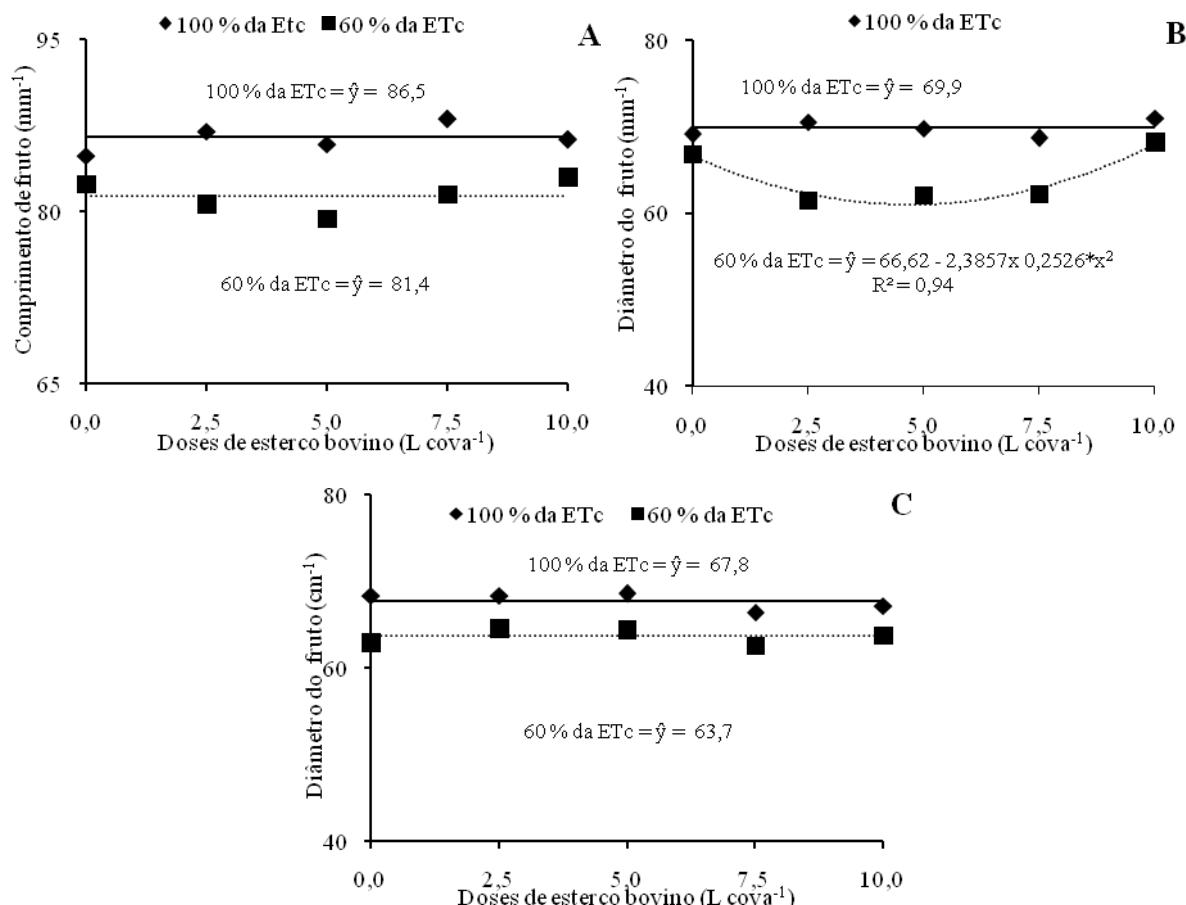
**Figura 3.** Produtividade de maracujazeiro cultivar BRS GA1, no solo com esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (····), em covas sem (A) e com revestimento lateral contra perdas hídricas (B).

No solo revestido lateralmente contra as perdas hídricas (Figura 3B), a lâmina de 100% da ETc aumentou em 102% a produtividade das plantas em comparação com as irrigadas com 60% da ETc, contudo os dados não se ajustaram a nenhum modelo de regressão. Estes níveis produtivos são semelhantes as 11,5 Mg ha<sup>-1</sup> obtidas por Araújo et al. (2011) cultivando maracujazeiro amarelo sob diferentes horários de irrigação, supera também às 10,3 Mg ha<sup>-1</sup> obtidos por Weber et al. (2016) com o maracujazeiro, seleção ‘Ovalado Grande’ da EPAGRI sob densidades de plantio e também às 9,3 e 6,8 Mg ha<sup>-1</sup> de Silva (2018) com os genótipos BRS ‘Sol do Cerrado’ e BRS ‘Redondo Amarelo’, respectivamente, adubados com 10 L de esterco bovino cova<sup>-1</sup> no Semiárido pernambucano.

Os dados do diâmetro longitudinal dos frutos colhidos das plantas irrigadas com 100 e 60% da ETc adubadas com doses de matéria orgânica não se ajustaram a nenhum modelo

matemático. Os valores médios foram de 86,5 e 81,4 mm com superioridade de 6,3% da maior sobre a menor lâmina de irrigação (Figura 4A).

Nas covas sem proteção lateral os diâmetros transversais dos frutos das plantas irrigadas com 100% da ETc não se ajustaram a nenhum modelo de regressão e foram representados pelo valor médio de 69,9 mm 9% nos frutos das plantas irrigadas com a maior lâmina de irrigação (Figura 4B). Nas mesmas covas, o aumento do esterco bovino reduziu o diâmetro transversal ou equatorial dos frutos de 66,62 para 60,97 mm com perda de 8,5% entre os frutos dos tratamentos sem e com 4,7 L cova<sup>-1</sup> de esterco bovino. Por outro lado, constata-se que o esterco bovino fornecido em dose acima de 4,7 até 10 L cova<sup>-1</sup> resultou no aumento do diâmetro do fruto para até 68,02 mm superando em 11,6% o valor relativo à dose mínima estimada.



**Figura 4.** Valores do diâmetro e transversal dos frutos de maracujazeiro cultivar BRS GA1, no solo e doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (···), diâmetro longitudinal (A), em covas sem (B) e com revestimento lateral contra perdas hídricas (C), respectivamente.

Nas covas com revestimento lateral contra as perdas hídricas, independentemente da lâmina de irrigação, os diâmetros transversais não se adequaram a nenhum modelo

matemático. Os valores médios foram 67,8 e 67,3 mm, com supremacia de 6,4% dos frutos das plantas irrigadas com a lâmina de irrigação de 100% da Evapotranspiração da cultura (Figura 4C). Giovanelli (2017) estudando o tamanho do maracujá amarelo cv. ‘Pérola do Cerrado’ em Viçosa-MG sob diferentes lâminas de irrigação não observaram diferença estatística entre os frutos dos tratamentos com média de 49,3 mm para o diâmetro equatorial ou transversal.

Dias et al. (2012) verificaram que o aumento das doses de biofertilizante bovino no solo elevou o comprimento e o diâmetro equatorial de frutos de maracujazeiro amarelo. O aumento indica que os insumos orgânicos podem atenuar os efeitos deletérios de estresses abióticos promovidos pelo déficit hídrico, principalmente em plantas C<sub>3</sub>, como o maracujazeiro amarelo, que em geral são mais sensíveis à carência de água no solo (DODD & PÉREZ-ALFOCEA, 2011; RATNAKUMAR et al., 2016). Silva (2018) analisando o efeito de diferentes fontes orgânicas em cultivo de maracujazeiro redondo amarelo no Semiárido pernambucano observou que o esterco bovino elevou em 15% o diâmetro dos frutos em relação à cama de frango.

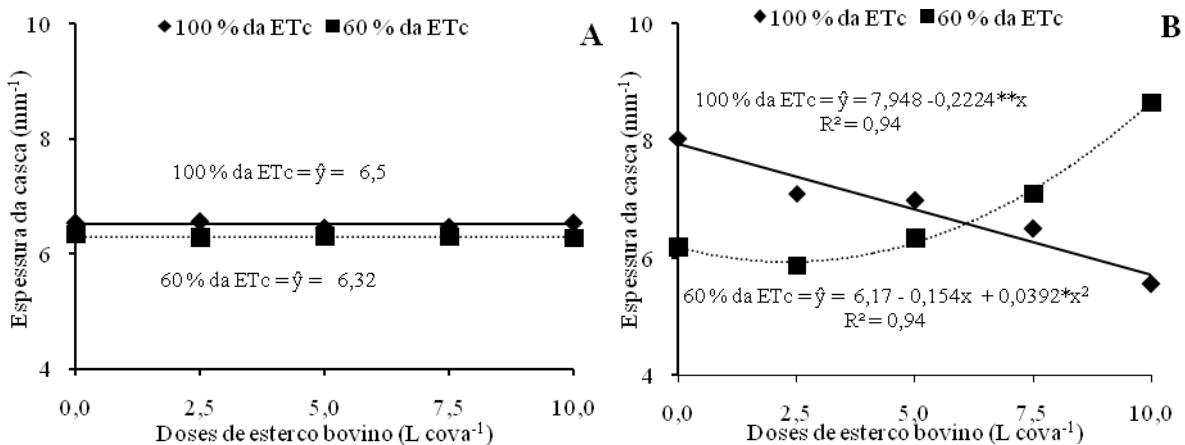
A interação entre os fatores lâmina de irrigação, revestimento lateral das covas e doses de esterco bovino, exceto sobre a acidez titulável que não respondeu a nenhuma fonte de variação e teor de ácida ascórbico que foi influenciado pelas lâminas de irrigação, exerceu efeitos significativos na espessura da casca, firmeza do fruto, massa da casca e rendimento em polpa dos frutos (Tabela 4).

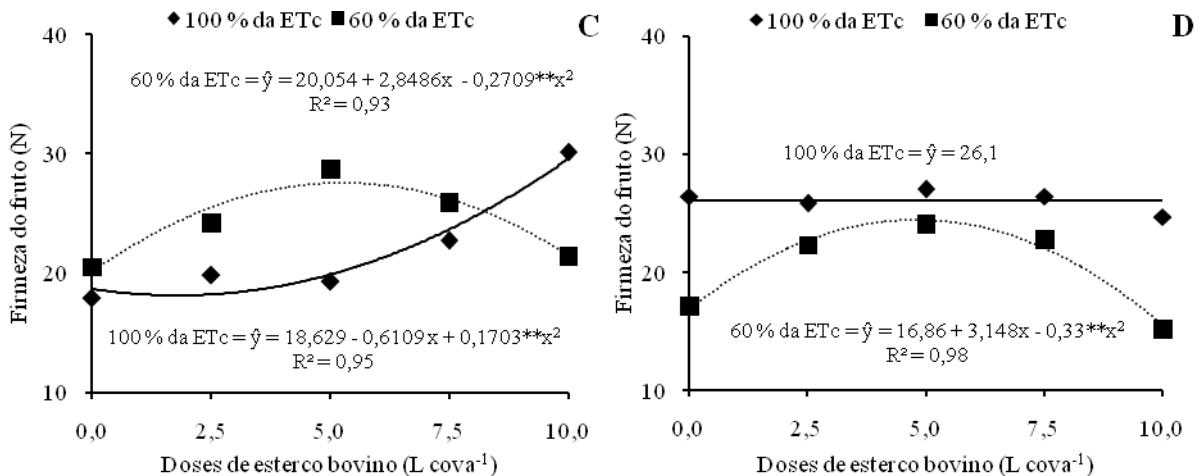
**Tabela 4.** Resumos das análises de variância referente à espessura da casca (EC), firmeza do fruto (FF), massa da casca (MC), rendimento de polpa (RP), acidez titulável (AT) e teor de ácido ascórbico (AA) dos frutos do maracujazeiro cultivar BRS GA1.

Fonte de variação	Quadrado Médio						
	GL	EC	FF	MC	RP	AT	AA
<b>Bloco</b>	2	4,65*	7,08*	30,98*	142,63**	0,036 <sup>ns</sup>	0,36
<b>Lam (L)</b>	1	0,06 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	70,63 <sup>ns</sup>	817,70**	0,007 <sup>ns</sup>	16,34*
<b>Resíduo (a)</b>	2	0,29	21,18	181,93	31,01	0,091	8,36
<b>Rev (R)</b>	1	1,50 <sup>ns</sup>	290,75*	511,00 <sup>ns</sup>	283,83 <sup>ns</sup>	0,172 <sup>ns</sup>	6,43 <sup>ns</sup>
<b>DEB (E)</b>	4	0,65 <sup>ns</sup>	102,27**	32,12 <sup>ns</sup>	795,73**	0,433 <sup>ns</sup>	7,32 <sup>ns</sup>
<b>L x R</b>	1	0,83 <sup>ns</sup>	40,77 <sup>ns</sup>	87,12 <sup>ns</sup>	385,57*	0,310 <sup>ns</sup>	9,99 <sup>ns</sup>
<b>L x E</b>	4	3,30**	105,23**	481,46*	39,87 <sup>ns</sup>	0,486 <sup>ns</sup>	2,54 <sup>ns</sup>
<b>R x E</b>	4	2,36*	298,02**	255,21**	756,23**	0,107 <sup>ns</sup>	3,13 <sup>ns</sup>
<b>L x R x E</b>	4	2,14*	270,32**	246,75*	220,98*	0,301 <sup>ns</sup>	10,41 <sup>ns</sup>
<b>Resíduo (b)</b>	36	0,62	12,51	68,73	63,45	0,290	2,99
<b>Total</b>	59						
<b>CV a (%)</b>		8,16	19,15	27,11	8,30	7,04	19,63
<b>CV b (%)</b>		11,93	14,61	16,66	11,87	12,58	11,73

GL = Grau de liberdade; Lam = Lâmina de irrigação; Rev = Revestimento lateral de covas; DEB = Doses de esterco bovino; <sup>ns</sup>: não significativo; <sup>\*</sup>: significativo a 5%; <sup>\*\*</sup>: significativo a 1%.

Os dados da espessura da casca do maracujá BRS Gigante amarelo não se adequaram às doses de matéria orgânica independentemente da lâmina de irrigação aplicada (Figura 5A). Os valores médios foram 6,50 e 6,32 mm entre os frutos das plantas irrigadas com 100 e 60% da ETc, com modesta superação de 2,8% da maior sobre a menor lâmina de irrigação. Nas covas revestidas lateralmente, o aumento das doses de esterco bovino reduziu a espessura das casca dos frutos nas plantas irrigadas com 100% da lâmina de irrigação de 7,95 para 5,72 mm, com declínio de 28,1% entre as plantas do solo sem e com 10 L cova<sup>-1</sup> de esterco bovino (Figura 5B). Esses resultados estão em acordo com Nascimento et al. (2015) ao constatarem que o aumento nas doses de biofertilizante bovino via solo reduziu em 15% a espessura da casca de frutos de maracujá; para os respectivos autores, frutos de maracujazeiro amarelo com casca mais fina apresentam maior rendimento em polpa. Nas plantas irrigadas com a lâmina de 60% da ETc o aumento das doses de esterco bovino inibiu a espessura da casca de 6,17 para 6,02 mm com diminuição 2,4% entre os frutos das plantas desenvolvidas no solo sem e com a dose mínima estimada de 1,9 L de esterco cova, mas o aumento partir da dose mínima elevou a espessura das casca dos frutos ao valor máximo de 8,55 mm nos tratamentos com 10 L de esterco bovino cova<sup>-1</sup>.





**Figura 5.** Espessura e firmeza da casca do fruto de maracujazeiro cultivar BRS GA1, no solo com doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (···), em covas sem (A e C) e com revestimento lateral contra perdas hídricas (B e D), respectivamente.

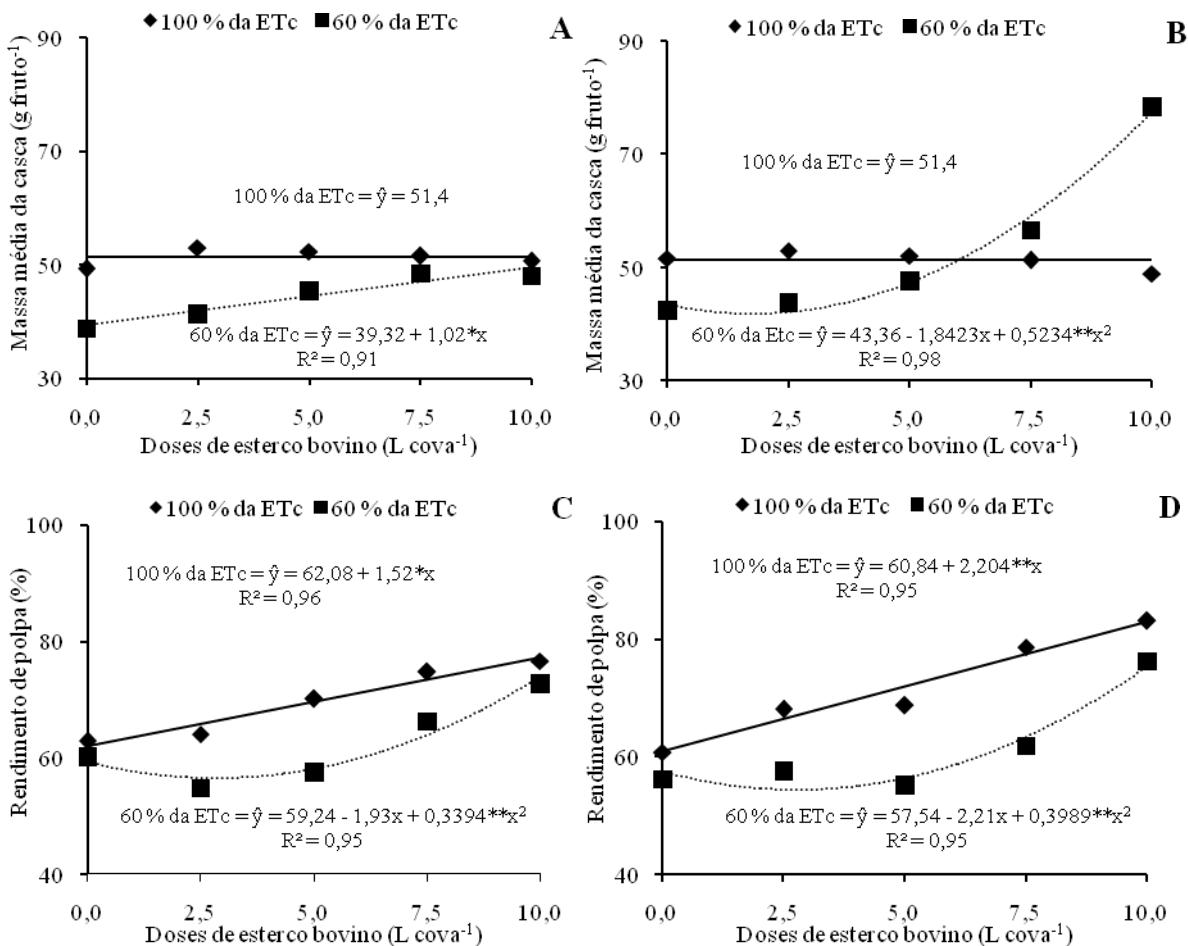
Zaccheo et al. (2012) afirmam que, apesar do aumento da espessura da casca reduzir o rendimento em polpa, essa variável reduz a perda de água, e aumentar a vida útil do fruto e contribui para reduzir perdas no transporte para longas distâncias. O aumento da espessura da casca dos frutos com a redução da lâmina e irrigação pode ser estratégia do furto para diminuir as perdas de água durante o crescimento e amadurecimento. Deficiência de água no amadurecimento fisiológico dos frutos também pode resultar no aumento da espessura da casca (LIMA, 2018).

Nas covas sem revestimento lateral, a firmeza dos frutos exibiu comportamento inverso aos efeitos do esterco bovino entre as plantas irrigadas com lâmina de água de 60 e de 100% da evapotranspiração da cultura (Figura 5C). Os frutos das plantas irrigadas com a lâmina de 60% da ETc tiveram a firmeza aumentada de 20,054 para 27,497 N entre os tratamentos sem e com 5,2 L cova<sup>-1</sup> de esterco bovino provocando um ganho na consistência de 37,1%, em relação ao solo sem matéria orgânica. Entretanto, o adubo orgânico aplicado em doses acima de 5,2 L cova<sup>-1</sup> comprometeu a firmeza com perda de 21,9% entre os frutos da dose máxima estimada e os das plantas adubadas com 10 L cova<sup>-1</sup> do fertilizante orgânico. Nas plantas irrigadas com a lâmina de água de 100% ETc, o aumento do esterco bovino inicialmente diminuiu a firmeza dos frutos de 18,629 para 18,081 N com perda de 2,9% entre os frutos das plantas sem e com 1,8 L cova<sup>-1</sup> de esterco bovino, mas verifica-se que a partir dessa dose o insumo orgânico promoveu aumento da firmeza dos frutos atingindo o maior valor nas plantas com a maior dose do fertilizante orgânico. Pelos resultados, constata-

se que a firmeza dos frutos foi a única variável com superioridade nas plantas irrigadas com a menor lâmina de irrigação. .

Nas covas com revestimento, os dados da firmeza dos frutos colhidos das plantas sob irrigação com 100% da ETc não se ajustaram às doses de esterco bovino para nenhum modelo de regressão , sendo representada pelo valor médio de 26,1 N. Nas mesmas covas, o esterco bovino elevou a firmeza dos frutos de 16,86 para até 24,37 N referente a um ganho de 44,5% entre plantas sem e com a dose estimada de 4,8 L cova<sup>-1</sup> de esterco bovino irrigadas com lâmina de água de 60% da evapotranspiração do maracujazeiro BRS GA1. Ao relacionar os valores de 26,10 com 24,37 percebe-se a maior lâmina de irrigação superou a menor 7,1%. Estes incrementos podem ser resposta maior mineralização do esterco bovino pela maior lâmina de irrigação proporcionando maior liberação de nutrientes essenciais, dentre eles cálcio (Tabela 2) que o nutriente responsável pela rigidez da parede celular dos frutos em várias culturas, inclusive maracujá amarelo (AULAR & NATALE, 2013). Nascimento et al. (2015) afirmam que a matéria orgânica na forma de biofertilizante bovino via solo, em geral eleva a firmeza dos frutos de maracujazeiro amarelo cultivado sob irrigação com água salina. De acordo com os referidos autores, a adição da matéria orgânica eleva a firmeza da casca dos frutos de maracujazeiro amarelo e reduz perdas por injúrias físicas nos transportes da safra por longas distâncias.

A massa média da casca dos frutos não foi influenciada significativamente pelas doses de matéria orgânica sob irrigação com a lâmina de 100% da ETc, independentemente do tipo de cova utilizada (Figura 6A e B). Entretanto, a redução da lâmina hídrica para 60% da ETc nas covas sem revestimento elevou linearmente a massa da casca dos frutos até 49,5g fruto<sup>-1</sup>, aumentando em 23,7% em comparação aos frutos dos tratamentos sem insumo orgânico (Figura 6A). Apesar do aumento das doses de esterco bovino, nas covas com revestimento lateral contra as perdas hídricas do solo sob irrigação com a menor lâmina de água (Figura 6B), reduzir inicialmente a massa da casca dos frutos de 43,4 para 41,7 g fruto<sup>-1</sup> entre as plantas do solo sem e com 1,8 L cova<sup>-1</sup> de esterco bovino, doses acima desse valor elevaram a massa da casca atingindo o maior valor de 77,3 g fruto<sup>-1</sup> no solo com a maior dose do insumo orgânico (10 L cova<sup>-1</sup>) provocando um acréscimo de 85,4%.



**Figura 6.** Massa de casca e rendimento de polpa em frutos de maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função de doses de esterco bovino, irrigado com 100 (—) e 60 % da ETc (···), em covas sem (A e C) e com revestimento lateral (B e D) contra as perdas hídricas , respectivamente.

O rendimento de polpa dos frutos colhidos das plantas irrigadas com a lâmina de 100% ETc, nas covas sem proteção contra as perdas hídricas, foi elevado 62,1 para 77,3% entre os frutos das plantas sem e com 10 L cova<sup>-1</sup> de esterco bovino promovendo um ganho de 24,5% (Figura 6C). Verifica-se também que apesar do esterco bovino inicialmente reduzir o rendimento em polpa dos frutos, colhidos das plantas irrigadas com a menor lâmina de água, de 57,5 para 54,5% entre as plantas sem e com 2,8 L cova<sup>-1</sup> do adubo orgânico, doses superiores elevaram a variável para até 73,9% na maior dose de 10 L cova<sup>-1</sup> do adubo orgânico.

O aumento do esterco bovino aumentou o rendimento em polpa de 60,8 para 85,9% entre os frutos das plantas sem e com a maior dose do fertilizante orgânico (Figura 6D). De forma semelhante às covas sem proteção contra as perdas hídricas, percebe-se que a redução da lâmina de irrigação de 100 para 60% da ETc associado ao aumento do esterco bovino até

2,8 L cova<sup>-1</sup> promoveu declínio de 57,5 para 54,5% e preda percentual de 5,2% no rendimento em polpa dos frutos produzidos pelas plantas tratadas sem e com 2,8 L cova<sup>-1</sup> do adubo orgânico. Apesar dessa redução, a adição do insumo orgânico em doses maiores que 2,8 L cova<sup>-1</sup> incrementou o rendimento em polpa dos frutos até 75,3% induzindo um ganho de 38,2% com o aumento do adubo orgânico de 2,8 para 10 L cova<sup>-1</sup>.

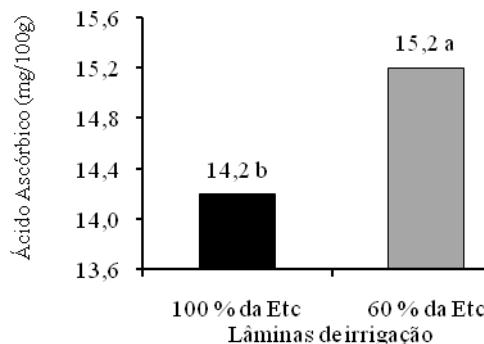
Os aumentos nos rendimento em polpa dos frutos podem ser respostas da matéria orgânica na melhoria física (MELLEK et al., 2010), química (BENBOUALI et al., 2013) e biológica do solo (LIAND et al., 2005) contribuindo para o aumento da macroporosidade e armazenagem de água para o crescimento radicular, aumento da fertilidade do solo, da diversidade e população microbiológica. Essas situações promovidas pela matéria orgânica, em geral, estimulam o crescimento adequada das plantas com reflexos positivos no crescimento, produção, rendimento em polpa e qualidade pos - colheita dos frutos (GARHWAL et al., 2014; MARATHE et al., 2017).

As substâncias húmicas contidas na matéria orgânica, além de exercerem ações positivas no metabolismo vegetal aumentam a absorção de água e nutrientes, mantendo o turgor das folhas e o transporte de íons, além de aumentar a respiração e a velocidade de reações enzimáticas do ciclo de Krebs, resultando numa maior produção de adenosina trifosfato - ATP (OLIVARES et al., 2015; WYRWICKA & URBANIAK, 2018). Efeitos benéficos destas substâncias oriundas de insumos orgânicos à produção e qualidade de frutíferas cultivadas em regiões semiáridas foram relatados também por Nunes et al. (2017) em maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims), Mir et al. (2015) em romã (*Punica granatum* L.), Marathe et al. (2012) em laranja (*Citrus sinenses* L.) e Tarantino et al. (2018) em damasco (*Prunus armeniaca* L.).

Ao relacionar os valores relativos aos tipos de covas constata-se que o revestimento lateral contra as perdas hídricas promoveu acréscimo de 8,5 e 4,7% no rendimento de polpa dos frutos no solo irrigado com as lâminas de 100 e 60% da ETc. Esse aumento se deve à redução das perdas hídricas mantendo o solo com maior disponibilidade de água para as plantas e a mineralização do esterco bovino aplicado úmido favorecendo a mineralização da matéria orgânica e liberação e, com efeito, disponibilidade de água e nutriente às plantas para maior rendimento e melhor qualidade dos frutos (LIU et al., 2014; WANG et al., 2015; JAYAKUMAR et al., 2017).

A redução da lâmina de irrigação de 100 para 60 % da ETc elevou em 7% o teor de ácido ascórbico do frutos de maracujazeiro amarelo (Figura 7). Esta situação também foi

evidenciada por Medeiros et al. (2012) em melão (*Cucumis melo* L.) e Gomes (2013) em morango (*Fragaria vesca* L.).



**Figura 7.** Teor de ácido ascórbico na polpa de frutos do maracujazeiro cultivar BRS GA1, em função da irrigação.

Médias seguidas das mesmas letras não diferenciam-se entre si, por Tukey para  $p \leq 0,05$ .

Os resultados estão compatíveis com os 15,6 mg/100g obtidos por Silva et al. (2018) com maracujazeiro amarelo em solo adubado com esterco bovino na região de Caruaru-PE, mas são inferiores aos 20,0 mg/100g de Dias et al. (2011) em maracujazeiro amarelo sob biofertilização e irrigação com águas de salinidade crescente. Smirnoff et al. (2001) relatam a relação entre o estresse hídrico e o conteúdo de ácido ascórbico nos frutos, em que a diminuição da umidade do solo aumenta a concentração de ácido ascórbico devido à perda de água aumentar a transpiração, reduzindo o teor de água aumentando a concentração do assimilado nos frutos.

Numa avaliação global, constata-se que o maior número, massa média de frutos, produtividade e dos atributos físicos e físico - químicos dos frutos, em geral, superiores nos tratamentos com a maior lâmina de água a cultura é dependente da irrigação. Constatou-se também ação positiva do esterco bovino na exploração da cultura, mas sem sustentação científica da redução das perdas hídricas do solo na produção e qualidade dos frutos do maracujazeiro amarelo BRS GA1.

## CONCLUSÃO

O aumento de esterco bovino no solo irrigado com 100% da evapotranspiração da cultura estimula a produtividade e a qualidade física de frutos de maracujazeiro BRS Gigante Amarelo; A redução da lâmina de irrigação de 100 para 60% da evapotranspiração da cultura a elevou os teores de ácido ascórbico nos frutos;

A redução das perdas hídricas do solo elevou a qualidade física dos frutos, mas não interferiu na produtividade da cultura.

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), respectivamente pelo auxílio financeiro ao projeto de pesquisa e a bolsa em nível de doutorado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, A.V.M.; CAVALCANTE, L.F.; SILVA, R.M.; DANTAS, T.A.G.; SANTOS, E.C. Effect of biofertilization on yellow passion fruit production and fruit quality. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 1, p. 136–148, 2017.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728. 2013.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analisys of the association of official analytical chemistry**. Washington, 1984. 015p.
- ARAÚJO, H.F; COSTA, R.N.T.; CRISÓSTOMO, J.R.; SAUNDERS, L.C.U.; MOREIRA, O.C.; MACEDO, A.B.M. Produtividade e análise de indicadores técnicos do maracujazeiro-amarelo irrigado em diferentes horários. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.2, p.159–164, 2012.
- AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, 2013.
- CAVALCANTE, L. F.; SILVA, M. N. B.; DINIZ, A. A.; CAVALCANTE, I. H. L.; CAMPOS, V. B. Biomassa do maracujazeiro-amarelo em solo irrigado com água salina protegido contra as perdas hídricas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 3, p. 26-34, 2008.
- DIAS, T.J.; CAVALCANTE, L.F.; FREIRE, J.L.O.; NASCIMENTO, J.A.M.; BECKMANN-CAVALCANTE, M.Z.; SANTOS, G.P. Qualidade química de frutos do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.3, p.229–236, 2011.

- DIAS, T.J.; CAVALCANTE, L.F.; NUNES, J.C.; FREIRE, J.L.O.; NASCIMENTO, J.A.M. Qualidade física e produção do maracujá amarelo em solo com biofertilizante irrigado com águas salinas. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, suplemento 1, p. 2905-2918, 2012.
- DODD, I.C. & PEREZ-ALFOCEA, F. Microbial amelioration of crop salinity stress, **Journal of Experimental Botany**, v. 63, n. 9, p. 3415–3428, 2012.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**.2<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise do Solo**. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2017. 573 p.
- FURLANETO, F. de P.B.; ESPERANCINI, M.S.T.; MARTINS, A.N.; OKAMOTO, F. VIDAL, A.A.; BUENO, O.C. Análise energética do novo sistema de produção de maracujá amarelo na região de Marília-SP. **Ciência Rural**, v.44, n.2, p.235-240, 2014.
- GALINDO, A.; COLLADO-GONZÁLEZ, J.; GRINÁN, I.; CORELL, M.; CENTENO, A.; MARTÍN-PALOMO, M.J.; GIRÓN, I.F.; RODRÍGUEZ, P.; CRUZ, Z.N.; MEMMI, H.; CARBONELL-BARRACHINA, HERNÁNDEZ, A.A.; TORRECILLAS, A.; MORIANA, A.; PÉREZ-LÓPEZ, D. Deficit irrigation and emerging fruit crops as a strategy to save water in Mediterranean semiarid agrosystems. **Agricultural Water Management**, v. 202, n.5, p.311–324, 2018.
- GARHWAL, P.C., YADAV, P.K., SHARMA, B.D., SINGH, R.S., RAMNIW, A.S. Effect of organic manures and nitrogen on growth, yield and quality of kinnow mandarin in sandy soils of hot arid region. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n.8, p. 2638–2647, 2014.
- GIOVANELLI, L.B. Análise econômica da produção de frutos e teor de flavonoides nas folhas do maracujazeiro pérola do cerrado submetido a lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2017, 92 f.
- GOMES, E.R. **Eficiência no uso de água e de potássio no cultivo e na produção do morangueiro**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 2013, 99 f.
- GONDIM, S.C.; CAVALCANTE, L. F.; CAMPOS, V.B.; MESQUITA, E.F.; GONDIM, P. C. Produção e composição foliar do maracujazeiro amarelo sob lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.100-107, 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2<sup>a</sup> Edição. São Paulo, v.1, 371p. 2005.

JAYAKUMAR, M.; JANAPRIYA, S.; SURENDRAN, U. Effect of drip fertigation and polythene mulching on growth and productivity of coconut (*Cocos nucifera* L.), water, nutrient useefficiency and economic benefits. **Agricultural Water Management**, v.182, n. 3, p. 87–93, 2017.

LIANG, Y. C. et al. Organic manure stimulates biological activity barley growth in soil subject to secondary 45 salinization. **Soil Biology and biochemistry. Acta Horticulturae**, v. 37, p. 1185-1195, 2005.

LIMA, R.E.M. **Crescimento das plantas, formação e participação de fotoassimilados e produção e qualidade de frutos de meloeiro cantaloupe cultivados sob diferentes níveis de salinidade**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2018, 116 f.

LIU, C.; ZHOU, L; JIA, J.; SI, J.; LI, X.; PAN, C.; SIDDIQUE, K. H.; LI, F. Maize yield and water balance is affected by nitrogen application in a film-mulching ridge-furrow system in a semiarid region of China. **European Journal of Agronomy**. v. 52, p. 103–111, 2014.

MARATHE, R.A.; SHARMAA, J.A.A.; MURKUTEB, DHINESH, BABU, K.D. Response of nutrient supplementation through organics on growth, yield and quality of pomegranate. **Scientia Horticulturae**, v. 214, n. 1, p. 114–121, 2017.

MARROCOS, S.T.P.; NOVO JÚNIOR, L.C; GRANJEIRO, M.M.Q.; ANBRÓSIO, A.N.D.; CUNHA, A.P.A. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 34-43, 2012.

MARATHE, R.A., BHARAMBE, P.R., SHARMA, R., SHARMA, U.C. Leaf nutrient composition, its correlation with yield and quality of sweet orange and soil microbial population as influenced by INM in Vertisol of central India. **Indian Journal Horticulture**, v. 69, n. 2, p. 317–321, 2012.

MEDEIROS, J. F.; AROUCHA, E. M. M.; DUTRA, I.; CHAVES, S. W. P.; SOUZA, M. S. Efeito da lâmina de irrigação na conservação pós-colheita de melão Pele de Sapo. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 514-519, 2012.

MIR, M., SHARMA, S.D., KUMAR, P., Nutrient dynamics: effect on cropping behavior, nutrient profile and quality attributes of pomegranate (*Punica granatum* L.) under rainfed agroclimatic conditions. **Journal Plant Nutrition**, v.38, n.1, p.83–95, 2015.

- NASCIMENTO, J.A.M.; CAVALCANTE, L.F.; DANTAS, S.A.G.; MEDEIROS, S.A.S.; DIAS, T.J. Biofertilizante e adubação mineral na qualidade de frutos de maracujazeiro irrigado com água salina. **Irriga**, v. 20, n. 2, p. 220-232, 2015.
- NUNES, J.C.; CAVALCANTE, L.F.; PEREIRA, W.E.; SOUZA, J.T.A.; ALMEIDA, D.J.; ORESCA, D.; FERNANDES, P.D. Gas exchange and productivity of yellow passion fruit irrigated with saline water and fertilized with potassium and biofertilizer. **Ciencia & Investigaciòn Agraria**, v. 44, n. 2, p.168-183, 2017.
- OLIVARES, F.L.; AGUIAR, N.O.; ROSAB, R.C.C.; CANELLAS, L.P. Substrate biofortification in combination with foliar sprays of plant growth promoting bacteria and humic substances boosts production of organic tomatoes. **Scientia Horticulturae**, v.183, n.3, p. 100–108, 2015.
- OLIVEIRA, A.P.; SILVA, O.P.R.; SILVA, J.A.; SILVA, D.F.; FERREIRA, D.T.; PINHEIRO, S.M.G. Produtividade do quiabeiro adubado com esterco bovino e NPK. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.10, p.989–993, 2014.
- OLIVEIRA, F. I. F.; MEDEIROS, W. J. F.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, Í. H. L.; SOUTO, A. G. L.; LIMA NETO, A. J. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo fertirrigado com esterco bovino líquido fermentado. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 38, n. 4, p. 191-199, 2017.
- ÖZMEN, S.; KANBER, R.; SARI, N.; ÜNLÜ, M. The effects of deficit irrigation on nitrogen consumption, yield, and quality in drip irrigated grafted and ungrafted watermelon. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 14, n. 5, p.966–976, 2015.
- PANIGRAHI, P.; SHARMA, R.K.; HASAN, M.; PARIHAR, S.S. Deficit irrigation scheduling and yield prediction of 'Kinnow' mandarin (*Citrus reticulate* Blanco) in a semiarid region. **Agricultural Water Management**, v.140, n.1, p.48–60, 2014.
- PEREIRA, D.C.; WILSEN NETO, A.; NÓBREGA, L.H.P. Adubação orgânica e algumas aplicações agrícolas. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 03, n.02, p. 159-174, 2013.
- RATNAKUMAR, P.; KHAN, M.Q.R.; MINHAS, P.S.; FAROOQ, M.A.; SULTANA, R.; PER, T.S.; DEOKATE, P.P.; KHAN, N.A.; SINGH, Y.; RANE, J. Can plant bio-regulators minimize crop productivity losses caused by drought, salinity and heat stress? An integrated review. **Journal of Applied Botany and Food Quality**, v. 89, n.2, p. 113 – 125, 2016.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils**. Washington: United States Salinity Laboratory Staff, 1954.
- ROCHA, M.G.; BASSOI, L.H.; SILVA, D.J. Atributos do solo, produção da videira 'syrah'

irrigada e composição do mosto em função da adubação orgânica e nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 220-229, 2015.

SAS Institute Inc. **SAS/STAT 9.3 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011. 8621 p.

SMIRNOFF, N.; CONKLIN, P.L.; LOEWUS, F.A. Biosynthesis of ascorbic acid in plants: A renaissance. **Annual Review of Plant Physiology**, v.52, p.437-467, 2001.

SOUSA, V. F.; FOLEGATTI, M. V.; COELHO, M. A.; FRIZZONE, J. A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicados por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.1, p. 51-56, 2002.

SOUZA, J. T. A.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. C.; BEZERRA, F. T. C.; NUNES, J. A. S.; SILVA, A. R.; ORESCA, D.; CAVALCANTE, A. G. Effect of saline water, bovine biofertilizer and potassium on yellow passion fruit growth after planting and on soil salinity. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 2994-3003, 2016.

STEFANOSKI, D.C.; SANTOS, G.G.; MARCHÃO, R.L.; PETTER, F.A.; PACHECO, L.P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.12, p.1301–1309, 2013.

SUASSUNA, J.F.; MELO, A.S.; FERRAZ, R.L.S.; PEREIRA, V.M.; SOUSA, M.S.S. Rendimento e qualidade da produção de híbrido de maracujazeiro amarelo 'IAC 273/277' sob diferentes níveis de irrigação. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 115-122, 2011.

TARANTINO, A.; DISCIGLIO, LOPS, F.; DISCIGLIO, G.; LOPRIORE, G. Effects of plant biostimulants on fruit set, growth, yield and fruit quality attributes of 'Orange rubis®' apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivar in two consecutive years. **Scientia Horticulturae**, v.239, n.2, p.26–34, 2018.

WANG, C.; WANG, H.; ZHAO, X., CHEN, B., WANG, F. Mulching affects photosynthetic and chlorophyll a fluorescence characteristics during stage III of peach fruit growth on the rain-fed Semiarid Loess Plateau of China. **Scientia Horticulturae**, v. 194, n. 2, p. 246–254, 2015.

WEBER, D.; ELOY, J.; GIOVANAZ, M.A.; FACHINELLO, J.C.; NACHTIGAL, J.C. Densidade de plantio e produção do maracujazeiro azedo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.38, n.1. p.099-106, 2016.

WYRWICKA, A. & URBANIAK, M. The biochemical response of willow plants (*Salix viminalis* L.) to the use of sewage sludge from various sizes of wastewater treatment plant. **Science of the Total Environment**, v. 615, n.4, p. 882–894, 2018.

- YANG, C.H.; DU, T.; QIU, R.; CHEN, J.; WANG, F.; LI, Y.; WANG, C.; GAO, L.; KANG, S. Improved water use efficiency and fruit quality of greenhouse crop under regulated deficit irrigation in northwest. **Agricultural Water Management**, v.179, n. 3, p.193–204, 2017.
- ZACCHEO, P.V.C.; AGUIAR, R.S.; STENZEL, N.M.C.; SERA, T.; NEVES, C.S.V.J. Produção e características qualitativas dos frutos de híbridos de maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 4, p. 1113-1120, 2012.
- ZHANG, Y.; WANGA, F.; SHOCK, C.C.; YANG, K.; KANG, S.; QIN, J.; LI, S. Effects of plastic mulch on the radiative and thermal conditions and potato growth under drip irrigation in arid thwest China. **Soil & Tillage Research**, v.172, n.3, p.1–11, 2017.
- ZAVATTARO, L.; BECHINI, L.; GRIGNANI, C.; EVERT, F.K.; MALLAST, J.; SPIEGEL, H.; SANDÉN, T.; PECIO, A.; CERVERA, J.V.G.; GUZMÁN, G.; VANDERLINDEN, K.; D'HOSE, T.; RUYSSCHAERT, G.; BERGE, H.F.M. Agronomic effects of bovine manure: A review of long-term European field experiments. **European Journal of Agronomy**, v. 90, n.3, p. 127–138, 2017.
- ZHOU, H.; ZHANG, F.; KJELGREN, R.; WU, L.; GONG, D.; ZHAO, N.; YIN, D.; XIANG, Y.; LI, Z. Peach yield and fruit quality is maintained under mild deficit irrigation in semi-arid China. **Journal of Integrative Agriculture**, v.16, n.5, p.1173–1183, 2018