



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

TESE

RESPIRAÇÃO EDÁFICA, ATRIBUTOS AGRONÔMICOS E
FISIOLÓGICOS DE PLANTAS DE PIMENTÃO SOB
ADUBAÇÃO BIOLÓGICA

YGOR HENRIQUE LEAL

AREIA-PB

2019



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



**RESPIRAÇÃO EDÁFICA, ATRIBUTOS AGRONÔMICOS E
FISIOLÓGICOS DE PLANTAS DE PIMENTÃO SOB ADUBAÇÃO
BIOLÓGICA**

YGOR HENRIQUE LEAL

Trabalho de Tese apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal da Paraíba, como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Dr. Thiago Jardelino Dias

Areia-PB
Março de 2019

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

L435r Leal, Ygor Henrique.

RESPIRAÇÃO EDÁFICA, ATRIBUTOS AGRONÔMICOS E
FISIOLÓGICOS DE PLANTAS DE PIMENTÃO SOB ADUBAÇÃO
BIOLÓGICA / Ygor Henrique Leal. - Areia, 2019.
76 f. : il.

Orientação: Thiago Jardelino Dias.
Tese (Doutorado) - UFPB/PPGA/CCA.

1. Biofertilizante enriquecido. 2. Atividade
microbiana. 3. Produtividade. 4. Trocas gasosas. I.
Dias, Thiago Jardelino. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

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

CERTIFICAÇÃO DE APROVAÇÃO

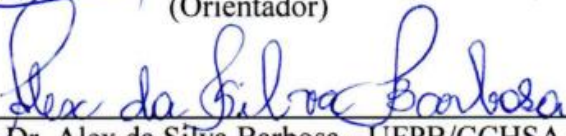
TÍTULO: RESPIRAÇÃO EDÁFICA, ATRIBUTOS AGRONÔMICOS E FISIOLÓGICOS DE PLANTAS DE PIMENTÃO SOB ADUBAÇÃO BIOLÓGICA

AUTOR: YGOR HENRIQUE LEAL


Aprovado como parte das exigências para o título de DOUTOR em Agronomia (Agricultura Tropical) pela comissão examinadora:




Prof. Dr. Thiago Jardelino Dias - UFPB/CCHSA
(Orientador)



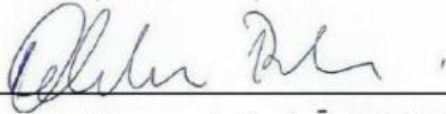
Prof. Dr. Alex da Silva Barbosa - UFPB/CCHSA
(Examinador)



Prof. Dr. Lucas Borchardt Bandeira - UFPB/CCHSA
(Examinador)



Prof. Dr. Manoel Alexandre Diniz Neto - UFPB/CCHSA
(Examinador)



Prof. Dr. Alexandre Tavares da Rocha - UFRPE/UAG
(Examinador)

Aprovado em, 07 de março de 2019.

Presidente da Comissão Examinadora
Dr. Thiago Jardelino Dias
Orientador

Leal, Y H. **Respiração edáfica, atributos agronômicos e fisiológicos de plantas de pimentão sob adubação biológica**. Areia, Paraíba, Universidade Federal da Paraíba, março de 2019, 71p. Tese (Doutorado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Orientador: Thiago Jardelino Dias.

Resumo Geral: A adubação biológica melhora as características químicas, físicas e biológicas do solo, apresentando potencial para substituir os fertilizantes sintéticos, promovendo o maior desempenho produtivo e vegetativo das culturas. Objetivou-se avaliar a respiração edáfica e os atributos agronômicos e fisiológicos de plantas de pimentão (*Capsicum annuum*) sob doses e épocas de aplicação de adubos biológicos. Foram realizados dois experimentos com aplicações de adubos biológicos preparados à base de esterco e composto orgânico enriquecido, um utilizando esterco bovino (ABB) em sua composição e outro, esterco ovino (ABO). O delineamento foi em blocos casualizados, em esquema fatorial $4 \times 3 + 1$, com três repetições, referente a quatro doses dos adubos biológicos (100, 200, 300 e 400 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$), três épocas de aplicação (0, 30 e 60 DAT) e uma testemunha absoluta. Foram avaliadas variáveis envolvidas na respiração edáfica nos turnos diurno e noturno (temperatura da superfície do solo, T_{sup} , e a 10 cm de profundidade, T_{10} ; umidade do solo, U; e respiração edáfica, RE), no crescimento das plantas (altura de planta, AP; largura da copa, LC; diâmetro do caule, DC; número de folhas, NF; comprimento de folha, CF; largura de folha, LF e área foliar, AF), atributos morfológicos e de rendimento de frutos de pimentão (número de frutos comerciais, NFC, e não comerciais, NFNC; diâmetro de frutos, DF; comprimento de frutos, CF; resistência da casca do fruto, RCF; número de botões florais, NBF; peso total de frutos, PTF; peso médio de frutos, PMF; e produtividade, P) e variáveis de trocas gasosas e clorofiláticas (fotossíntese líquida, A; condutância estomática, gs; concentração interna de CO_2 , Ci; eficiência instantânea carboxilação, $E_iC - A/C_i$; taxa de transpiração, E; eficiência intrínseca do uso de água, $E_iUA - A/gs$; eficiência no uso de água, $EUA - A/E$; o índice relativo de clorofila a, b e total; e razão clorofila a/b). O ABO proporcionou maiores resultados de T_{sup} , T_{10} e RE nos dois turnos avaliados, exceto para T_{sup} e T_{10} no período noturno. No período do dia, apenas os tratamentos em que foram aplicados 400 e 300 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$ do ABO, nas épocas de 0 e 30 DAT, respectivamente. O ABB proporciona maior comprimento de folha, largura de folha e área foliar no pimentão. Os adubos biológicos causaram efeitos positivos no PTF, NFC, PMF e P do pimentão. A dose de 300 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$ aos 30 DAT, promove o aumento significativo no diâmetro de frutos de pimentão. A gs, A e E, apresentaram efeito aos 60 DAT com a aplicação do ABO e a Ci aos 30 DAT com o ABB. A dose de 400 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$ do ABO proporcionou maiores resultados de gs, e as doses de 200 e 300 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$ do ABB promoveram maior Ci. A E_iC apresentou diferença com a aplicação do ABO aos 60 DAT. O índice de clorofila total foi superior com a aplicação do ABB na época de 0 DAT.

Palavras-chave: Biofertilizante enriquecido, atividade microbiana, produtividade, trocas gasosas.

Leal, Y H. **Edaphic respiration, agronomic and physiological attributes of pepper plants under organic fertilization.** Areia, Paraíba, Universidade Federal da Paraíba, March 2019, 71p. Thesis (DSc in Agronomy). Postgraduate Program in Agronomy. Advisor: Thiago Jardelino Dias.

General Summary: Biological fertilization improves the chemical, physical and biological characteristics of the soil, presenting the potential to replace synthetic fertilizers, promoting the greater productive and vegetative performance of the crops. The objective was to evaluate the soil respiration and the agronomic and physiological attributes of pepper plants (*Capsicum annuum*) under doses and times of application of biological fertilizers. Two experiments were carried out with applications of biological fertilizers prepared from manure and enriched organic compound, one using bovine manure (ABB) in its composition and the other, sheep manure (ABO). The experiment was carried out in a randomized complete block design, in a 4 x 3 + 1 factorial scheme, with three replications, for four doses of biological fertilizers (100, 200, 300 and 400 dm³ ha⁻¹), three application times (0, 30 and 60 DAT) and an absolute control. Variables involved in edaphic respiration were evaluated in the day and night shifts (soil surface temperature, T_{sup}, and 10 cm depth, T₁₀, soil moisture, U and edaphic respiration, RE), on plant growth, Number of leaves, NF, length of leaf, CF, leaf width, LF and leaf area, AF), morphological and yield attributes of sweet pepper (number commercial fruit, NFC, and non-commercial, NFNC; fruit diameter, DF; length of fruits, CF; resistance of the fruit peel, RCF; number of flower buds, NBF; total weight of fruits, PTF; mean weight of fruits, PMF; and productivity, P) and gaseous and chlorophyll exchange variables (liquid photosynthesis, A, stomatal conductance, g_s, internal CO₂ concentration, C_i, instantaneous carboxylation efficiency, E_{iC} - A / C_i, transpiration rate, and intrinsic efficiency of use of water, E_{IUA} - A / g_s; water use efficiency, E_{USA} - A / E; the relative index of chlorophyll a, b and total; and chlorophyll a / b ratio). The ABO provided higher T_{sup}, T₁₀ and RE scores in the two shifts evaluated, except for T_{sup} and T₁₀ at night. At the time of day, only the treatments in which ABO 400 and 300 dm³ ha⁻¹ were applied, in the seasons of 0 and 30 DAT, respectively. ABB provides longer leaf length, leaf width and leaf area in the sweet pepper. Biological fertilizers caused positive effects on PTF, NFC, PMF and P of the sweet pepper. The dose of 300 dm³ ha⁻¹ at 30 DAT promotes a significant increase in the diameter of sweet peppers. A g_s, A and E, had an effect on the 60 DAT with the ABO application and the C_i at 30 DAT with ABB. The ABO 400 dm³ ha⁻¹ dose provided higher g_s results, and the ABB 200 and 300 dm³ ha⁻¹ doses promoted higher C_i. The E_{iC} showed difference with the application of ABO at 60 DAT. The total chlorophyll index was higher with the application of ABB at the time of 0 DAT.

Keywords: Biofertilizer enriched, microbial activity, productivity, gas exchange.

LISTA DE FIGURAS

Artigo I: Respiração edáfica em cultivo de pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação

- Figura 1. Temperatura (T), precipitação pluvial (P) e umidade relativa do ar da área de cultivo de pimentão no período experimental.....8
- Figura 2. Médias da temperatura da superfície do solo (T_{sup}) e a 10 cm de profundidade (T_{10}), umidade do solo (U) e respiração edáfica (RE) cultivado com pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação no período de avaliação noturno. ABB e ABO: Adubo Biológico Bovino e Ovino, respectivamente.....14
- Figura 3. Médias da temperatura da superfície do solo (T_{sup}) e a 10 cm de profundidade (T_{10}), umidade do solo (U) e respiração edáfica (RE) cultivado com pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação no período de avaliação diurno. ABB e ABO: Adubo Biológico Bovino e Ovino, respectivamente.....15
- Figura 4. Teste de Dunnet a nível de 5 % de probabilidade para RE nos períodos noturno (A) e diurno (B). Tratamentos de 1 a 12: referente ao experimento com o ABB; Tratamentos de 14 a 25: referente ao experimento com ABO; 13: tratamento adicional.....16

Artigo II: Crescimento e área foliar de plantas de pimentão sob adubos biológicos e épocas de aplicação

- Figura 1. Temperatura (T), precipitação pluvial (P) e umidade relativa do ar da área de cultivo de pimentão no período experimental.....24
- Figura 2. Comprimento e largura de folhas (CF e LF, respectivamente) e Área foliar (AF) de pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação. ABB e ABO: Adubo Biológico Bovino e Ovino, respectivamente.....29
- Figura 3. Altura de planta (AP), largura da copa (LC), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) do pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação. ABB e ABO: Adubo Biológico Bovino e Ovino, respectivamente.....30

Artigo III: Rendimento e atributos morfológicos de frutos de pimentão sob adubos biológicos e épocas de aplicação

- Figura 1. Temperatura (T), precipitação pluvial (P) e umidade relativa do ar da área de cultivo de pimentão no período experimental.....38
- Figura 2. Médias do peso total de frutos (PTF), número de frutos comerciais (NFC), peso médio de fruto (PMF) e produtividade (P) de frutos de pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação. ABB e ABO: Adubo Biológico Bovino e Ovino, respectivamente.....43
- Figura 3. Médias do diâmetro de frutos (PTF), número de frutos não comerciais (NFNC), comprimento de fruto (CF), resistência da casca do fruto (RCF), e número de botões florais (NBF) de pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de

aplicação. ABB e ABO: Adubo Biológico Bovino e Ovino, respectivamente.....45

Figura 4. Teste de Dunnett a nível de 5 % de probabilidade para PMF (A), CF (B) e RCF (C) do pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação. Tratamentos de 1 a 12: referente ao experimento com o ABB; Tratamentos 14 e 25: referente ao experimento com ABO; 13: tratamento adicional.....47

Artigo IV: Trocas gasosas e teores de clorofilas em plantas de pimentão sob adubação biológica

Figura 1. Temperatura (T), precipitação pluvial (P) e umidade relativa do ar da área de cultivo de pimentão no período experimental.....54

Figura 2. Condutância estomática (gs) (A), fotossíntese líquida (A) (B), transpiração (E) (C) e concentração de carbono interno (Ci) (D) de plantas de pimentão sob adubos biológicos à base de esterco bovino e ovino e épocas de aplicação.....57

Figura 3. Condutância estomática (gs) (A), fotossíntese líquida (A) (B), transpiração (E) (C) e concentração de carbono interno (Ci) (D) de plantas de pimentão sob adubos biológicos à base de esterco bovino e ovino em diferentes doses.....59

Figura 4. Eficiência intrínseca de carboxilação (EiC) (A), eficiência do uso da água (EUA) (B) eficiência instantânea do uso da água (EiUA) (C) de plantas de pimentão sob adubos biológicos à base de esterco bovino e ovino e épocas de aplicação.....60

Figura 5. Eficiência intrínseca de carboxilação (EiC) (A), eficiência do uso da água (EUA) (B) eficiência instantânea do uso da água (EiUA) (C) de plantas de pimentão sob adubos biológicos à base de esterco bovino e ovino em diferentes doses.....60

Figura 6. Clorofila a (A), clorofila b (B) e clorofila total (C) de plantas de pimentão sob adubos biológicos à base de esterco bovino e ovino e épocas de aplicação.....61

Figura 7. Clorofila a (A), clorofila b (B) e clorofila total (C) de plantas de pimentão sob adubos biológicos à base de esterco bovino e ovino em diferentes doses.....62

LISTA DE TABELAS

Artigo I: Respiração edáfica em cultivo de pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação

Tabela 1. Análise química dos solos das áreas de cultivo do pimentão.....	9
Tabela 2. Detalhamento dos tratamentos quanto às épocas e doses de aplicação dos adubos biológicos.....	9
Tabela 3. Análise química dos adubos biológicos aplicados no cultivo do pimentão.....	10
Tabela 4. Análise química da água de irrigação utilizada no cultivo de pimentão.....	11
Tabela 5. Resumo da análise de variância da temperatura da superfície do solo (Tsup), temperatura do solo a 10 cm de profundidade (T10) e respiração edáfica (RE), nos períodos noite e dia, em solo cultivado com pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação.....	13

Artigo II: Crescimento e área foliar de plantas de pimentão sob adubos biológicos e épocas de aplicação

Tabela 1. Análise química dos solos das áreas de cultivo do pimentão.....	24
Tabela 2. Detalhamento dos tratamentos quanto às épocas e doses de aplicação dos adubos biológicos.....	25
Tabela 3. Análise química dos adubos biológicos aplicados no cultivo do pimentão.....	26
Tabela 4. Análise química da água de irrigação utilizada no cultivo de pimentão.....	26
Tabela 5. Resumo da análise de variância dos dados noturnos de altura de planta (AP), largura da copa (LC), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), comprimento de folha (CF), largura de folha (LF) e área foliar (AF), de plantas de pimentão cultivadas sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação.....	28

Artigo III: Rendimento e atributos morfológicos de frutos de pimentão sob adubos biológicos e épocas de aplicação

Tabela 1. Análise química dos solos das áreas de cultivo do pimentão.....	39
Tabela 2. Detalhamento dos tratamentos quanto às épocas e doses de aplicação dos adubos biológicos.....	39
Tabela 3. Análise química dos adubos biológicos aplicados no cultivo do pimentão.....	40
Tabela 4. Análise química da água de irrigação utilizada no cultivo de pimentão.....	41

Tabela 5. Resumo da análise de variância das variáveis avaliadas nas cinco primeiras colheitas do pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação.....	42
--	----

Artigo IV: Trocas gasosas e teores de clorofilas em plantas de pimentão sob adubação biológica

Tabela 1. Análise química dos solos das áreas de cultivo do pimentão.....	54
---	----

Tabela 2. Detalhamento dos tratamentos quanto às épocas e doses de aplicação dos adubos biológicos.....	55
---	----

Tabela 3. Análise química dos adubos biológicos aplicados no cultivo do pimentão.....	56
---	----

Tabela 4. Análise química da água de irrigação utilizada no cultivo de pimentão.....	56
--	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	3
Artigo I	5
RESPIRAÇÃO EDÁFICA EM CULTIVO DE PIMENTÃO SOB ADUBOS BIOLÓGICOS, DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO	6
RESUMO	6
ABSTRACT	6
INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS	8
RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
CONCLUSÕES	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
Artigo II	21
CRESCIMENTO E ÁREA FOLIAR DE PLANTAS DE PIMENTÃO SOB ADUBOS BIOLÓGICOS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO	22
RESUMO	22
ABSTRACT	22
INTRODUÇÃO	23
MATERIAL E MÉTODOS	24
RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
Artigo III	35
ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS E RENDIMENTO DE FRUTOS DE PIMENTÃO SOB ADUBOS BIOLÓGICOS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO	36
RESUMO	36
ABSTRACT	36
INTRODUÇÃO	37
MATERIAL E MÉTODOS	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO	41

CONCLUSÕES	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
Artigo IV	51
TROCAS GASOSAS E TEORES DE CLOROFILAS EM PLANTAS DE PIMENTÃO SOB ADUBAÇÃO BIOLÓGICA	52
RESUMO	52
ABSTRACT	52
INTRODUÇÃO	53
MATERIAL E MÉTODOS	53
RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

INTRODUÇÃO GERAL

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) pertence à família das solanáceas e é originário da América tropical. Possui crescimento arbustivo e caule semilenhoso, ramificando-se até o final do ciclo. Suas folhas são simples, lanceoladas ou ovaladas dependendo da cultivar. As flores são isoladas, pequenas, brancas e hermafroditas (MACHUCA; MORTATE et al., 2018).

Os frutos de pimentão apresentam grande diversidade de formas e sabores, encontrados nas cores verde, vermelha, amarela, laranja e lilás, dependendo da variedade e estágio de maturação. São muito utilizados na culinária de diversas regiões do Brasil, sendo consumidos verdes ou maduros, no entanto, 70% do consumo se dá no estágio verde de maturação (SANTOS et al., 2013; SEDIYAMA, 2014).

Cultivado em todo o território brasileiro o pimentão está entre as dez hortaliças de maior importância econômica no Brasil, sendo a terceira solanácea mais produzida, depois do tomate e da batata. Os principais fatores que estimulam a produção de pimentão é o rápido retorno econômico, o curto período de tempo entre as colheitas (normalmente uma semana) e a grande demanda do mercado consumidor (MORTATE et al.; OLIVEIRA FILHO et al., 2018).

Devido ao curto período de tempo entre as colheitas e considerando que a produção é contínua até o final do seu ciclo de vida, faz-se necessário a reposição de nutrientes e a manutenção da qualidade do solo, direcionando maiores investimentos em insumos que promovem aumento na produtividade do pimentão. No entanto, o uso contínuo e indiscriminado desses produtos causa efeitos negativos ao ambiente de cultivo, podendo comprometer a produção de culturas (BERTOLLO et al., 2015).

Tendo em vista os malefícios causados pela má utilização dos insumos agrícolas (em especial os fertilizantes industrializados), a demanda contínua por alimentos e a necessidade de nutrir as plantas e promover benefícios ao solo, outras práticas de manejo são adotadas, visando manter o máximo potencial produtivo das culturas e proporcionar o mínimo impacto ao ambiente de cultivo, como por exemplo, a utilização de adubos biológicos ou biofertilizantes enriquecidos, os quais possuem grande potencial para melhorar os atributos químicos, físicos e biológicos do solo, refletindo no melhor desempenho produtivo das culturas (CHICONATO et al., 2013).

O biofertilizante é o produto da fermentação aeróbica ou anaeróbica de uma mistura de materiais orgânicos e água, podendo ser adicionado minerais e compostos

orgânicos enriquecidos. Pode ser utilizado como condicionador de solo, atuando como fertilizante, corretivo e inoculante microbiológico. Os micro-organismos presentes em sua composição aumentam a disponibilidade dos nutrientes por meio da decomposição da matéria orgânica, otimizando o desenvolvimento e a produtividade das culturas, sendo uma das fontes nutritivas mais utilizadas nos cultivos orgânicos (GUIMARÃES et al., 2017; MATOS et al., 2018).

Os micro-organismos do solo são utilizados como bioindicadores de qualidade, e a ação destes pode ser avaliada através da determinação da respiração edáfica, também conhecida como respiração basal ou atividade microbiana, que quantifica o gás carbônico produzido pelos micro-organismos, resultante dos processos metabólicos da decomposição da matéria orgânica (SILVA et al.; SOUZA et al., 2010). Assim, quanto maior a respiração edáfica, maior a degradação da matéria orgânica do solo e a disponibilização dos nutrientes para as plantas (NOVAK et al., 2018).

As plantas bem nutridas apresentam maior potencial de crescimento e produção. Uma das formas de avaliar se o manejo está adequado é a avaliação dos atributos morfológicos, fisiológicos e produtivos das plantas, como altura, número de folhas e frutos, área foliar, trocas gasosas, clorofilas, entre outros, comparando com o potencial genético da variedade ou cultivar utilizada (MONTE et al., 2009; PORTO et al., 2018).

Os atributos supracitados estão diretamente relacionados, a área foliar por exemplo, influencia diretamente na capacidade fotossintética das plantas, pois, as folhas são os órgãos fotossinteticamente ativos, que absorvem a energia física (luz) e transformam em energia química (fotoassimilados), essenciais para a realização das atividades vitais das plantas. Assim, os atributos fisiológicos das plantas também são influenciados, respondendo às condições do ambiente de cultivo. Os biofertilizantes são importantes na disponibilização de nutrientes, principalmente o potássio, fazendo o papel de ativadores enzimáticos do metabolismo vegetal (CAVALCANTE et al., 2010; RODRIGUES, 2016 PORTO et al., 2018).

O potássio além de ativador de enzimas envolvidas na fotorrespiração das plantas é o principal cátion no estabelecimento do turgor celular e na manutenção da sua eletroneutralidade, promovendo a regulação do potencial osmótico das células vegetais e a manutenção das trocas gasosas (TAIZ et al., 2017).

Tendo em vista os benefícios proporcionados pela adubação biológica, o presente estudo teve como objetivo avaliar a respiração edáfica e os atributos agrônômicos e fisiológicos de plantas de pimentão sob doses e épocas de aplicação de adubos biológicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTOLLO, G. M. **Atributos biológicos e físicos do solo com uso de biofertilizante.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen-RS, 84p, 2015.

CAVALCANTE, L. F.; VIERIA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, V. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v 32, n 1, p 251-261, 2010.

CHICONATO, D. A.; SIMONI, F.; GALBIATTI, J. A.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. Resposta da alface à aplicação de biofertilizante sob dois níveis de irrigação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v 29, n 2, p 392-399, 2013.

GUIMARÃES, N. F.; GALLO, A. S.; FONTANETTI, A.; MENEGHIN, S. P.; SOUZA, M. D. B.; MORINIGO, K. P. G.; SILVA R. F. Biomassa e atividade microbiana do solo em diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 34-44, 2017.

MACHUCA, L. M. R. **Impactos fisiológicos e bioquímicos causados pela deficiência hídrica em plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.).** Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu-SP, 100p, 2018.

MATOS, C. C.; MENDES, A. D. R.; COLEN, F.; SANTOS, L. D. T.; FIGUEIREDO, L. S.; MARTINS, E. R. Potencial fitotóxico do biofertilizante da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Comb.). **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 27, n. 1, p. 160-172, 2018.

MONTE, J. A.; PACHECO, A. S.; CARVALHO, D. F.; PIMENTEL, C. Influência do turno de rega no crescimento e produção do tomateiro no verão em Seropédica. **Horticultura Brasileira**, v 27, p 222-227, 2009.

MORTATE, R. K.; ARAÚJO, M. M.; LIMA, M. W. P.; BINOTTI, F. F. S. Resposta de mudas de pimentão submetidas à diferentes reguladores vegetais via foliar. **Revista Ciência & Tecnologia**, v 10, n 1, p 57-64, 2018.

NOVAK, E.; CARVALHO, L. A.; SANTIAGO, E. F.; BRUMATTI, A. V.; SANTOS, L. L.; SALES, L. C. Variação temporal dos atributos microbiológicos do solo sob diferentes usos. **Revista de Ciências Agrárias**, v 41, n 3, p 603-611, 2018.

OLIVEIRA FILHO, P.; VALNIR JÚNIOR, M.; ALMEIDA, C. L.; LIMA, J. S.; COSTA, J. N.; ROCHA, J. P. A. Crescimento de cultivares de pimentão em função da adubação potássica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v 12, n 4, p 2814-2822, 2018.

PORTO, T. B.; SOARES, V. N.; REIS, B. B.; ALMEIDA, A. S.; RODRIGUES, D. B.; TUNES, L. M. Parâmetros de crescimento de plântulas de pimentão na semeadura em diferentes substratos. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v 117, n 1, p 69-76, 2018.

SANTOS, P.R.; MOURA, F. M.; ALVES, A. O.; ROCHA, F.A.T.; RODRIGUES, J. D.; FILHO, F. P. L.; MENEZES, D. **Avaliação de híbridos simples e triplos de pimentão em ambiente protegido**. XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

SEDIYAMA, M. A. N.; MARLEI, R. S.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O.; JACOB, L. L. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v 18, n 6, p 588-594, 2014.

SILVA, P. I. B.; NEGREIROS, M. Z.; MOURA, K. K. C. F.; FREITAS, F. C. L.; NUNES, G. H. S.; SILVA, P. S. L.; GRANGEIRO, L. C. Crescimento de pimentão em diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v 45, n 2, p 132-139, 2010.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; LIMA, C. V. S.; CARVALHO, P. C. F.; MARTINS, A. P. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 1, p. 79-88, 2010.

TAIZ L.; ZEIGER E.; MOLLER I. M.; MURPHY A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Artmed Editora; 2017. 858 p.

RODRIGUES, V. S. **Manejo da irrigação com água salina na cultura da soja em solo com fertilizante orgânico**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-brasileira, Redenção-CE, 51p, 2016.

Artigo I

Respiração edáfica em cultivo de pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação

RESPIRAÇÃO EDÁFICA EM CULTIVO DE PIMENTÃO SOB ADUBOS BIOLÓGICOS, DOSES E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO

RESUMO

Os adubos biológicos promovem diversos benefícios ao solo, e uma das formas de avaliar sua qualidade é determinando a respiração edáfica. O presente estudo objetivou avaliar a respiração edáfica em cultivo de pimentão sob doses e épocas de aplicação de adubos biológicos à base de esterco e composto orgânico enriquecido. Foram realizados dois experimentos com aplicações de adubos biológicos preparados à base de esterco e composto orgânico enriquecido, um utilizando esterco bovino (ABB) e outro, esterco ovino (ABO). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial $4 \times 3 + 1$, com três repetições, referente a doses dos adubos biológicos (100, 200, 300 e 400 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$), épocas de aplicação (0, 30 e 60 dias após o transplante - DAT) e a testemunha absoluta. Foram avaliadas nos períodos noturno e diurno as variáveis: temperatura da superfície do solo (T_s) e a 10 cm de profundidade (T_{10}), umidade do solo (U) e respiração edáfica (RE). O ABO proporcionou maior RE nos dois turnos avaliados. Para as avaliações do período da noite, todos os tratamentos utilizando o ABO apresentaram maior respiração edáfica comparados ao tratamento adicional. E no período do dia, apenas os tratamentos em que foram aplicados 400 e 300 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$ do ABO, nas épocas de 0 e 30 DAT, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Atividade microbiana, respiração basal, qualidade do solo, *Capsicum annuum*.

ABSTRACT

Biological fertilizers promote several benefits to soil, and one of the ways to assess their quality is to determine soil respiration. The objective of this study was to evaluate the soil respiration in the cultivation of sweet pepper under doses and times of application of organic fertilizers based on manure and enriched organic compound. Two experiments were carried out with applications of biological fertilizers prepared from manure and enriched organic compounds, one using bovine manure (ABB) and another, sheep manure (ABO). The experimental design was a randomized complete block design, in a $4 \times 3 + 1$ factorial scheme, with three replications, referring to doses of biological fertilizers (100, 200, 300 and 400 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$), times of application (0, 30 and 60 days after transplanting - DAT) and absolute control. The following variables were evaluated during the night and day periods: soil temperature (T_s) and 10 cm depth (T_{10}), soil moisture (U) and respiration (RE). The ABO provided higher RE in the two shifts evaluated. For nighttime evaluations, all ABO treatments presented higher soil respiration compared to the additional treatment. At the time of day, only the treatments in which ABO 400 and 300 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$ were applied, at the times of 0 and 30 DAT, respectively.

Keywords: Microbial activity, basal respiration, soil quality, *Capsicum annuum*.

INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é cultivado em todo o território nacional. Está no *ranking* das dez hortaliças de maior importância econômica no Brasil, sendo a terceira solanácea mais produzida, depois do tomate e da batata. Os principais fatores que estimulam sua produção é o rápido retorno econômico, o curto período entre as colheitas (normalmente uma semana) e a grande demanda do mercado consumidor (MORTATE et al.; OLIVEIRA FILHO et al., 2018).

Considerando que as colheitas são contínuas e em curtos intervalos de tempo, a qualidade do solo é indispensável para expressão do potencial produtivo do pimentão. Diante da degradação antrópica nos cultivos agrícolas, uma alternativa viável é a utilização de adubos biológicos, como os biofertilizantes à base de esterco, que melhoram os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, tendo em vista que são ricos em matéria orgânica e micro-organismos vivos, considerados bioindicadores da qualidade do solo (GUIMARÃES et al., 2017).

O biofertilizante é o produto da fermentação aeróbica ou anaeróbica da mistura de materiais orgânicos e água, podendo ser adicionado nutrientes, minerais e compostos orgânicos enriquecidos. É comumente utilizado como condicionador de solo, atuando como fertilizante, corretivo e inoculante microbiológico. Os micro-organismos de sua composição aumentam a disponibilidade de nutrientes, otimizando o desenvolvimento e a produtividade das culturas, sendo uma das fontes nutritivas mais utilizadas nos cultivos orgânicos (MATOS et al., 2018).

O aumento da disponibilidade de nutrientes para as plantas é resultante da maior atividade dos micro-organismos em decompor a matéria orgânica. Essa atividade pode ser determinada pela respiração edáfica, também conhecida como respiração basal, que quantifica o gás carbônico produzido pelos micro-organismos, resultante dos processos metabólicos da decomposição da matéria orgânica. Assim, quanto maior a respiração edáfica, maior a decomposição e mineralização da matéria orgânica do solo e a disponibilização dos nutrientes para as plantas (SILVA et al.; SOUZA et al., 2010).

A velocidade de liberação de gás carbônico varia de acordo com os fatores bióticos (micro-organismos do solo) e abióticos (umidade, temperatura). Assim, qualquer fator que altere as condições microclimáticas do solo e sua interface com a atmosfera, pode afetar a taxa de respiração (VALENTINI et al., 2015).

Tendo em vista a influência dos micro-organismos nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, e conseqüentemente no desempenho produtivo das culturas, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a respiração edáfica em cultivo de pimentão sob doses e épocas de aplicação de adubos biológicos à base de esterco e composto orgânico enriquecido.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos simultaneamente em área de cultivo comercial no Perímetro Irrigado Apolônio Sales, município de Petrolândia, Pernambuco. Localizado no Semiárido pernambucano, às margens do Rio São Francisco. O clima de acordo com a classificação de Köppen e Geiger é do tipo BSh, caracterizado como semiárido quente (EMBRAPA, 2004; ALVARES et al., 2014).

O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico latossólico (EMBRAPA, 2006). Mesmo os experimentos sendo instalados paralelamente, foi coletada uma amostra composta do solo de cada área. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos da UFPB, Campus III, Bananeiras-PB e os resultados podem ser verificados na tabela 1. O carbono orgânico total também foi determinado, com valores de 8,60 e 6,23 g kg⁻¹ para o ABO e ABB, respectivamente.

Na área experimental foram instalados um termohigrômetro digital e um pluviômetro, para a obtenção diária dos dados de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluvial (Figura 1).

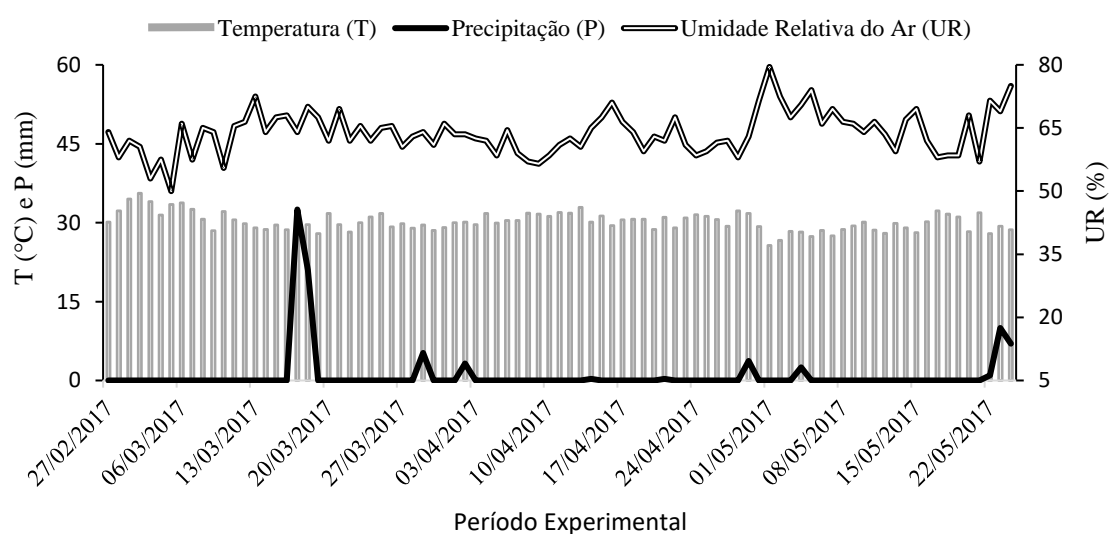


Figura 1. Temperatura (T), precipitação pluvial (P) e umidade relativa do ar da área de cultivo de pimentão no período experimental.

Tabela 1. Análise química dos solos das áreas de cultivo do pimentão.

Amostra de solo	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	m	M.O.
	H ₂ O (1:2,5)	mg/dm ³	—————			cmolc/dm ³	—————				— % —		g/kg
ABB	6,95	388,01	152,88	0,12	3,47	-	3,50	1,50	5,51	8,98	61,40	-	10,73
ABO	6,81	497,50	155,22	0,10	3,14	-	3,50	1,10	5,10	8,23	61,92	-	14,83

H⁺+Al³⁺: Acidez potencial; SB: Soma de bases; CTC: Capacidade de troca de cátions; V: Saturação por bases; m: Saturação por alumínio; M.O.: Matéria orgânica.

Nos dois experimentos foram realizadas aplicações de adubos biológicos, preparados à base de esterco e composto orgânico enriquecido, um utilizando esterco bovino (ABB) e outro, esterco ovino (ABO). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial ((4 x 3) + 1), com três repetições, referente a doses dos adubos biológicos (100, 200, 300 e 400 dm³ ha⁻¹), épocas de aplicação (0, 30 e 60 dias após o transplântio - DAT) e a testemunha absoluta, referente a ausência de adubação, totalizando 13 tratamentos.

Quanto às épocas de aplicação, nos tratamentos de 1 a 4 as doses dos adubos biológicos foram aplicadas integralmente no dia do transplântio (0 DAT), nos tratamentos de 5 a 8 as doses foram fracionadas em duas vezes, aos 0 e 30 DAT, e nos tratamentos de 9 a 12 as doses foram fracionadas em três vezes, com aplicações aos 0, 30 e 60 DAT (Tabela 2).

Tabela 2. Detalhamento dos tratamentos quanto às épocas e doses de aplicação dos adubos biológicos.

Tratamentos	Épocas de aplicação (DAT)	Doses em dm ³ ha ⁻¹		
		0	30	60
1	0,00	100,00		
2	0,00	200,00		
3	0,00	300,00		
4	0,00	400,00		
5	30,00	50,00	50,00	
6	30,00	100,00	100,00	
7	30,00	150,00	150,00	
8	30,00	200,00	200,00	
9	60,00	33,33	33,33	33,33
10	60,00	66,66	66,66	66,66
11	60,00	100,00	100,00	100,00
12	60,00	133,33	133,33	133,33
13	Testemunha absoluta	0,00	0,00	0,00

A variedade de pimentão utilizada foi o híbrido Solário. As mudas foram produzidas em bandejas de 128 células, utilizando substrato comercial. Após 32 dias da

semeadura foi realizado o transplântio com o espaçamento de 1,5 x 0,5 m. Foram aplicados 80 Mg ha⁻¹ de ureia aos cinco DAT, 130 Mg ha⁻¹ da formulação 06-24-12 sete DAT e 260 Mg ha⁻¹ da formulação 20-10-20 aos 37 DAT. A parcela experimental foi composta por quatro fileiras de quatro metros, correspondendo a uma área de 24 m², com 32 plantas. A área útil foi de 6 m², composta pelas duas fileiras centrais, eliminando-se duas plantas das extremidades de cada fileira, totalizando em 8 plantas.

O preparo dos adubos biológicos foi realizado de acordo com as recomendações do fabricante, sendo utilizadas duas biofábricas (caixas d'água de polietileno) com capacidade de 100 litros. O composto orgânico enriquecido era constituído por substâncias recalcitrantes, preparados biodinâmicos, pentoses, minerais e farelos (MICROGEO, 2019).

Cada biofábrica foi preenchida com cinco quilogramas de composto orgânico enriquecido, 15 litros de esterco (bovino ou ovino) e o volume restante completado com água não tratada, correspondendo às proporções de 5 e 15% de composto orgânico enriquecido e esterco, respectivamente. A cada três dias o adubo biológico era agitado, ficando pronto para uso após 15 dias do preparo (MICROGEO, 2019).

A aplicação dos adubos biológicos foi realizada na superfície do solo, utilizando um pulverizador manual com capacidade de cinco litros, sendo realizada a pré-filtragem do insumo orgânico por meio de peneira com malha de 2 mm de diâmetro. As análises químicas dos adubos biológicos foram realizadas no Laboratório de Análise de Tecido vegetal da UFPB, Campus II, Areia-PB. Os resultados podem ser observados na tabela 3.

Tabela 3. Análise química dos adubos biológicos aplicados no cultivo do pimentão.

Adubo biológico	U	CO	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cu	Zn	Fe	Mn	B
	— % —					g L ⁻¹				mg L ⁻¹				
ABB	98,7	10,4	0,1	0,08	30,9	0,22	0,58	0,05	-	0,43	0,61	5,12	0,62	2,22
ABO	98,8	11,1	0,11	0,07	24,3	0,15	0,27	0,07	-	0,46	0,54	10,6	0,51	2,13

ABB: Adubo biológico preparado com esterco bovino; ABO: Adubo biológico preparado com esterco ovino; U: Umidade; CO: Método de oxidação por dicromato; N, P, K, Ca e Mg: Digestão com H₂O₂ e H₂SO₄; S, Fe, Cu, Mn, Zn e Na: Digestão com HNO₃ HClO₄; B: Extração por combustão via seca.

A irrigação foi realizada por gotejamento. A água foi proveniente do Rio São Francisco e a lâmina média diária aplicada foi de 9,12 mm por planta, fracionada em duas aplicações de 4,56 mm, no início da manhã e no fim da tarde. Nos dias que houve chuva suficiente a irrigação foi suspensa, completando-se quando houve necessidade. A análise da água foi realizada no Laboratório de Análise de Solo da UFPB, Campus II, Areia-PB. Os resultados podem ser verificados na tabela 4.

Tabela 4. Análise química da água de irrigação utilizada no cultivo de pimentão.

pH	C.E.	SO ₄ ²⁻	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ²⁻	Cl	RAS	PST	Classificação
	dS m ⁻¹	mg L ⁻¹	—————			mmol _c L ⁻¹			—————			
6,7	0,09	0	0,18	0,2	0,1	0,1	0	1,2	0,3	0,6	0	C ₁ S ₁

C.E.: Condutividade elétrica a 25°C; RAS: Relação de adsorção de sódio; PST: Percentagem de sódio trocável. C₁S₁: Richards (1954).

As variáveis avaliadas foram: temperatura da superfície do solo (T_{sup}) e a 10 cm de profundidade (T₁₀), umidade do solo (U) e respiração edáfica (RE). Para medição da temperatura foi usado o termômetro digital com haste, modelo TH 1300. As leituras de umidade foram realizadas utilizando o HidroFarm modelo HFM, por meio de um sensor que emite ondas eletromagnéticas no solo.

As temperaturas, umidade e respiração edáfica foram determinadas em cada experimento após os períodos diurno (6h às 18h) e noturno (18h às 6h), em dias consecutivos, utilizando o método descrito por Grisi (1978). Cada parcela experimental possuiu uma campânula (baldes plásticos com capacidade de oito litros) e no seu interior recipientes com capacidade de 100 cm³, contendo 10 cm³ de KOH 0,5 N para a captação do CO₂ desprendido do solo, no período de 12 horas.

Após a colocação da solução, um recipiente permaneceu fechado, sendo usado como controle. Os demais recipientes foram abertos apenas no momento de coloca-los nas campânulas. As bordas destas eram cobertas por solo, evitando trocas gasosas com o meio. Após o período de 12 horas os recipientes foram coletados, sendo imediatamente fechados após abertura das campânulas.

O CO₂ desprendido do solo foi quantificado pela titulação do KOH dos recipientes utilizando HCl à 0,1N, sendo observado o volume gasto desta solução ácida entre dois pontos de viragem. No primeiro, após a adição de duas gotas de fenolftaleína a 1% a solução ganha coloração rosa, em seguida adiciona-se o HCl até a mesma ficar transparente. No segundo ponto de viragem, após a adição de duas gotas de alarajado de metila a 1% a solução ganha coloração alarajada, em seguida é realizada a titulação com HCl até atingir novamente a coloração rosa.

A respiração edáfica foi calculada de acordo com a seguinte equação (GRISI, 1978):

$$RE = \frac{352 \cdot (\Delta V_A - \Delta V_C) \cdot N_B \cdot N_A}{3 \cdot P \cdot A_B} \cdot 10^4$$

onde:

$RE = \text{massa de CO}_2 \text{ (mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}\text{)}$;

$\Delta V_A = \text{diferença do volume de HCl gasto na primeira e segunda viragem da titulação da amostra (cm}^3\text{)}$;

$\Delta V_C = \text{diferença do volume de HCl gasto na primeira e segunda viragem da titulação do controle (cm}^3\text{)}$;

$N_A = \text{concentração de HCl (n-eq L}^{-1}\text{)}$;

$N_B = \text{concentração de KOH (n-eq L}^{-1}\text{)}$;

$P = \text{período de permanência da amostra na campânula (horas)}$;

$A_B = \text{área da abertura do balde (cm}^2\text{)}$.

Os dados coletados nos experimentos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Bartlett), sendo em seguida submetido à análise de variância. Quando apresentaram diferenças significativas pelo teste F, realizou-se o teste de média (teste de Tukey a 5% de probabilidade) para os fatores qualitativos e análise de regressão para os quantitativos. Para comparar as combinações dos fatores com o tratamento adicional realizou-se o teste de Dunnett a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o R (R CORE TEAM, 2018) e os pacotes ExpDes (FERREIRA et al., 2018) e multcomp (HOTHORN et al., 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, houve diferença entre os adubos biológicos nos dois turnos avaliados, para as variáveis temperatura da superfície do solo (T_{sup}), temperatura do solo a 10 cm de profundidade (T_{10}) e respiração edáfica (RE). A variável umidade do solo (U), apresentou diferença apenas no turno da noite.

O ABB proporcionou maiores valores de T_{sup} e T_{10} no período noturno (Tabela 5), podendo ser explicado pelo evento de chuva (12,5 mm) que ocorreu antes da avaliação da área sob aplicação do ABO, o que possivelmente proporcionou a redução da T_{sup} e T_{10} , apresentando médias de 7,87 e 7,95 °C, respectivamente. Quanto a umidade do solo, houve diferença entre os adubos biológicos testados apenas no período noturno, onde o ABO apresentou superioridade, com média de 22,36 %. Sendo associado ao evento de chuva que ocorreu antes da avaliação.

Vários fatores como a umidade, temperatura, estrutura, textura e quantidade de matéria orgânica do solo, influenciam na respiração edáfica, que é indicador da decomposição e mineralização da matéria orgânica do mesmo, disponibilizando nutrientes para as plantas (SILVA et al., 2010). De acordo com Dadalto et al. (2015), após o preparo do solo a respiração edáfica aumenta, devido as alterações causadas pelo preparo no mesmo e nas populações microbianas.

Tabela 5. Resumo da análise de variância da temperatura da superfície do solo (T_{sup}), temperatura do solo a 10 cm de profundidade (T_{10}) e respiração edáfica (RE), nos períodos noite e dia, em solo cultivado com pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação.

NOITE				
FV	T superfície	T 10 cm	P	
			U	RE
Época (E)	0,7877 ^{ns}	0,7359 ^{ns}	0,6275 ^{ns}	0,4837 ^{ns}
Dose (D)	0,7421 ^{ns}	0,7795 ^{ns}	0,7359 ^{ns}	0,897 ^{ns}
Adubos (A)	0**	0**	0,0013**	< 0,001
E x D	0,2665 ^{ns}	0,3925 ^{ns}	0,5982 ^{ns}	0,9408 ^{ns}
E x A	0,6635 ^{ns}	0,6302 ^{ns}	0,2942 ^{ns}	0,8196 ^{ns}
D x A	0,5151 ^{ns}	0,5563 ^{ns}	0,2276 ^{ns}	0,9151 ^{ns}
ExDxA	0,2181 ^{ns}	0,2994 ^{ns}	0,8652 ^{ns}	0,6573 ^{ns}
CV (%)	33,85	33,88	12,22	0,72
ABB	7,86 a	7,95 a	17,75 b	264,30 b
ABO	6,61 b	6,51 b	22,36 a	354,25 a
DIA				
FV	T superfície	T 10 cm	P	
			U	RE
Época (E)	0,8754 ^{ns}	0,7803 ^{ns}	0,5143 ^{ns}	0,564 ^{ns}
Dose (D)	0,7442 ^{ns}	0,7107 ^{ns}	0,3823 ^{ns}	0,3163 ^{ns}
Adubos (A)	0**	0**	0,1148 ^{ns}	0**
E x D	0,4931 ^{ns}	0,584 ^{ns}	0,647 ^{ns}	0,8192 ^{ns}
E x A	0,5114 ^{ns}	0,2779 ^{ns}	0,5045 ^{ns}	0,9918 ^{ns}
D x A	0,9856 ^{ns}	0,971 ^{ns}	0,6888 ^{ns}	0,5376 ^{ns}
ExDxA	0,5394 ^{ns}	0,4115 ^{ns}	0,6355 ^{ns}	0,4272 ^{ns}
CV (%)	24,71	20,14	15,19	0,95
ABB	10,86 b	11,50 b	-	223,51 b
ABO	12,04 a	12,82 a	-	331,99 a

ABB e ABO: adubo biológico bovino e ovino, respectivamente; FV: fonte de variação; P: probabilidade da diferença entre os tratamentos e interações; **, * significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade ($p < 0,01$ e $p \geq 0,05$), respectivamente; ns: não significativo. Valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. T: °C, U: % e RE: mg CO₂ m⁻² h⁻¹.

Zagatto (2018) observou correlação positiva entre a umidade do solo e a respiração edáfica, onde no período de seca, quando a umidade do solo era menor, houve redução da atividade microbiana, ou seja, menor respiração edáfica. A temperatura e umidade do solo apresentaram correlação negativa em estudo realizado por Valentini et

al. (2015), avaliando a respiração edáfica em duas áreas degradadas (bosque e área antropizada), obtendo valores médios de 130,6 e 86,7 mg CO₂ m⁻² h⁻¹, respectivamente. Souto et al. (2009) realizando o mesmo tipo de avaliação em área de cultivo de jurema-preta e área degradada desnuda, observaram valor máximo da respiração edáfica de 73,04 mg CO₂ m⁻² h⁻¹.

Os resultados obtidos pelos autores supracitados são consideravelmente inferiores aos do presente estudo (354,25 e 331,99 mg CO₂ m⁻² h⁻¹ nos períodos noturno e diurno com o ABO, Figuras 2 e 3), salientando que os mesmos não realizaram nenhum tipo de adição de micro-organismos, contando apenas com a comunidade microbiana natural dos solos. Desse modo, é importante ressaltar que a aplicação do adubo biológico proporciona o aumento da respiração edáfica, devendo-se realizar estudos mais aprofundados que demonstrem diferenças na composição microbiológica e facilidade de degradação da matéria orgânica de cada insumo orgânico, justificando esses resultados.

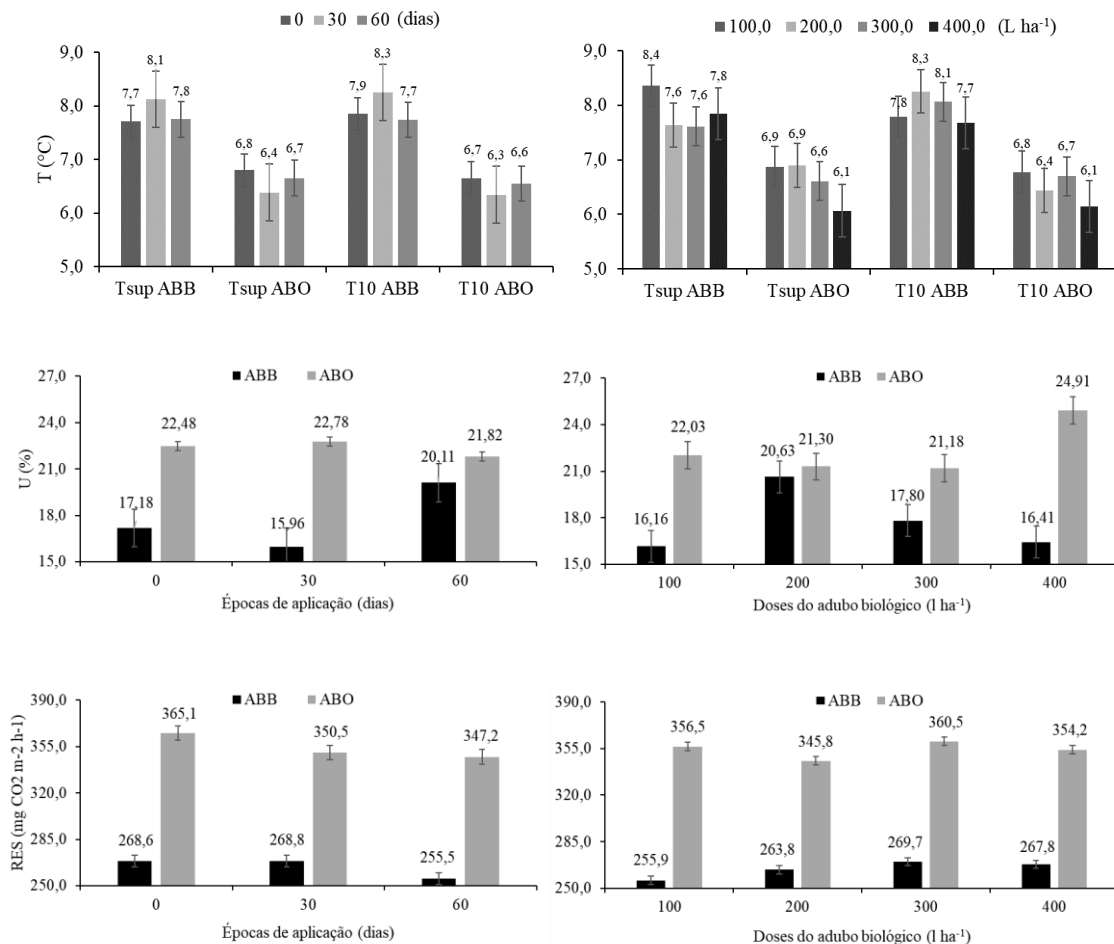


Figura 2. Médias da temperatura da superfície do solo (T_{sup}) e a 10 cm de profundidade (T₁₀), umidade do solo (U) e respiração edáfica (RE) cultivado com pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação no período de avaliação noturno. ABB e ABO: Adubo Biológico Bovino e Ovino, respectivamente.

Toniazzo et al. (2018) verificaram o aumento da respiração edáfica em solo sob aplicação de dejetos suínos tratados em esterqueira, biodigestor e na forma natural, observando altos picos na atividade microbiana devido a matéria orgânica aplicada ser de fácil decomposição.

No período de determinação da respiração edáfica no presente estudo, foram observadas alta temperatura e umidade relativa do ar, podendo justificar os altos valores obtidos, pois, de acordo com Valentini et al. (2015) o clima quente e úmido acelera a decomposição da matéria orgânica do solo pelo aumento da atividade microbiana, causando consequentemente maior produção de CO₂.

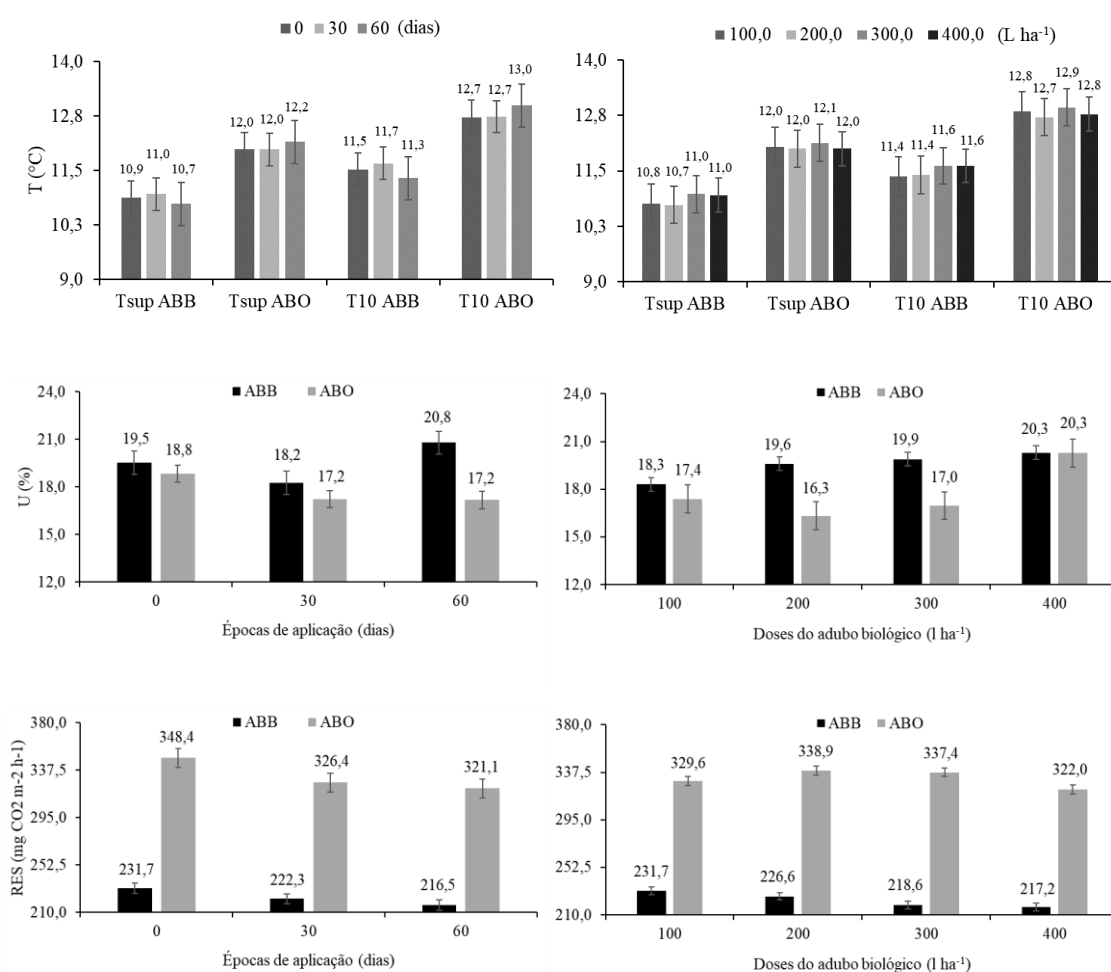


Figura 3. Médias da temperatura da superfície do solo (T_{sup}) e a 10 cm de profundidade (T_{10}), umidade do solo (U) e respiração edáfica (RE) cultivado com pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação no período de avaliação diurno. ABB e ABO: Adubo Biológico Bovino e Ovino, respectivamente.

Os valores da respiração edáfica verificados no presente trabalho, diferiram entre os adubos biológicos aplicados no solo, onde o ABO sobressaiu o ABB. Uma possível explicação seria a superioridade dos valores de matéria orgânica e carbono orgânico do

solo e do insumo aplicado, significando maior quantidade de substrato para atividade microbiana, emitindo maior quantidade de CO₂ para atmosfera na medida em que o material orgânico foi decomposto (NOVAK et al., 2018).

A curto prazo, a maior atividade microbiana promove o aumento da disponibilidade de nutrientes para as plantas, devido a maior decomposição da matéria orgânica do solo e mineralização destes, causando efeitos imediatos nas culturas. A longo prazo, ocorre redução da incorporação de C no tecido celular, perdendo-o para atmosfera na forma de CO₂ (SOUZA et al., 2010; SANTOS et al., 2015).

Bertollo (2015) avaliando a respiração edáfica em solos cultivados com aveia preta e milho sob aplicação de adubo biológico à base de esterco bovino, verificou efeito linear decrescente a medida em que as doses aumentaram, possivelmente pela maior eficiência dos micro-organismos na incorporação do C a biomassa.

Na comparação de todos os tratamentos (fontes de variação) com o tratamento adicional pelo teste de Dunnet a 5 % de probabilidade, observou-se diferença para RE nos dois períodos avaliados, onde o ABO foi superior (Figura 4). No período da noite todos os tratamentos apresentaram valores maiores que o do tratamento adicional, podendo ser explicado pela ausência de aplicação dos adubos biológicos, não obtendo os benefícios causados pelos mesmos.

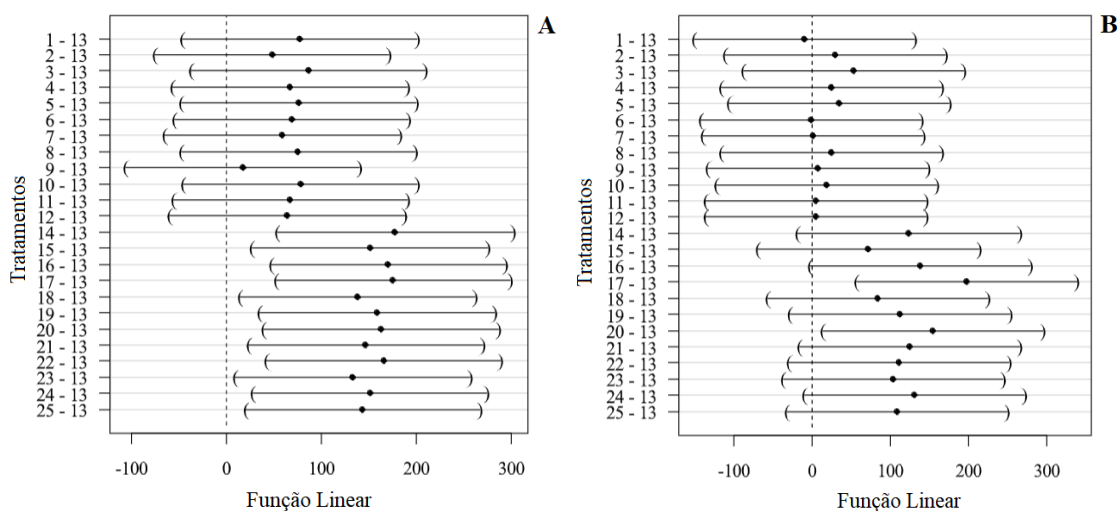


Figura 4. Teste de Dunnet a nível de 5 % de probabilidade para RE nos períodos noturno (A) e diurno (B). Tratamentos de 1 a 12: referente ao experimento com o ABB; Tratamentos de 14 a 25: referente ao experimento com ABO; 13: tratamento adicional.

Resultado semelhante foi encontrado por Holanda Neto (2011), avaliando os atributos microbiológicos de um solo construído, vegetado com gramíneas após

mineração de carvão, onde os valores da respiração edáfica referente aos tratamentos não diferiram da testemunha.

No período do dia, os tratamentos 4 (época 0 dias e dose 400 dm³ ha⁻¹) e 7 (época 30 dias e dose 300 dm³ ha⁻¹) obtiveram maiores valores que o tratamento adicional, provavelmente porque a respiração edáfica apresentou menores valores no período do dia, reduzindo os contrastes com o valor do tratamento adicional (Figura 4 B).

Estes resultados podem auxiliar na avaliação do manejo de cultivo adotado, considerando que este é um parâmetro de qualidade que possui influência direta na fertilidade do solo e no desenvolvimento das culturas (NOVAK et al., 2018).

O ABO proporcionou maior RE nos dois turnos avaliados. Para as avaliações do período da noite, todos os tratamentos utilizando o ABO apresentaram maior respiração edáfica comparados ao tratamento adicional. E no período do dia, apenas os tratamentos em que foram aplicados 400 e 300 dm³ ha⁻¹ do ABO, nas épocas de 0 e 30 DAT, respectivamente.

CONCLUSÕES

- A adubação biológica a base de esterco ovino proporciona maiores valores de respiração edáfica nos dois turnos avaliados, bem como, maiores valores de temperatura na superfície do solo e a 10 cm de profundidade, no período diurno.
- Para as avaliações do período da noite, todos os tratamentos utilizando o ABO apresentam maior respiração edáfica que o tratamento adicional. No período do dia, apenas os tratamentos em que foram aplicados 400 e 300 dm³ ha⁻¹ do ABO, nas épocas de 0 e 30 DAT, respectivamente.
- No período diurno a umidade do solo não foi influenciada pelos adubos biológicos, doses e épocas de aplicação.

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.

BERTOLLO, G. M. **Atributos biológicos e físicos do solo com uso de biofertilizante**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen-RS, 84p, 2015.

DADALTO, J. P.; FERNANDES, H. C.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R.; MATOS, A. T. Sistema de preparo do solo e sua influência na atividade microbiana. **Revista Engenharia Agrícola**, v 35, n 3, p 506-513, 2015.

EMBRAPA. Diagnóstico Agroambiental do Município de Petrolândia - Estado de Pernambuco. EMBRAPA - Rio de Janeiro. **Circular Técnica**, v 29, 25 p, 2004.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 2 ed. Brasília: Embrapa-SPI, 306p, 2006.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **Package ‘ExpDes.pt’: Experimental Designs. R package version 1.2.0**. 62p, 2018.

GRISI, B. M. Método químico de medição da respiração edáfica: alguns aspectos técnicos. **Revista Ciência e Cultura**, v 30, n 1, p 82-88, 1978.

GUIMARÃES, N. F.; GALLO, A. S.; FONTANETTI, A.; MENEGHIN, S. P.; SOUZA, M. D. B.; MORINIGO, K. P. G.; SILVA R. F. Biomassa e atividade microbiana do solo em diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 34-44, 2017.

HOLANDA NETO, M. R. **Atributos microbiológicos de um solo construído vegetado com gramíneas após mineração de carvão em Candiota/RS**. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2011.

HOTHORN, T.; BRETZ, F.; WESTFALL, P. Simultaneous Inference in General Parametric Models. **Biometrical Journal**. v 50, n 3, p 346-363, 2008.

MATOS, C. C.; MENDES, A. D. R.; COLEN, F.; SANTOS, L. D. T.; RIGUEIREDO, L. S.; MARTINS, E. R. Potencial fitotóxico do biofertilizante da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Comb.). **Cultura Agrônômica**, v 27, n 1, p 160-172, 2018.

MICROGEO. **Manual técnico**. Microgeo – Adubação biológica, 24p. Disponível em: http://microgeo.com.br/site/front/img/manual_tecnico.pdf. Data de acesso: 13 de fevereiro de 2019.

MORTATE, R. K.; ARAÚJO, M. M.; LIMA, M. W. P.; BINOTTI, F. F. S. Resposta de mudas de pimentão submetidas à diferentes reguladores vegetais via foliar. **Revista Ciência & Tecnologia**. v 10, n 1, p 57-64, 2018.

NOVAK, E.; CARVALHO, L. A.; SANTIAGO, E. F.; BRUMATTI, A. V.; SANTOS, L. L.; SALES, L. C. Variação temporal dos atributos microbiológicos do solo sob diferentes usos. **Revista de Ciências Agrárias**, v 41, n 3, p 603-611, 2018.

OLIVEIRA FILHO, P.; VALNIR JÚNIOR, M.; ALMEIDA, C. L.; LIMA, J. S.; COSTA, J. N.; ROCHA, J. P. A. Crescimento de cultivares de pimentão em função da adubação potássica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v 12, n 4, p 2814-2822, 2018.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. VIENA, AU: R Foundation for Statistical Computing. 2673p, 2018.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington D.C.: U.S. Salinity Laboratory., 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).

SANTOS, C. A.; KRAWULSKI, C. C.; BINI, D.; GOULART FILHO, T.; KNOB, A.; MEDINA, C. C.; ANDRADE FILHO, G.; NOGUEIRA, M. A. Reclamation status of a degraded pasture based on soil health indicators. **Scientia Agricola**, v 72, n 3, p 195-202, 2015.

SILVA, R. R. D.; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; MOREIRA, F. M. D. S.; CURTI, N.; ALIVISI, A. M. T. Biomassa e atividade microbiana em solos sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica campos das vertentes - MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v 34, p 1585-1592, 2010.

SOUTO, P. C.; BAKKE, I. A.; SOUTO, J. S.; OLIVEIRA, V. M. Cinética da respiração edáfica em dois ambientes distintos no semi-árido da Paraíba, Brasil. **Revista Caatinga**, v 22, n 3, p 52-58, 2009.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; LIMA, C. V. S.; CARVALHO, P. C. F.; MARTINS, A. P. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 1, p. 79-88, 2010.

TONIAZZO, F.; RODRIGUES, A. C.; ROSA, M. M.; ROS, C. O.; BECEGATO, V. A.; LAVNITCKI, L.; HENKES, J. A.; CANTONI, F. Avaliação da liberação de CO₂ em solo com adição de águas residuárias suínícolas e impactos ambientais e sociais da suinocultura. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v 7, n 1, p 253-274, 2018.

VALENTINI, C. M. A.; ABREU, J. G.; FARIA, R. A. P. G. Respiração do solo como bioindicador em áreas degradadas. **Revista Internacional de Ciências**, v. 5, n. 2, jul./dez. 2015.

ZAGATTO, M. R. G. Mesofauna edáfica em plantios puros e mistos de *Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium*. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 86p, 2018.

Artigo II

Crescimento e área foliar de plantas de pimentão sob adubos biológicos e épocas de aplicação

CRESCIMENTO E ÁREA FOLIAR DE PLANTAS DE PIMENTÃO SOB ADUBOS BIOLÓGICOS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO

RESUMO

A biometria de plantas é muito utilizada na avaliação de manejos adotados nos cultivos, bem como, dos benefícios da adubação biológica. Objetivou-se avaliar a área foliar e a morfologia de plantas de pimentão sob doses e épocas de aplicação de adubos biológicos à base de esterco e composto orgânico enriquecido. Foram realizados dois experimentos com aplicações de adubos biológicos preparados à base de esterco e composto orgânico enriquecido, um utilizando esterco bovino (ABB) e outro, esterco ovino (ABO). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 3 + 1, com três repetições, referente a doses dos adubos biológicos (100, 200, 300 e 400 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$), épocas de aplicação (0, 30 e 60 dias após o transplantio - DAT) e a testemunha absoluta. As variáveis avaliadas foram: altura de planta (AP); largura da copa (LC); diâmetro do caule (DC); número de folhas (NF); comprimento de folha (CF); largura de folha (LF); e área foliar (AF). O adubo biológico preparado com composto orgânico enriquecido e esterco bovino proporciona maior comprimento de folha, largura de folha e área foliar no pimentão.

PALAVRAS-CHAVE: Biofertilizante enriquecido, adubação orgânica, *Capsicum annuum*. biometria.

ABSTRACT

The biometry of plants is widely used in the evaluation of crop management, as well as the benefits of biological fertilization. The objective of this study was to evaluate the leaf area and the morphology of pepper plants under doses and times of application of organic fertilizers based on manure and enriched organic compound. Two experiments were carried out with applications of biological fertilizers prepared from manure and enriched organic compounds, one using bovine manure (ABB) and another, sheep manure (ABO). The experimental design was a randomized complete block design, with a 4 x 3 + 1 factorial scheme, with three replications, referring to doses of biological fertilizers (100, 200, 300 and 400 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$), times of application (0, 30 and 60 days after transplanting - DAT) and the absolute control. The evaluated variables were: plant height (AP); crown width (LC); stem diameter (DC); number of leaves (NF); sheet length (CF); sheet width (LF); and leaf area (AF). Biological fertilizer prepared with enriched organic compound and bovine manure provides greater leaf length, leaf width and leaf area in the pepper.

KEYWORDS: Biofertilizer enriched, organic fertilization, *Capsicum annuum*. Biometry.

INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma olerícola anual, originária da América tropical. Pertence à família das solanáceas, a mesma do jiló, berinjela, batata e tomate. Possui crescimento arbustivo e caule semilenhoso, ramificando-se até o final do ciclo. Suas folhas são simples, lanceoladas ou ovaladas dependendo da cultivar. As flores são isoladas, pequenas, brancas e hermafroditas (MORTATE et al., 2018).

Essa olerícola por estar entre as dez solanáceas de maior importância econômica no Brasil, recebe grandes investimentos que otimizam sua produção, como a utilização de fertilizantes minerais com alta tecnologia e que promovem vários benefícios à cultura. No entanto, quando utilizados continuamente ou de forma indiscriminada, promovem efeitos negativos ao solo, comprometendo os cultivos (SEDIYAMA, 2014).

Com o intuito de aumentar a produtividade e reduzir os danos ao meio ambiente, principalmente ao solo, tem-se avaliado outros manejos adotados às culturas agrícolas, como por exemplo a aplicação de adubos biológicos ou biofertilizantes enriquecidos. Estes promovem a fertilização e adição de matéria orgânica e micro-organismos benéficos no solo, melhorando as características físicas, químicas e biológicas do mesmo (GUIMARÃES et al., 2017).

Dispondo de um ambiente favorável, incluindo solo de boa fertilidade, as plantas tendem a ser vigorosas e se desenvolverem de forma expressiva. De acordo com Porto et al. (2018) é através da análise de crescimento que são avaliadas as características morfofisiológicas das plantas, permitindo relacionar com as condições ambientais (naturais ou controladas), auxiliando na busca de explicações para os efeitos ou variações no desenvolvimento das culturas.

Uma variável muito utilizada na avaliação de respostas das plantas aos diferentes manejos e condições ambientais é a área foliar, podendo ser determinada pelo método não destrutivo, através de avaliações biométricas de largura e comprimento de folhas, onde esses valores são aplicados em equações, ou pelo método destrutivo, utilizando equipamentos escaneiam as folhas das plantas e determinam a área foliar através de um software (CELEDONIO et al., 2016).

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a área foliar e a morfologia de plantas de pimentão sob doses e épocas de aplicação de adubos biológicos à base de esterco e composto orgânico enriquecido.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos simultaneamente em área de cultivo comercial no Perímetro Irrigado Apolônio Sales, município de Petrolândia, Pernambuco. Localizado no Semiárido pernambucano, às margens do Rio São Francisco. O clima de acordo com a classificação de Köppen e Geiger é do tipo BSh, caracterizado como semiárido quente (EMBRAPA, 2004; ALVARES et al., 2014).

O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico latossólico (EMBRAPA, 2006). Mesmo os experimentos sendo instalados paralelamente, foi coletada uma amostra composta do solo de cada área. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos da UFPB, Campus III, Bananeiras-PB e os resultados podem ser verificados na tabela 1. O carbono orgânico total também foi determinado, com valores de 8,60 e 6,23 g kg⁻¹ para o ABO e ABB, respectivamente.

Tabela 1. Análise química dos solos das áreas de cultivo do pimentão.

Amostra de solo	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	m	M.O.
	H ₂ O (1:2,5)	mg/dm ³	—————			cmolc/dm ³	—————			— % —	g/kg		
ABB	6,95	388,01	152,88	0,12	3,47	-	3,50	1,50	5,51	8,98	61,40	-	10,73
ABO	6,81	497,50	155,22	0,10	3,14	-	3,50	1,10	5,10	8,23	61,92	-	14,83

H⁺+Al³⁺: Acidez potencial; SB: Soma de bases; CTC: Capacidade de troca de cátions; V: Saturação por bases; m: Saturação por alumínio; M.O.: Matéria orgânica.

Na área experimental foram instalados um termohigrômetro digital e um pluviômetro, para a obtenção diária dos dados de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluvial (Figura 1).

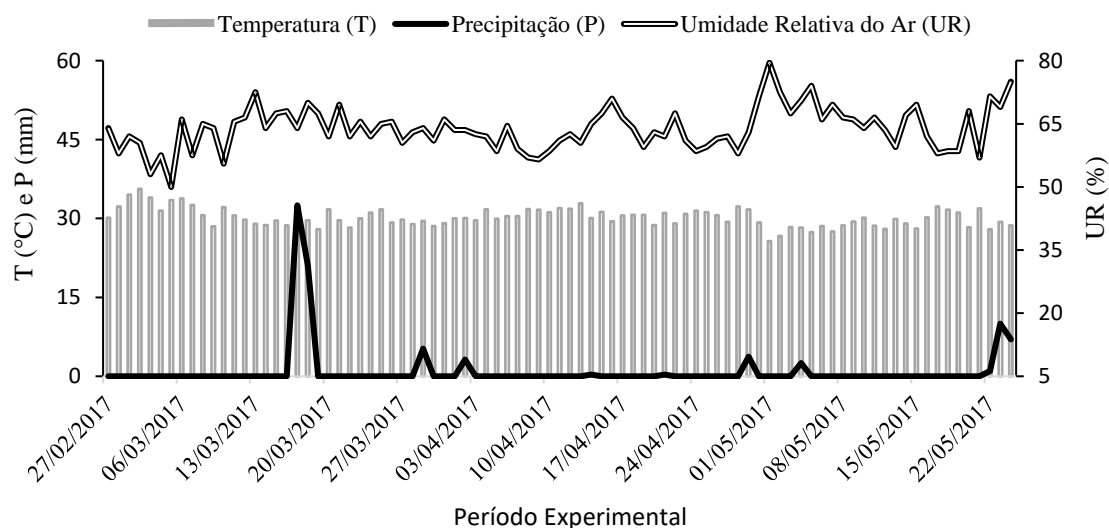


Figura 1. Temperatura (T), precipitação pluvial (P) e umidade relativa do ar da área de cultivo de pimentão no período experimental.

Nos dois experimentos foram realizadas aplicações de adubos biológicos, preparados à base de esterco e composto orgânico enriquecido, um utilizando esterco bovino (ABB) e outro, esterco ovino (ABO). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial $((4 \times 3) + 1)$, com três repetições, referente a doses dos adubos biológicos (100, 200, 300 e 400 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$), épocas de aplicação (0, 30 e 60 dias após o transplântio - DAT) e a testemunha absoluta, referente a ausência de adubação, totalizando 13 tratamentos.

Quanto às épocas de aplicação, nos tratamentos de 1 a 4 as doses dos adubos biológicos foram aplicadas integralmente no dia do transplântio (0 DAT), nos tratamentos de 5 a 8 as doses foram fracionadas em duas vezes, aos 0 e 30 DAT, e nos tratamentos de 9 a 12 as doses foram fracionadas em três vezes, com aplicações aos 0, 30 e 60 DAT (Tabela 2).

Tabela 2. Detalhamento dos tratamentos quanto às épocas e doses de aplicação dos adubos biológicos.

Tratamentos	Épocas de aplicação (DAT)	Doses em $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$		
		0	30	60
1	0,00	100,00		
2	0,00	200,00		
3	0,00	300,00		
4	0,00	400,00		
5	30,00	50,00	50,00	
6	30,00	100,00	100,00	
7	30,00	150,00	150,00	
8	30,00	200,00	200,00	
9	60,00	33,33	33,33	33,33
10	60,00	66,66	66,66	66,66
11	60,00	100,00	100,00	100,00
12	60,00	133,33	133,33	133,33
13	Testemunha absoluta	0,00	0,00	0,00

A variedade de pimentão utilizada foi o híbrido Solário. As mudas foram produzidas em bandejas de 128 células, utilizando substrato comercial. Após 32 dias da semeadura foi realizado o transplântio com o espaçamento de 1,5 x 0,5 m. Foram aplicados 80 Mg ha^{-1} de ureia aos cinco DAT, 130 Mg ha^{-1} da formulação 06-24-12 sete DAT e 260 Mg ha^{-1} da formulação 20-10-20 aos 37 DAT. A parcela experimental foi composta por quatro fileiras de quatro metros, correspondendo a uma área de 24 m^2 , com 32 plantas. A área útil foi de 6 m^2 , composta pelas duas fileiras centrais, eliminando-se duas plantas das extremidades de cada fileira, totalizando em 8 plantas.

O preparo dos adubos biológicos foi realizado de acordo com as recomendações do fabricante, sendo utilizadas duas biofábricas (caixas d'água de polietileno) com capacidade de 100 litros. O composto orgânico enriquecido era constituído por substâncias recalitrantes, preparados biodinâmicos, pentoses, minerais e farelos (MICROGEO, 2019).

Cada biofábrica foi preenchida com cinco quilogramas de composto orgânico enriquecido, 15 litros de esterco (bovino ou ovino) e o volume restante completado com água não tratada, correspondendo às proporções de 5 e 15% de composto orgânico enriquecido e esterco, respectivamente. A cada três dias o adubo biológico era agitado, ficando pronto para uso após 15 dias do preparo (MICROGEO, 2019).

A aplicação dos adubos biológicos foi realizada na superfície do solo, utilizando um pulverizador manual com capacidade de cinco litros, sendo realizada a pré-filtragem do insumo orgânico por meio de peneira com malha de 2 mm de diâmetro. As análises químicas dos adubos biológicos foram realizadas no Laboratório de Análise de Tecido vegetal da UFPB, Campus II, Areia-PB. Os resultados podem ser observados na tabela 3.

Tabela 3. Análise química dos adubos biológicos aplicados no cultivo do pimentão.

Adubo biológico	U	CO	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cu	Zn	Fe	Mn	B
	— %	—	g L ⁻¹					mg L ⁻¹						
ABB	98,7	10,4	0,1	0,08	30,9	0,22	0,58	0,05	-	0,43	0,61	5,12	0,62	2,22
ABO	98,8	11,1	0,11	0,07	24,3	0,15	0,27	0,07	-	0,46	0,54	10,6	0,51	2,13

ABB: Adubo biológico preparado com esterco bovino; ABO: Adubo biológico preparado com esterco ovino; U: Umidade; CO: Método de oxidação por dicromato; N, P, K, Ca e Mg: Digestão com H₂O₂ e H₂SO₄; S, Fe, Cu, Mn, Zn e Na: Digestão com HNO₃ HClO₄; B: Extração por combustão via seca.

A irrigação foi realizada por gotejamento. A água foi proveniente do Rio São Francisco e a lâmina média diária aplicada foi de 9,12 mm por planta, fracionada em duas aplicações de 4,56 mm, no início da manhã e no fim da tarde. Nos dias que houve chuva suficiente a irrigação foi suspensa, completando-se quando houve necessidade. A análise da água foi realizada no Laboratório de Análise de Solo da UFPB, Campus II, Areia-PB. Os resultados podem ser verificados na Tabela 4.

Tabela 4. Análise química da água de irrigação utilizada no cultivo de pimentão.

pH	C.E.	SO ₄ ⁻²	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻²	Cl	RAS	PST	Classificação
	dS m ⁻¹	mg L ⁻¹	mmol _c L ⁻¹									
6,7	0,09	0	0,18	0,2	0,1	0,1	0	1,2	0,3	0,6	0	C ₁ S ₁

C.E.: Condutividade elétrica a 25°C; RAS: Relação de adsorção de sódio; PST: Percentagem de sódio trocável. C₁S₁: Richards (1954).

Aos 87 DAT foram avaliados: altura de planta (AP), medindo-se da base (nível do solo) até o ápice da planta; largura da copa (LC), medindo-se o comprimento da copa da planta; diâmetro do caule (DC), medido 3 centímetros acima do nível do solo; número de folhas (NF); comprimento de folha (CF), medindo-se o comprimento máximo da nervura principal; largura de folha (LF), medindo-se a largura máxima; e área foliar (AF), utilizando-se a equação: $AF = K + L + C$, em que K é o coeficiente de correlação (0,60) recomendado por Tivelli et al. (1997), L é a largura e C o comprimento da folha. Para execução das avaliações foram utilizados paquímetro digital, régua e trena graduada.

Os dados coletados nos experimentos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Bartlett), sendo em seguida submetido à análise de variância. Quando apresentaram diferenças significativas pelo teste F, realizou-se o teste de média (teste de Tukey a 5% de probabilidade) para os fatores qualitativos e análise de regressão para os quantitativos. Para comparar as combinações dos fatores com o tratamento adicional realizou-se o teste de Dunnet a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o R (R CORE TEAM, 2018) e os pacotes ExpDes (FERREIRA et al., 2018) e multcomp (HOTHORN et al., 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis comprimento de folha (CF), largura de folha (LF) e área foliar (AF) apresentaram efeito isolado para o fator adubos biológicos, onde o biofertilizante que utilizou esterco bovino (ABB) na sua composição, foi o responsável por proporcionar melhores resultados, apresentando as respectivas médias: 13,26 cm e 7,03 cm e 13.483,86 cm². As outras fontes de variação e suas interações não proporcionaram resultados significativos para as demais variáveis avaliadas (Tabela 5). Para o teste de Dunnet, não foi verificada diferenças entre as variáveis que apresentaram significância na análise de variância e o tratamento adicional.

O ABB apresentou teores de Mg²⁺ e K⁺ superiores aos do ABO, e uma possível explicação para os efeitos supracitados, é que esses nutrientes estejam influenciando positivamente no desenvolvimento das folhas de pimentão, que após atingir o padrão de crescimento pré-disposto geneticamente, as plantas direcionaram os nutrientes e fotoassimilados para a produção de massa foliar, possivelmente justificando os maiores valores de CF, LF e AF, obtidos com a aplicação do ABB.

O Mg²⁺ é constituinte da molécula de clorofila e possui um papel específico na ativação de enzimas envolvidas na respiração, fotossíntese, transferência de fosfatos e na

síntese de DNA e RNA. O K^+ além de ativador de enzimas envolvidas na fotorrespiração das plantas, é o principal cátion no estabelecimento do turgor celular e na manutenção da sua eletroneutralidade, promovendo a regulação do potencial osmótico das células vegetais (TAIZ et al., 2017). Dessa forma, a maior disponibilidade desses nutrientes pode proporcionar um melhor desempenho vegetativo e produtivo das culturas.

Tabela 5. Resumo da análise de variância dos dados noturnos de altura de planta (AP), largura da copa (LC), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF), comprimento de folha (CF), largura de folha (LF) e área foliar (AF), de plantas de pimentão cultivadas sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação.

FV	AP	LC	DC	NF	CF	LF	AF
	P						
Época (E)	0,7128 ^{ns}	0,3336 ^{ns}	0,7383 ^{ns}	0,9755 ^{ns}	0,9798 ^{ns}	0,3357 ^{ns}	0,8917 ^{ns}
Dose (D)	0,1922 ^{ns}	0,2916 ^{ns}	0,6872 ^{ns}	0,6276 ^{ns}	0,1282 ^{ns}	0,1632 ^{ns}	0,9496 ^{ns}
Adubos (A)	0,6659 ^{ns}	0,081 ^{ns}	0,5447 ^{ns}	0,1883 ^{ns}	0,0012**	0,0246*	0,0089**
E x D	0,3486 ^{ns}	0,1455 ^{ns}	0,7403 ^{ns}	0,4016 ^{ns}	0,8229 ^{ns}	0,8297 ^{ns}	0,472 ^{ns}
E x A	0,1198 ^{ns}	0,6514 ^{ns}	0,7124 ^{ns}	0,6304 ^{ns}	0,1437 ^{ns}	0,5539 ^{ns}	0,5393 ^{ns}
D x A	0,7008 ^{ns}	0,3768 ^{ns}	0,768 ^{ns}	0,4392 ^{ns}	0,1475 ^{ns}	0,5134 ^{ns}	0,2155 ^{ns}
ExDxA	0,6688 ^{ns}	0,484 ^{ns}	0,9288 ^{ns}	0,7027 ^{ns}	0,9027 ^{ns}	0,9588 ^{ns}	0,8799 ^{ns}
CV (%)	4,96	4,38	18,84	2,04	18,97	35,47	0,03
ABB	-	-	-	-	13,26a	7,03a	13.483,9a
ABO	-	-	-	-	12,57b	6,78b	11.530,5b

ABB e ABO: adubo biológico bovino e ovino, respectivamente; FV: fonte de variação; P: probabilidade da diferença entre os tratamentos e interações; **, * significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade ($p < 0,01$ e $p \geq 0,05$), respectivamente; ns: não significativo. Valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste F.

A AF está diretamente relacionada com as medidas de CF e LF, tendo em vista que estas variáveis são imprescindíveis para sua determinação. O desenvolvimento vegetativo promove o aumento da AF, proporcionando as plantas maior capacidade fotossintética, além de proteger seus frutos, reduzindo as injúrias causadas pelos raios solares (“queima do fruto”), tornando-os impróprios para comercialização. É uma variável de grande relevância em estudos de crescimento vegetal, estando diretamente relacionada ao acúmulo de matéria seca, metabolismo, potencial fotossintético, rendimento e qualidade da colheita (PORTO et al., 2018).

Silva et al. (2010) trabalhando com pimentão em cultivo convencional, verificaram valor máximo de AF em torno de 11.000 cm^2 por planta, aos 126 DAT. Borges et al. (2011) cultivando o pimentão em sistema orgânico em diferentes ambientes, verificaram AF máxima de 4.323,8 aos 72 DAT. No presente estudo foi observado aos 87 DAT, a AF média de 13.483,86 cm^2 por planta aplicando o ABB e 11.530,52 cm^2 por

planta com o ABO, mais que o dobro do sistema orgânico de cultivo, evidenciado que a adubação biológica promove incrementos na área foliar do pimentão.

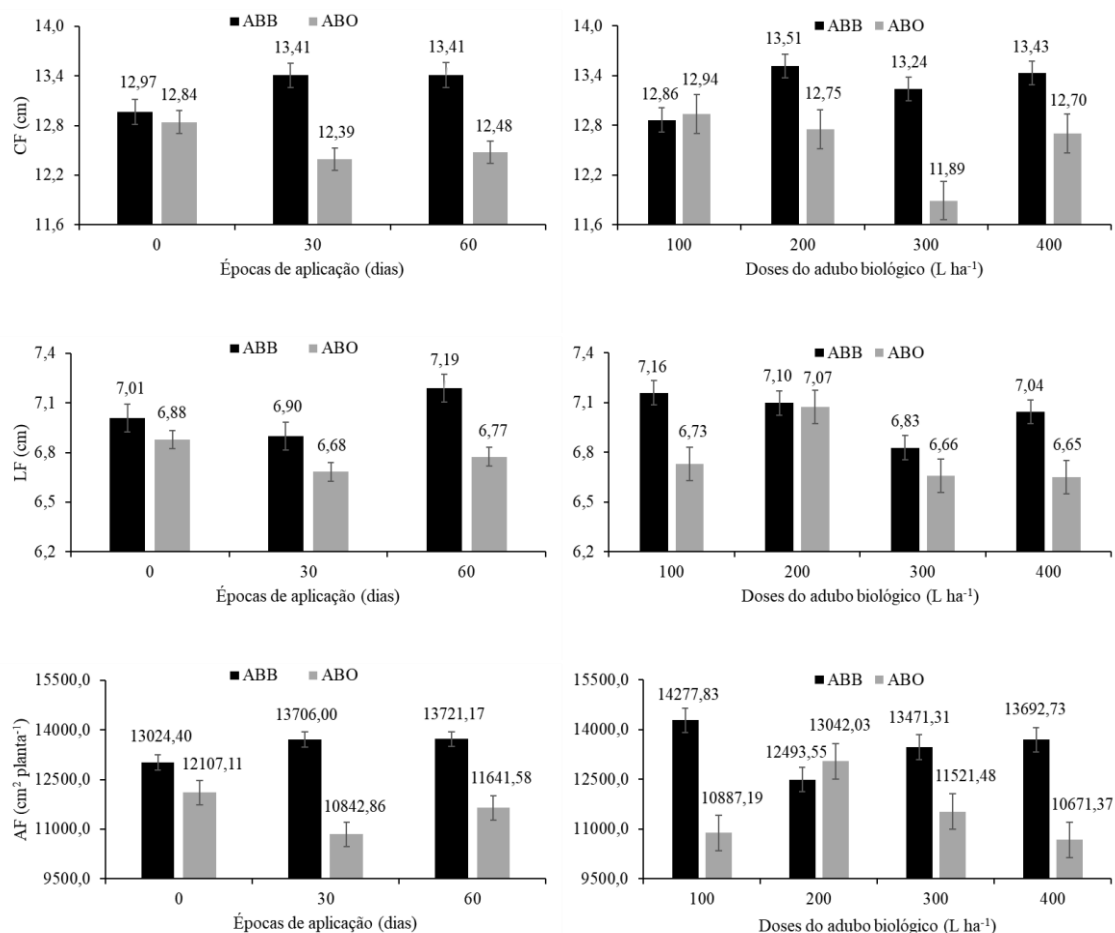


Figura 2. Comprimento e largura de folhas (CF e LF, respectivamente) e Área foliar (AF) de pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação. ABB e ABO: Adubo Biológico Bovino e Ovino, respectivamente.

Mesquita et al. (2014) utilizando biofertilizante enriquecido no mamão Havaí, verificaram respostas significativas do índice de área foliar, altura de planta, e diâmetro do caule. Celedonio et al. (2016) também obteve aumento na área foliar da figueira, aplicando biofertilizante à base de esterco bovino.

No presente trabalho a aplicação dos adubos biológicos não proporcionou efeito para altura de planta (AP), largura da copa (LC), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) das plantas de pimentão (Figura 3), provavelmente devido à variedade utilizada (Solario) possuir excelente padrão de crescimento e na condição de maior disponibilidade de nutrientes utiliza-os para produção de massa foliar.

De modo inverso, Chiconato et al. (2013) observaram que a aplicação de biofertilizante bovino proporcionou maiores resultados de altura de planta, número de

folhas, diâmetro da copa e massa da matéria fresca, comparada a adubação mineral, que apresentou valores superiores apenas para massa de matéria seca da parte aérea, na cultura do alface sob dois níveis de irrigação.

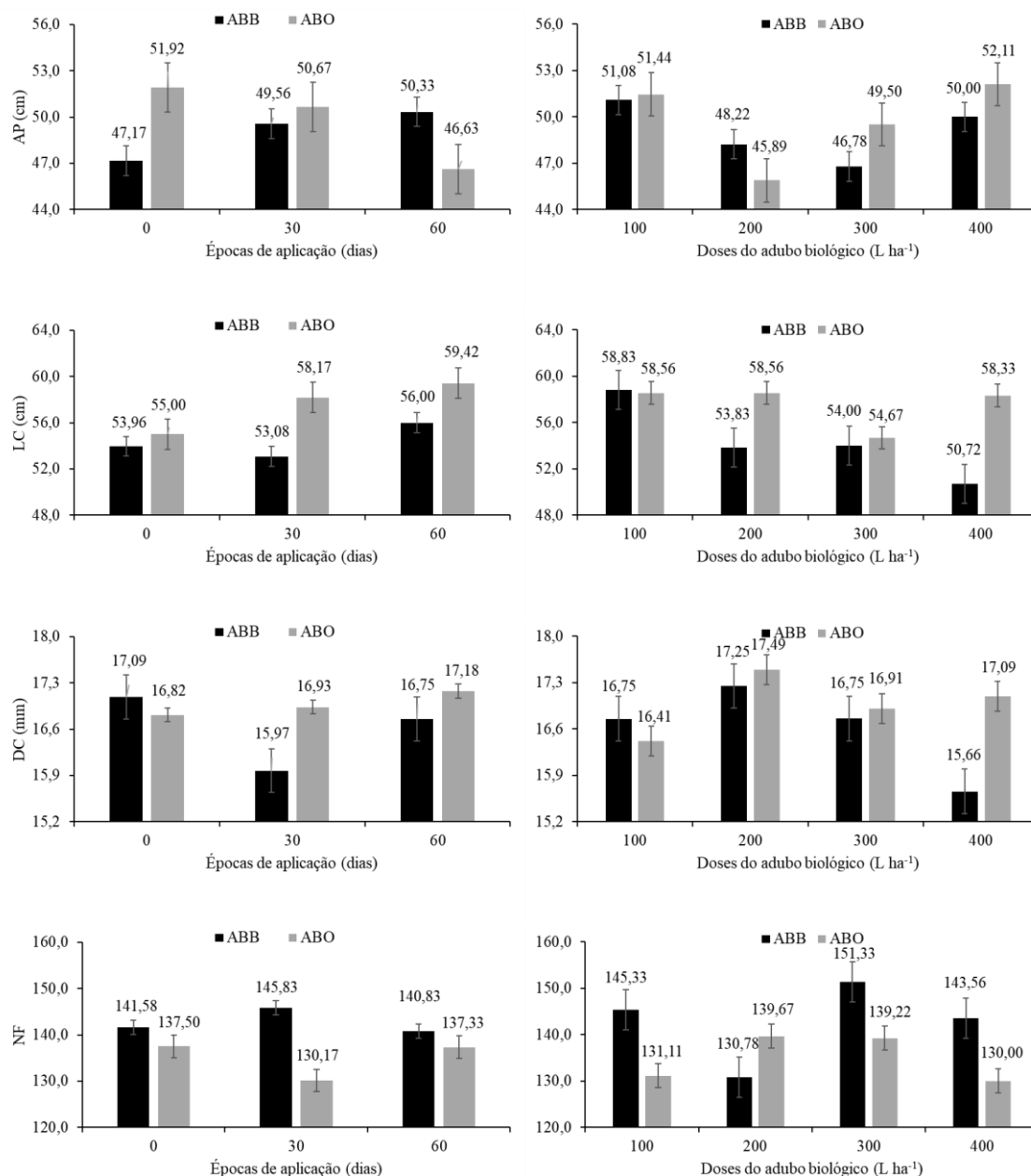


Figura 3. Altura de planta (AP), largura da copa (LC), diâmetro do caule (DC) e número de folhas (NF) do pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação. ABB e ABO: Adubo Biológico Bovino e Ovino, respectivamente.

Campos e Cavalcante (2009) e Nascimento et al. (2011) observaram que a aplicação de biofertilizante bovino reduziu a inibição do crescimento do pimentão irrigado com águas salinas, afirmando que a superioridade dos tratamentos com

biofertilizante evidenciou a ação atenuante do insumo orgânico nos efeitos degenerativos dos sais no crescimento em altura e diâmetro do caule de plantas de pimentão.

Sediyama et al. (2014) aplicando biofertilizante suíno no pimentão, observaram diferença na altura de duas cultivares (Rubia e Amanda), onde as maiores doses proporcionaram melhores resultados. Araújo et al. (2014) também relataram efeito na altura de plantas de pimentão, trabalhando com diferentes concentrações de biofertilizante enriquecido, observando o mesmo comportamento para o DC na medida em que se aumentava a concentração de biofertilizante.

Figueiredo et al. (2014) avaliaram o efeito de diferentes concentrações de biofertilizante líquido aplicado no copo de leite via solo, observando incremento no número de hastes florais aplicando a dose de $250 \text{ cm}^3 \text{ planta}^{-1}$ até a concentração de 45,88%, acima disso houve redução no número de inflorescências, sendo explicada pelo provável desbalanço nutricional causado nas plantas. Os mesmos autores não verificaram efeito do biofertilizante nas variáveis: comprimento e diâmetro da haste, largura e comprimento da espata, peso fresco e seco de matéria, número de folhas, número de brotos e altura da planta.

Medeiros et al. (2011) observaram que a aplicação de biofertilizantes bovinos proporcionou maior crescimento de plantas de tomate-cereja sob adubação com águas salinas, independente dos níveis de salinidade, afirmando que as causas desses resultados é a ação benéfica dos biofertilizantes, estimulando a liberação de substâncias húmicas em solos não salinos e a proliferação de micro-organismos no solo aumentando a mineralização e disponibilização de nutrientes para as plantas.

CONCLUSÕES

- O adubo biológico preparado com composto orgânico enriquecido e esterco bovino (ABB) proporciona maior comprimento de folha, largura de folha e área foliar no pimentão;
- A altura de planta, largura da copa, diâmetro do caule e número de folhas não são influenciados pelos adubos orgânicos;
- As doses e épocas de aplicação dos adubos biológicos não proporcionam efeitos no crescimento e área foliar do pimentão.

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.

ARAÚJO, D. L.; ARAÚJO, D. L.; MELO, E. N.; SANTOS, J. G. R.; AZEVEDO, C. A. V. Crescimento do pimentão sob diferentes concentrações de biofertilizante e lâminas de irrigação. **Revista Verde**, v 9, n 3, p 172-181, 2014.

BORGES, F. R. M.; LAGE, M. P.; LIMA, J. G. A.; GUIMARÃES NETO, J. W. A.; PINHEIRO NETO, L. G.; VIANA, T. V. A. Crescimento do pimentão híbrido amarelo cultivado de forma orgânica sob diferentes ambientes. **Cadernos de Agroecologia**, v 6, n 2, 2011.

CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F. Salinidade da água e biofertilizante bovino: efeito sobre a biometria do pimentão. **Revista Holos**, v 2, p10-20, 2009.

CELEDONIO, C. A.; MEDEIROS, J. F.; VIANA, T. V. A.; SARAIVA, K. R.; LIMA, G. H. P. Área foliar da figueira em três ambientes de cultivo, sob fertirrigação de biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v 10, n 2, p 586-597, 2016.

CHICONATO, D. A.; SIMONI, F.; GALBIATTI, J. A.; FRANCO, C. F.; CARAMELO, A. D. Resposta da alface à aplicação de biofertilizante sob dois níveis de irrigação. **Bioscience Journal**, v 29, n 2, p 392-399, 2013.

EMBRAPA. Diagnóstico Agroambiental do Município de Petrolândia - Estado de Pernambuco. EMBRAPA - Rio de Janeiro. **Circular Técnica**, v 29, 25 p, 2004.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 2 ed. Brasília: Embrapa-SPI, 306p, 2006.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **Package 'ExpDes.pt': Experimental Designs. R package version 1.2.0**. 62p, 2018.

FIGUEIREDO, J. R. M.; ALMEIDA, E. F. A.; FREITAS, G. F.; REIS, S. N.; LESSA, M. A.; CARVALHO, L. M. Desenvolvimento de copo de leite em função da adubação com biofertilizante. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v 4, n 2, p 1-5, 2014.

GUIMARÃES, N. F.; GALLO, A. S.; FONTANETTI, A.; MENEGHIN, S. P.; SOUZA, M. D. B.; MORINIGO, K. P. G.; SILVA R. F. Biomassa e atividade microbiana do solo em diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 34-44, 2017.

HOTHORN, T.; BRETZ, F.; WESTFALL, P. Simultaneous Inference in General Parametric Models. **Biometrical Journal**. v 50, n 3, p 346-363, 2008.

MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; MESQUITA, F. O.; RODRIGUES, R. M.; SOUSA, G. G.; DINIZ, A. A. Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v 15, n 5, p 505-511, 2011.

MESQUITA, F. O.; CAVALCANTE, L. F.; BATISTA, R. O.; MEDEIROS, R. F.; RODRIGUES, R. M.; SANTOS, W. O. Avaliação da taxa de crescimento absoluto de mamão Havaí sob o efeito salino e de biofertilizante. **Magistra**, v 26, n 4, p 447-452, 2014.

MICROGEO. **Manual técnico**. Microgeo – Adubação biológica, 24p. Disponível em: http://microgeo.com.br/site/front/img/manual_tecnico.pdf. Data de acesso: 13 de fevereiro de 2019.

MORTATE, R. K.; ARAÚJO, M. M.; LIMA, M. W. P.; BINOTTI, F. F. S. Resposta de mudas de pimentão submetidas à diferentes reguladores vegetais via foliar. **Revista Ciência & Tecnologia**. v 10, n 1, p 57-64, 2018.

NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, P. D.; SILVA, S. A.; VIEIRA, M. S.; OLIVEIRA, A. P. Efeito da utilização de biofertilizante bovino na produção de mudas de pimentão irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v 6, n 2, p 258-264, 2011.

PORTO, T. B.; SOARES, V. N.; REIS, B. B.; ALMEIDA, A. S.; RODRIGUES, D. B.; TUNES, L. M. Parâmetros de crescimento de plântulas de pimentão na semeadura em diferentes substratos. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 117, n 1, p 69-76, 2018.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Viena, AU: R Foundation for Statistical Computing. 2673p, 2018.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington D.C.: U.S. Salinity Laboratory., 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).

SEDIYAMA, M. A. N.; MARLEI, R. S.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O.; JACOB, L. L. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v 18, n 6, p 588-594, 2014.

SILVA, P. I. B.; NEGREIROS, M. Z.; MOURA, K. K. C. F.; FREITAS, F. C. L.; NUN G. H. S.; SILVA, P. S. L.; GRANGEIRO, L. C. Crescimento de pimentão em diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v 45, n 2, p 132-139, 2010.

TAIZ L.; ZEIGER E.; MOLLER I. M.; MURPHY A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Artmed Editora; 2017. 858 p.

TIVELLI, S. W.; MENDES, F.; GOTO, R. Estimativa da área foliar do pimentão (*Capsicum annum* L.) cv. Elisa conduzido em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.15, 1997.

Artigo III

Rendimento e atributos morfológicos de frutos de pimentão sob adubos biológicos e épocas de aplicação

RENDIMENTO E ATRIBUTOS MORFOLÓGICOS DE FRUTOS DE PIMENTÃO SOB ADUBOS BIOLÓGICOS E ÉPOCAS DE APLICAÇÃO

RESUMO

O incremento na produtividade é desejado por todos os produtores agrícolas e a utilização de adubos biológicos possui grande potencial no alcance desse resultado. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento e os atributos morfológicos de frutos de pimentão sob doses e épocas de aplicação de adubos biológicos. Foram realizados dois experimentos com aplicações de adubos biológicos preparados à base de esterco e composto orgânico enriquecido, um utilizando esterco bovino (ABB) e outro, esterco ovino (ABO). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial $4 \times 3 + 1$, com três repetições, referente a doses dos adubos biológicos (100, 200, 300 e 400 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$), épocas de aplicação (0, 30 e 60 dias após o transplante - DAT) e a testemunha absoluta. As variáveis avaliadas foram: peso total de frutos (PTF); número de frutos comerciais (NFC), número de frutos não comerciais (NFNC); peso médio de frutos (PMF); diâmetro de frutos (DF); comprimento de frutos (CF); resistência da casca do fruto (RCF); número de botões florais (NBF); e produtividade (P). Os adubos biológicos causaram efeitos positivos no PTF, NFC, PMF e P do pimentão. A dose de 300 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$ aos 30 DAT promoveu um aumento significativo no diâmetro de frutos. A aplicação do ABB aos 60 DAT e do ABO aos 30 DAT, promoveu um maior diâmetro de frutos. O PMF, o CMF e a RCF foram influenciados pelas doses e épocas de aplicação adubos biológicos.

Palavras-chave: Produtividade, adubação biológica, *Capsicum annuum*. biometria.

ABSTRACT

The increase in productivity is desired by all agricultural producers and the use of organic fertilizers has great potential in achieving this result. The objective of this study was to evaluate the yield and morphological attributes of chili fruits under doses and times of application of biological fertilizers. Two experiments were carried out with applications of biological fertilizers prepared from manure and enriched organic compounds, one using bovine manure (ABB) and another, sheep manure (ABO). The experimental design was a randomized complete block design, in a $4 \times 3 + 1$ factorial scheme, with three replications, referring to doses of biological fertilizers (100, 200, 300 and 400 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$), times of application (0, 30 and 60 days after transplanting - DAT) and absolute control. The evaluated variables were: total fruit weight (TFP); number of commercial fruits (NFC), number of non-commercial fruits (NFNC); average fruit weight (PMF); fruit diameter (DF); fruit length (CF); resistance of the fruit peel (RCF); number of flower buds (NBF); and productivity (P). Biological fertilizers caused positive effects on PTF, NFC, PMF and P of the sweet pepper. The dose of 300 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$ at 30 DAT promoted a significant increase in fruit diameter. The application of ABB at 60 DAT and ABO at 30 DAT promoted a larger diameter of fruits. PMF, CMF and RCF were influenced by the doses and times of application of biological fertilizers.

Key words: Productivity, biological fertilization, *Capsicum annuum*. Biometry.

INTRODUÇÃO

Os frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.) apresentam grande diversidade de formas e sabores, sendo encontrados nas cores verde, vermelha, amarela, laranja e lilás, dependendo da variedade e estágio de maturação. São muito utilizados na culinária de diversas regiões do Brasil, sendo consumidos verdes ou maduros, no entanto, o consumo de frutos verdes é predominante (SANTOS et al., 2013).

As mudanças nos hábitos alimentares da sociedade e a preocupação com o meio ambiente é frequente, aumentando as exigências do mercado consumidor no que se refere a comercialização de alimentos que usem cada vez menos produtos sintéticos na sua produção, fazendo com que os produtores busquem alternativas para atender à essa crescente demanda (SANTOS et al., 2018).

A produção intensiva de alimentos normalmente é acompanhada por pacotes tecnológicos envolvendo fertilizantes sintéticos e outros agroquímicos, com o intuito de proporcionar respostas rápidas e eficientes para o aumento da produção. Atrelado a estes insumos, vem os malefícios causados ao solo e às plantas, ocasionando o estresse das culturas e a sobrecarga química desses ambientes, proporcionando queda de produtividade ou até mesmo impossibilitando o cultivo devido a desertificação, dependendo do grau de severidade (BERTOLLO et al., 2015).

Considerando o aumento da demanda de alimentos, os problemas ambientais que a sociedade vem enfrentando, a necessidade do fornecimento de nutrientes às plantas e os custos de produção, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas no setor agrícola que desenvolvam alternativas eficientes que promovam um bem comum entre estes fatores, criando novas perspectivas de produção (CHICONATO et al., 2013).

A utilização de adubos biológicos ou biofertilizantes preparados com resíduos animais e outras fontes de nutrientes e micro-organismos tem sido uma alternativa promissora, melhorando as características químicas, físicas e biológicas do solo e promovendo o maior desempenho produtivo das culturas, além de reduzir os custos com fertilizantes minerais (GUIMARÃES et al., 2017).

Os fertilizantes minerais podem ser substituídos por biofertilizantes, de modo a atender as exigências nutricionais das plantas, promovendo o máximo crescimento e produtividade, no entanto, é necessário o estabelecimento de doses adequadas (CELEDONIO et al., 2016). Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar

os atributos morfológicos e o rendimento de frutos de pimentão sob doses e épocas de aplicação de adubos biológicos.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos simultaneamente em área de cultivo comercial no Perímetro Irrigado Apolônio Sales, município de Petrolândia, Pernambuco. Localizado no Semiárido pernambucano, às margens do Rio São Francisco. O clima de acordo com a classificação de Köppen e Geiger é do tipo BSh, caracterizado como semiárido quente (EMBRAPA, 2004; ALVARES et al., 2014).

O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico latossólico (EMBRAPA, 2006). Mesmo os experimentos sendo instalados paralelamente, foi coletada uma amostra composta do solo de cada área. As análises foram realizadas no Laboratório de Solos da UFPB, Campus III, Bananeiras-PB e os resultados podem ser verificados na tabela 1. O carbono orgânico total também foi determinado, com valores de 8,60 e 6,23 g kg⁻¹ para o ABO e ABB, respectivamente.

Na área experimental foram instalados um termohigrômetro digital e um pluviômetro, para a obtenção diária dos dados de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluvial (Figura 1).

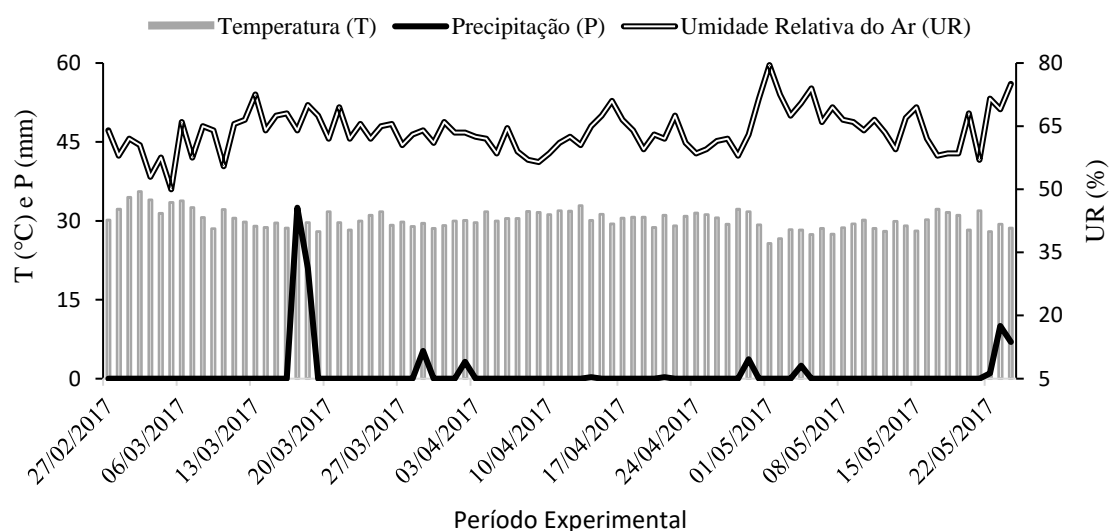


Figura 1. Temperatura (T), precipitação pluvial (P) e umidade relativa do ar da área de cultivo de pimentão no período experimental.

Nos dois experimentos foram realizadas aplicações de adubos biológicos, preparados à base de esterco e composto orgânico enriquecido, um utilizando esterco bovino (ABB) e outro, esterco ovino (ABO). O delineamento experimental utilizado foi

em blocos casualizados, em esquema fatorial ((4 x 3) + 1), com três repetições, referente a doses dos adubos biológicos (100, 200, 300 e 400 dm³ ha⁻¹), épocas de aplicação (0, 30 e 60 dias após o transplântio - DAT) e a testemunha absoluta, referente a ausência de adubação, totalizando 13 tratamentos.

Tabela 1. Análise química dos solos das áreas de cultivo do pimentão.

Amostra de solo	pH	P	K ⁺	Na ⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	m	M.O.
	H ₂ O (1:2,5)	mg/dm ³	—————			cmolc/dm ³	—————			— % —	g/kg		
ABB	6,95	388,01	152,88	0,12	3,47	-	3,50	1,50	5,51	8,98	61,40	-	10,73
ABO	6,81	497,50	155,22	0,10	3,14	-	3,50	1,10	5,10	8,23	61,92	-	14,83

H⁺+Al³⁺: Acidez potencial; SB: Soma de bases; CTC: Capacidade de troca de cátions; V: Saturação por bases; m: Saturação por alumínio; M.O.: Matéria orgânica.

Quanto às épocas de aplicação, nos tratamentos de 1 a 4 as doses dos adubos biológicos foram aplicadas integralmente no dia do transplântio (0 DAT), nos tratamentos de 5 a 8 as doses foram fracionadas em duas vezes, aos 0 e 30 DAT, e nos tratamentos de 9 a 12 as doses foram fracionadas em três vezes, com aplicações aos 0, 30 e 60 DAT (Tabela 2).

Tabela 2. Detalhamento dos tratamentos quanto às épocas e doses de aplicação dos adubos biológicos.

Tratamentos	Épocas de aplicação (DAT)	Doses em dm ³ ha ⁻¹		
		0	30	60
1		0,00	100,00	
2		0,00	200,00	
3		0,00	300,00	
4		0,00	400,00	
5		30,00	50,00	50,00
6		30,00	100,00	100,00
7		30,00	150,00	150,00
8		30,00	200,00	200,00
9		60,00	33,33	33,33
10		60,00	66,66	66,66
11		60,00	100,00	100,00
12		60,00	133,33	133,33
13	Testemunha absoluta	0,00	0,00	0,00

A variedade de pimentão utilizada foi o híbrido Solário. As mudas foram produzidas em bandejas de 128 células, utilizando substrato comercial. Após 32 dias da semeadura foi realizado o transplântio com o espaçamento de 1,5 x 0,5 m. Foram aplicados 80 Mg ha⁻¹ de ureia aos cinco DAT, 130 Mg ha⁻¹ da formulação 06-24-12 sete DAT e 260 Mg ha⁻¹ da formulação 20-10-20 aos 37 DAT. A parcela experimental foi

composta por quatro fileiras de quatro metros, correspondendo a uma área de 24 m², com 32 plantas. A área útil foi de 6 m², composta pelas duas fileiras centrais, eliminando-se duas plantas das extremidades de cada fileira, totalizando em 8 plantas.

O preparo dos adubos biológicos foi realizado de acordo com as recomendações do fabricante, sendo utilizadas duas biofábricas (caixas d'água de polietileno) com capacidade de 100 litros. O composto orgânico enriquecido era constituído por substâncias recalcitrantes, preparados biodinâmicos, pentoses, minerais e farelos (MICROGEO, 2019).

Cada biofábrica foi preenchida com cinco quilogramas de composto orgânico enriquecido, 15 litros de esterco (bovino ou ovino) e o volume restante completado com água não tratada, correspondendo às proporções de 5 e 15% de composto orgânico enriquecido e esterco, respectivamente. A cada três dias o adubo biológico era agitado, ficando pronto para uso após 15 dias do preparo (MICROGEO, 2019).

A aplicação dos adubos biológicos foi realizada na superfície do solo, utilizando um pulverizador manual com capacidade de cinco litros, sendo realizada a pré-filtragem do insumo orgânico por meio de peneira com malha de 2 mm de diâmetro. As análises químicas dos adubos biológicos foram realizadas no Laboratório de Análise de Tecido vegetal da UFPB, Campus II, Areia-PB. Os resultados podem ser observados na tabela 3.

Tabela 3. Análise química dos adubos biológicos aplicados no cultivo do pimentão.

Adubo biológico	U	CO	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cu	Zn	Fe	Mn	B
	— % —	—	g L ⁻¹					mg L ⁻¹						
ABB	98,7	10,4	0,1	0,08	30,9	0,22	0,58	0,05	-	0,43	0,61	5,12	0,62	2,22
ABO	98,8	11,1	0,11	0,07	24,3	0,15	0,27	0,07	-	0,46	0,54	10,6	0,51	2,13

ABB: Adubo biológico preparado com esterco bovino; ABO: Adubo biológico preparado com esterco ovino; U: Umidade; CO: Método de oxidação por dicromato; N, P, K, Ca e Mg: Digestão com H₂O₂ e H₂SO₄; S, Fe, Cu, Mn, Zn e Na: Digestão com HNO₃ HClO₄; B: Extração por combustão via seca.

A irrigação foi realizada por gotejamento. A água foi proveniente do Rio São Francisco e a lâmina média diária aplicada foi de 9,12 mm por planta, fracionada em duas aplicações de 4,56 mm, no início da manhã e no fim da tarde. Nos dias que houve chuva suficiente a irrigação foi suspensa, completando-se quando houve necessidade. A análise da água foi realizada no Laboratório de Análise de Solo da UFPB, Campus II, Areia-PB. Os resultados podem ser verificados na Tabela 4.

As variáveis avaliadas foram: peso total de frutos por planta (PTF), pesando todos os frutos colhidos na planta, utilizando uma balança digital modelo SF-400, Tomate[®]; número de frutos comerciais por planta (NFC), contando o número de frutos colhidos por

planta; número de frutos não comerciais por planta (NFNC), contando em cada planta os frutos que ainda não se apresentavam no ponto de colheita; peso médio de frutos por planta (PMF), dividindo o PTF pelo NFC; diâmetro de frutos (DF), medindo o diâmetro do fruto ou a maior largura, com o auxílio de um paquímetro digital; comprimento de frutos (CF), medindo o maior comprimento do fruto; resistência da casca do fruto (RCF), utilizando um penetrômetro analógico, modelo GY-3, Luzeren®; número de botões florais (NBF), contando o número de flores por planta; produtividade (P), estimando a produção por hectare utilizando o peso total de frutos por planta. Para a obtenção dos valores de cada variável supracitada, foram calculadas as médias dos dados das cinco primeiras colheitas, realizadas aos 59, 66, 73, 80 e 87 DAT.

Tabela 4. Análise química da água de irrigação utilizada no cultivo de pimentão.

pH	C.E.	SO ₄ ⁻²	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻²	Cl	RAS	PST	Classificação
	dS m ⁻¹	mg L ⁻¹	—————			mmol _c L ⁻¹			—————			
6,7	0,09	0	0,18	0,2	0,1	0,1	0	1,2	0,3	0,6	0	C ₁ S ₁

C.E.: Condutividade elétrica a 25°C; RAS: Relação de adsorção de sódio; PST: Percentagem de sódio trocável. C₁S₁: Richards (1954).

As médias dos dados das cinco primeiras colheitas foram submetidas ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Bartlett), sendo em seguida submetido à análise de variância. Quando apresentaram diferenças significativas pelo teste F, realizou-se o teste de média (teste de Tukey até 5% de probabilidade) para os fatores qualitativos e análise de regressão para os quantitativos. Para comparar as combinações dos fatores com o tratamento adicional realizou-se o teste de Dunnet a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o R (R CORE TEAM, 2018) e os pacotes ExpDes (FERREIRA et al., 2018) e multcomp (HOTHORN et al., 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, foram observadas diferenças entre os adubos biológicos para as variáveis: peso total de frutos por planta (PTF), número de frutos por planta (NFC), peso médio de frutos por planta (PMF) e produtividade (P). Para o diâmetro de frutos (DF) foram observadas interações entre as épocas de aplicação e doses dos adubos biológicos e entre épocas de aplicação e adubos biológicos. Para o número de fruto imaturos (NFNC) foi observada interação significativa entre épocas de aplicação e adubos biológicos. O comprimento médio de fruto (CFC), resistência da casca

do fruto (RCF) e o número de botões florais (NBF) não apresentaram diferenças entre os adubos biológicos, doses e épocas de aplicação (Tabela 5).

O ABO proporcionou melhores resultados para as variáveis PTF (828,03 g), NFC (8,27), PMF (100,09 g) e P (21,58 Mg ha⁻¹), provavelmente devido esse adubo biológico ter causado maiores benefícios para solo e para os micro-organismos decompositores, promovendo uma maior disponibilização de nutrientes para as plantas e conseqüentemente um maior desempenho produtivo.

Tabela 5. Resumo da análise de variância das variáveis avaliadas nas cinco primeiras colheitas do pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação.

FV	PTF	NFC	PMF	DF	CF	RCF	NFNC	NBF	P
					P				
Época (E)	0,1679 ^{ns}	0,2305 ^{ns}	0,4097 ^{ns}	0,0719 ^{ns}	0,3779 ^{ns}	0,5499 ^{ns}	0,7348 ^{ns}	0,8656 ^{ns}	0,5383 ^{ns}
Dose (D)	0,3913 ^{ns}	0,2568 ^{ns}	0,0902 ^{ns}	0,028 ^{ns}	0,4976 ^{ns}	0,6256 ^{ns}	0,4755 ^{ns}	0,6609 ^{ns}	0,6071 ^{ns}
Adubos (A)	0,0097 ^{**}	0,0374 [*]	0,0047 ^{**}	0,365 ^{ns}	0,5495 ^{ns}	0,4342 ^{ns}	0,4893 ^{ns}	0,0897 ^{ns}	0,0114 [*]
E x D	0,9778 ^{ns}	0,8123 ^{ns}	0,0504 ^{ns}	0,025 [*]	0,2639 ^{ns}	0,4715 ^{ns}	0,0533 ^{ns}	0,3663 ^{ns}	0,8057 ^{ns}
E x A	0,5241 ^{ns}	0,7532 ^{ns}	0,0555 ^{ns}	0,0022 ^{**}	0,5063 ^{ns}	0,6575 ^{ns}	0,0378 [*]	0,6401 ^{ns}	0,7283 ^{ns}
D x A	0,8262 ^{ns}	0,7246 ^{ns}	0,8847 ^{ns}	0,7099 ^{ns}	0,7544 ^{ns}	0,6291 ^{ns}	0,646 ^{ns}	0,9832 ^{ns}	0,7629 ^{ns}
ExDxA	0,6331 ^{ns}	0,8278 ^{ns}	0,1746 ^{ns}	0,1607 ^{ns}	0,2589 ^{ns}	0,3552 ^{ns}	0,3404 ^{ns}	0,6421 ^{ns}	0,1591 ^{ns}
CV (%)	0,32	36,15	2,03	3,25	4,14	76,65	23,28	9,90	12,11
ABB	715,86 b	7,38 b	96,49 b	#	-	-	#	-	18,87 b
ABO	828,03 a	8,27 a	100,09 a	#	-	-	#	-	21,58 a

ABB e ABO: adubo biológico bovino e ovino, respectivamente; FV: fonte de variação; P: probabilidade da diferença entre os tratamentos e interações; **, * significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade ($p < 0,01$ e $p \geq 0,05$), respectivamente; ns: não significativo. # Tratamento com interação significativa. Valores seguidos pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. PMTF e PMF: g; PM: Mg ha⁻¹.

Para PTF foi observada média de 828,03 g com o ABO e 715,86 g com o ABB, ocorrendo uma diferença de 13,55% entre os adubos biológicos. Negretti et al. (2010) trabalhando com quatro cultivares de pimentão sob sistema orgânico de produção e ambiente protegido, obteve valor superior para PTF (928,5 g) e NF (8,6). No entanto, sua produtividade (19,6 Mg ha⁻¹) foi 9,2 % inferior ao do presente trabalho.

Pimenta et al. (2016) comparando a adaptabilidade de híbridos de pimentão nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, obteve NF e PTF de 3,87 e 392,56 g no sistema convencional 3,62 e 368,94 g no sistema orgânico, respectivamente, o sistema de cultivo convencional proporcionou maiores valores, no entanto, os dois sistemas avaliados pelos autores apresentaram valores bem inferiores aos observados neste estudo, demonstrando mais uma vez que o cultivo de pimentão sob adubação biológica promove

melhores resultados, provavelmente, pelos múltiplos benefícios causados ao solo e consequentemente às plantas.

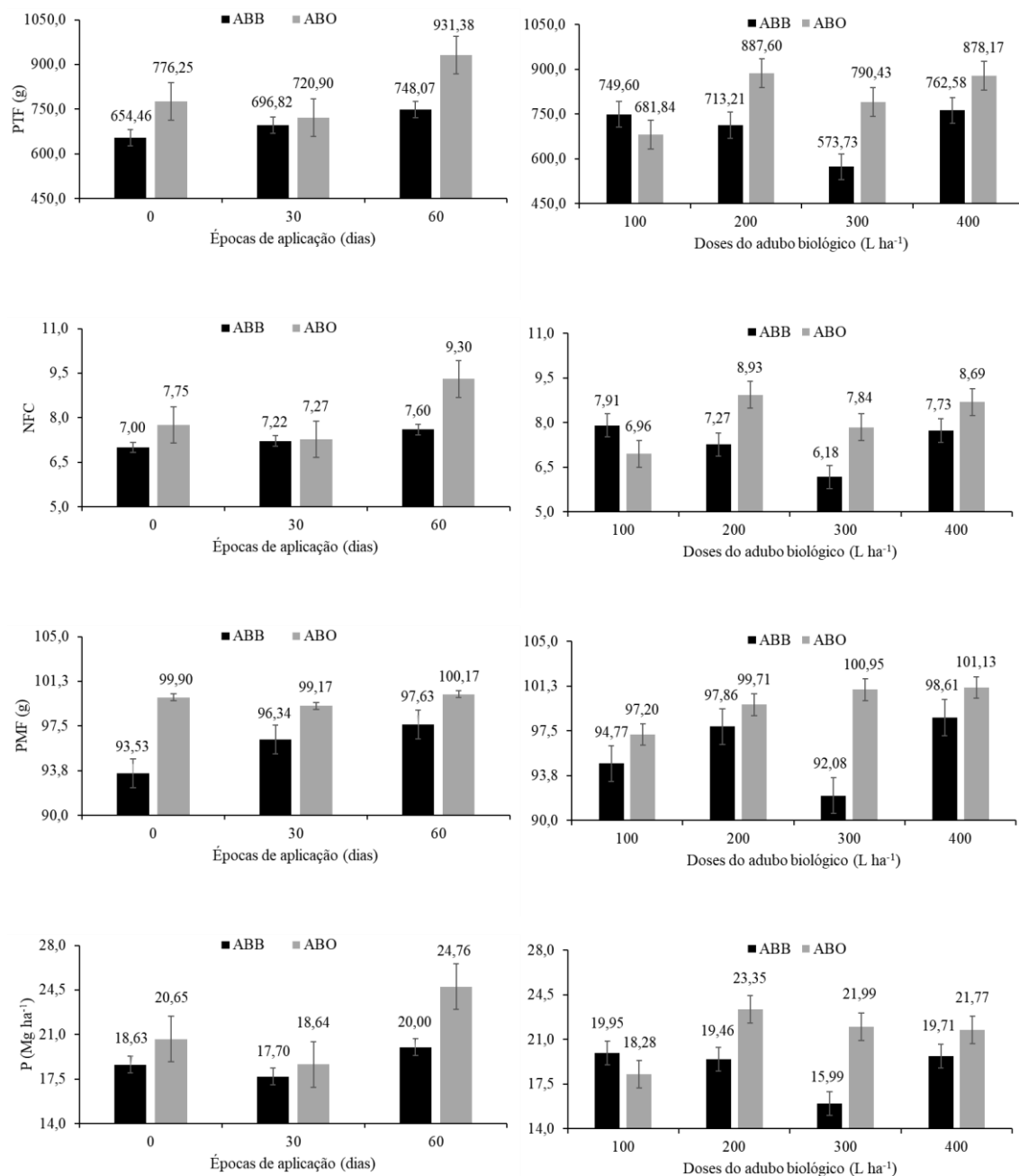


Figura 2. Médias do peso total de frutos (PTF), número de frutos comerciais (NFC), peso médio de fruto (PMF) e produtividade (P) de frutos de pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação. ABB e ABO: Adubo Biológico Bovino e Ovino, respectivamente.

Em contrapartida, os autores supracitados obtiveram resultados pouco superiores aos do presente estudo para PMF (100,09 g), com valores de 101,44 g no sistema de cultivo convencional e 101,92 g no sistema orgânico. Significa dizer que os PMF são similares nos manejos adotados no cultivo de pimentão, porém, a aplicação de adubos

biológicos proporciona maior produção de frutos, levando ao maior PTF e consequentemente a maior P.

Sediyama et al. (2014) aplicando biofertilizante à base de dejetos suínos em duas cultivares de pimentão, observaram incremento nas produtividades, obtendo 21,45 Mg ha⁻¹ para cultivar Rubia e 17,22 Mg ha⁻¹ para a cultivar Amanda. A produtividade média do presente estudo foi de 21,58 Mg ha⁻¹ para o ABO, semelhante a verificada na cultivar Rubia, e de 18,87 Mg ha⁻¹ para o ABB. Apesar da semelhança entre os valores, o volume dos adubos biológicos aplicados nesse trabalho (100 a 400 dm³ ha⁻¹) é bem inferior ao aplicado pelos referidos autores (120 m³ ha⁻¹), o que implicar em uma menor necessidade de mão-de-obra e insumos, influenciando diretamente no custo de produção.

Em cultivo de pimenta dedo de moça, Oliveira et al. (2014) observaram efeito positivo na massa de fruto com a aplicação de biofertilizantes líquidos, sendo justificado principalmente por suas propriedades nutricionais, provenientes da decomposição da matéria orgânica, além de estimular a comunidade microbológica do solo, promovendo maior disponibilidade de nutrientes para as plantas e melhorando as características físicas do solo, resultando no maior desempenho produtivo.

Santos et al. (2012) obtiveram aumento na produtividade de frutos de abóbora na medida em que se elevava as doses de biofertilizante suíno. Dias et al. (2011) observaram comportamento semelhante avaliando a aplicação de biofertilizante na produção do maracujazeiro sob irrigação com águas salinas, onde as maiores doses proporcionaram maiores produtividades, sendo explicado pela maior atividade biológica no solo e adequada disponibilização de nutrientes provenientes do adubo biológico.

Para DF foram observadas interações entre as épocas de aplicação e doses dos adubos biológicos e entre épocas de aplicação e adubos biológicos. Quanto as épocas de aplicação e doses dos adubos biológicos, foi verificado significância apenas para a época 30 DAT e para a dose de 300 dm³ ha⁻¹, apresentando média de 7,7 cm. Para as épocas de aplicação e adubos biológicos houve efeito para o ABB aos 60 DAT e para o ABO aos 30 DAT, ambos apresentando médias de 7,6 cm de DF.

Assim como no presente estudo, Sediyama et al. (2014) também verificou interação entre as doses e épocas de aplicação de biofertilizante suíno. Em trabalho realizado por Lopes et al. (2018) foi observado o valor máximo de 6,28 cm de DF e 15,05 cm de CF, afirmando que estes são atributos de importância econômica, pois, são avaliados pelos consumidores, influenciando na atratividade dos frutos, na escolha e consequentemente na compra do pimentão.

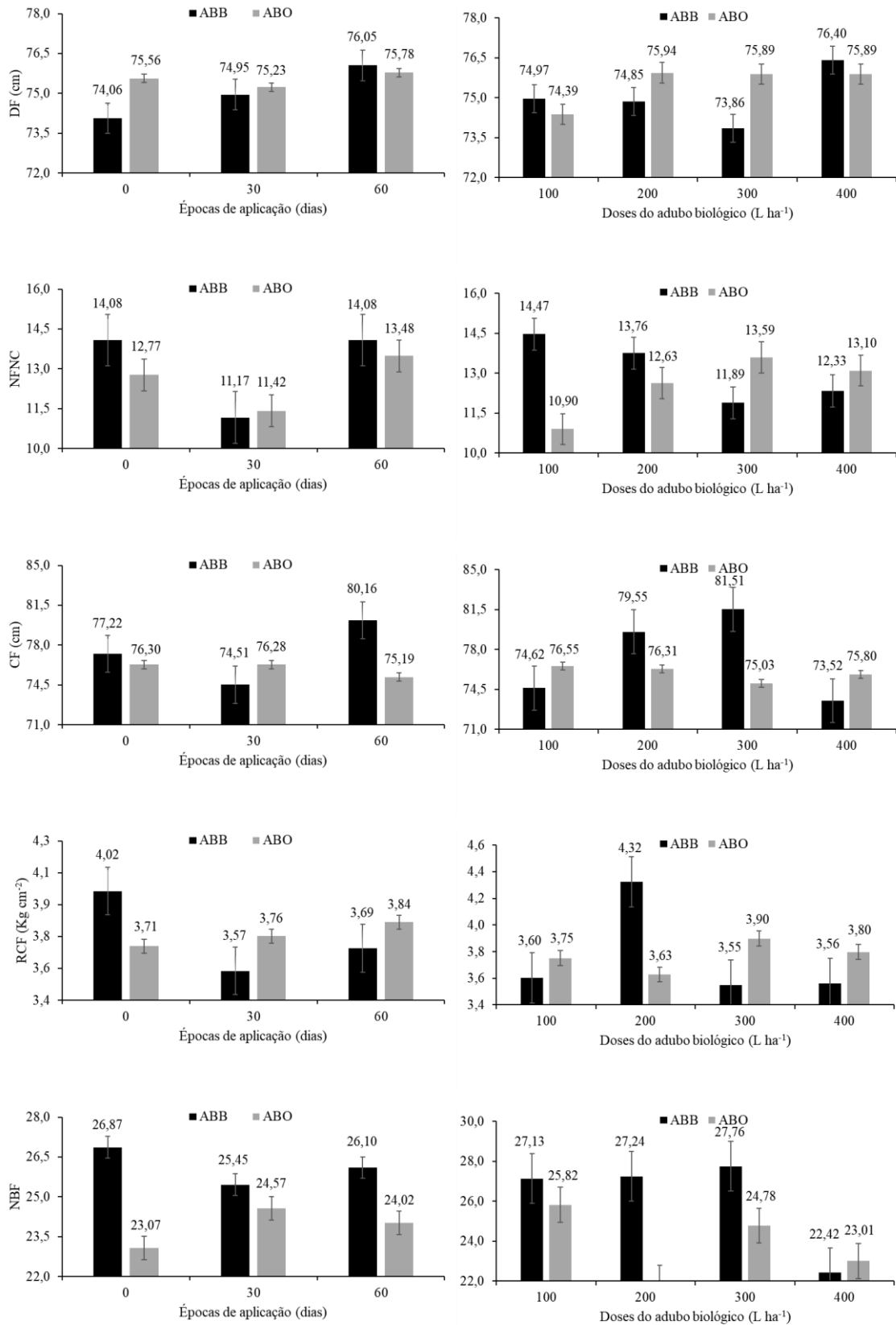


Figura 3. Médias do diâmetro de frutos (PTF), número de frutos não comerciais (NFNC), comprimento de fruto (CF), resistência da casca do fruto (RCF), e número de botões florais (NBF) de pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação. ABB e ABO: Adubo Biológico Bovino e Ovino, respectivamente.

Pimenta et al. (2016) observaram que entre sete híbridos avaliados, o solário obteve maior DF, com 7,4 cm no sistema de cultivo convencional e 7,52 no sistema de cultivo orgânico, justificado pela maior aptidão do híbrido. Hachmann et al. (2017) avaliando três cultivares de pimentão sob substratos alternativos obtiveram DC máximo de 6,4 cm aos 74 DAT, demonstrando que os substratos não proporcionaram o desenvolvimento dos frutos.

O NFNC apresentou interação significativa entre as épocas de aplicação e os adubos biológicos, onde foi verificado efeito apenas para época de 0 DAT, onde o ABB proporcionou maior valor (14,35). Este resultado é congruente, já que o maior NFC foi obtido com o ABO, variável que considera os frutos colhidos. Quanto a época de aplicação, pode ser justificada devido a maior distância em dias entre a aplicação dos adubos biológicos e o período de colheita, reduzindo a efetividade dos mesmos em proporcionar maior NFC.

Os adubos biológicos, doses e épocas de aplicação não causaram efeito para CF, RCF e NBF, provavelmente devido à variedade utilizada apresentar grande uniformidade para esses atributos, mantendo próximos os respectivos valores de cada planta. Em sistema de cultivo orgânico o pimentão híbrido solário obteve CF de 9,96 cm e em cultivo convencional 9,5 cm (PIMENTA et al., 2016). Sá (2014) também não obteve efeito significativo para RCF e CF de pimentão cultivado em sistema orgânico sob adubação com algas marinhas.

Comparando todos os tratamentos (fontes de variação) com o tratamento adicional utilizando o teste de Dunnett a 5 % de probabilidade, observou-se que o PMF, o CF e a RCF apresentaram efeito positivo para os adubos biológicos aplicados (Figura 4). Para PMF o tratamento 8 (época 30 dias e dose 400 dm³ ha⁻¹) do experimento com ABO obteve resultado maior que o tratamento adicional. Para CF e a RCF os respectivos tratamentos 7 (época 30 dias e dose 300 dm³ ha⁻¹) e 11 (época 60 dias e dose 300 dm³ ha⁻¹) do experimento com ABB obtiveram maiores valores que o tratamento adicional.

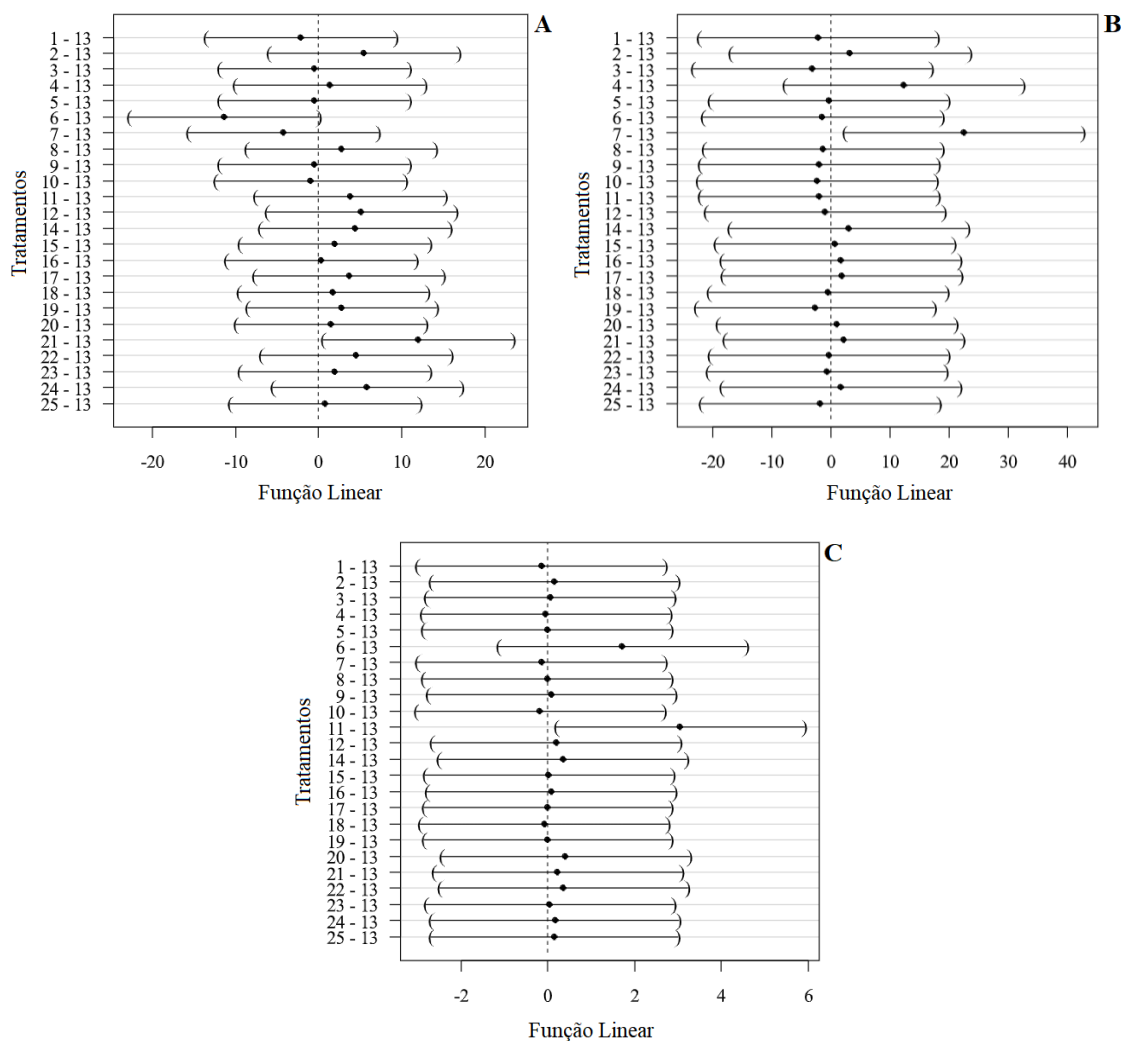


Figura 4. Teste de Dunnett a nível de 5 % de probabilidade para PMF (A), CF (B) e RCF (C) do pimentão sob adubos biológicos, doses e épocas de aplicação. Tratamentos de 1 a 12: referente ao experimento com o ABB; Tratamentos 14 e 25: referente ao experimento com ABO; 13: tratamento adicional.

CONCLUSÕES

- Os adubos biológicos causam efeitos positivos no PTF, NFC, PMF e P do pimentão;
- A dose de $300 \text{ dm}^3 \text{ ha}^{-1}$ aos 30 DAT, promove o aumento significativo no diâmetro de frutos de pimentão;
- A aplicação do ABB aos 60 DAT e do ABO aos 30 DAT, promove um maior diâmetro de frutos de pimentão;
- O CF, RCF e o NBF não são influenciados pelos adubos biológicos, doses e épocas de aplicação;
- O PMF, o CMF e a RCF são influenciados pelas doses e épocas de aplicação dos adubos biológicos.

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.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 2 ed. Brasília: Embrapa-SPI, 306p, 2006.

MICROGEO. **Manual técnico**. Microgeo – Adubação biológica, 24p. Disponível em: http://microgeo.com.br/site/front/img/manual_tecnico.pdf. Data de acesso: 13 de fevereiro de 2019.

EMBRAPA. Diagnóstico Agroambiental do Município de Petrolândia - Estado de Pernambuco. EMBRAPA - Rio de Janeiro. **Circular Técnica**, v 29, 25 p, 2004.

CELEDONIO, C. A.; MEDEIROS, J. F.; VIANA, T. V. A.; SARAIVA, K. R.; LIMA, G. H. P. Área foliar da figueira em três ambientes de cultivo, sob fertirrigação de biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v 10, n 2, p 586-597, 2016.

GUIMARÃES, N. F.; GALLO, A. S.; FONTANETTI, A.; MENEGHIN, S. P.; SOUZA, M. D. B.; MORINIGO, K. P. G.; SILVA R. F. Biomassa e atividade microbiana do solo em diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 34-44, 2017.

HOTHORN, T.; BRETZ, F.; WESTFALL, P. Simultaneous Inference in General Parametric Models. **Biometrical Journal**. v 50, n 3, p 346-363, 2008.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **Package ‘ExpDes.pt’: Experimental Designs. R package version 1.2.0**. 62p, 2018.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Viena, AU: R Foundation for Statistical Computing. 2673p, 2018.

SEDIYAMA, M. A. N.; MARLEI, R. S.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O.; JACOB, L. L. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v 18, n 6, p 588-594, 2014.

OLIVEIRA, J. R.; GOMES, R. L. F.; ARAÚJO, A. S. F.; MARINI, S. F.; LOPES, J. B.; ARAÚJO, R. M. Estado nutricional e produção da pimenteira com uso de iofertilizantes líquidos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v 18, n 12, p 1241-1246, 2014.

SANTOS, M. R.; SEDIYAMA, M. A. N.; MOREIRA, M.; MEGGUER, C. A.; VIDIGAL, S. M. Rendimento, qualidade e absorção de nutrientes pelos frutos de abóbora em função de doses de biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, v 30, n 1, 2012.

DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; LEON, M. J.; SANTOS, G. P.; ALBUQUERQUE, R. P. F. Produção do maracujazeiro e resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v 42, n 3, p 644-651, 2011.

LOPES, S. M.; ALCANTRA, E.; REZENDE, R. M.; FREITAS, A. S. Avaliação de frutos de pimentão submetidos ao ensacamento no cultivo orgânico. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v 16, n 1, 2018.

NEGRETTI, R. R. D.; BINI, D. A.; AMARAL, U.; MARTINS, C. R. Avaliação da adubação orgânica em pimentão *capsicum annuum* cultivado em sistema orgânico de produção sob ambiente protegido. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v 17, n 1, p 27-37, 2010.

SANTOS, P.R.; MOURA, F. M.; ALVES, A. O.; ROCHA, F.A.T.; RODRIGUES, J. D.; FILHO, F. P. L.; MENEZES, D. **Avaliação de híbridos simples e triplos de pimentão em ambiente protegido**. XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.

BERTOLLO, G. M. **Atributos biológicos e físicos do solo com uso de biofertilizante**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen-RS, 84p, 2015.

CHICONATO, D. A.; SIMONI, F.; GALBIATTI, J. A.; FRANCO, C. F.; CAMELO, A. D. Resposta da alface à aplicação de biofertilizante sob dois níveis de irrigação. **Bioscience Journal**, v 29, n 2, p 392-399, 2013.

SANTOS, T. T.; CHAGAS, A. B.; SANTOS, J. K. B.; SANTOS, E.; BARROS, R. P. Estudo do desenvolvimento fenológico de duas gerações do Pimentão All Big (*Capsicum annuum* L.) plantados em vasos. **Diversitas Journal**, v 3, n 3, p 539-548, 2018.

SÁ, A. R. M. **Irrigação e adubação com lithothamnium no cultivo de pimentão orgânico**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Goiânia-GO, 62p, 2014.

HACHAMANN, T. L.; DALASTRA, G. M.; ECHER, M. M.; LOZANO, C. S.; REZENDE, R. Características produtivas de duas cultivares de pimentão em substratos alternativos. **Cultura Agrônômica**, v 26, n 4, p 502-513, 2017.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington D.C.: U.S. Salinity Laboratory., 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).

PIMENTA, S.; MENEZES, D.; NEDER, D. G.; MELO, R. A.; ARAUJO, A. L. R.; MARANHÃO, E. A. A. Adaptability and stability of pepper hybrids under conventional and organic production systems. **Horticultura Brasileira**, v 34, n 2, 2016.

Artigo IV

Trocas gasosas e teores de clorofilas em plantas de pimentão sob adubação biológica

TROCAS GASOSAS E TEORES DE CLOROFILAS EM PLANTAS DE PIMENTÃO SOB ADUBAÇÃO BIOLÓGICA

RESUMO

A adubação biológica promove maior retenção de água no solo, estando relacionada diretamente com as relações hídricas das plantas, bem como, com trocas gasosas. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar as trocas gasosas e os teores de clorofila do pimentão sob doses e épocas de aplicação de adubos biológicos à base de esterco e composto orgânico enriquecido. Foram realizados dois experimentos com aplicações de adubos biológicos preparados à base de esterco e composto orgânico enriquecido, um utilizando esterco bovino (ABB) e outro, esterco ovino (ABO). O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial $4 \times 3 + 1$, com três repetições, referente a doses dos adubos biológicos (100, 200, 300 e 400 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$), épocas de aplicação (0, 30 e 60 dias após o transplante - DAT) e a testemunha absoluta. As variáveis avaliadas foram: o índice relativo de clorofila a, b e total; fotossíntese líquida (A); condutância estomática (gs); concentração interna de CO_2 (Ci); eficiência instantânea carboxilação ($\text{EiC} - \text{A}/\text{Ci}$); taxa de transpiração (E); eficiência intrínseca do uso de água ($\text{EiUA} - \text{A}/\text{gs}$); e eficiência no uso de água ($\text{EUA} - \text{A}/\text{E}$). A gs, A e E, apresentaram efeito aos 60 DAT com a aplicação do ABO e a Ci aos 30 DAT com o ABB. A dose de 400 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$ do ABO proporcionou maiores resultados de gs, e as doses de 200 e 300 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ do ABB promoveram maior Ci . As doses dos adubos biológicos não causaram efeito para A e E do pimentão. As doses e épocas de aplicação dos adubos biológicos não influenciaram os índices de clorofilas e a razão clorofila a/b, exceto o índice de clorofila total, que foi superior com a aplicação do ABB na época de 0 DAT.

Palavras-chave: Insumo orgânico, fisiologia, *Capsicum annuum*.

Abstract

Biological fertilization also promotes greater retention of water in the soil being directly related to the water relations of the plants and, however, with the gas exchanges. The objective of the present study was to evaluate the gaseous exchange and chlorophyll content of sweet peppers under doses and times of application of organic fertilizers based on manure and enriched organic compound. Two experiments were carried out with applications of biological fertilizers prepared from manure and enriched organic compounds, one using bovine manure (ABB) and another, sheep manure (ABO). The experimental design was a randomized complete block design, in a $4 \times 3 + 1$ factorial scheme, with three replications, referring to doses of biological fertilizers (100, 200, 300 and 400 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$), times of application (0, 30 and 60 days after transplanting - DAT) and absolute control. The variables evaluated were: the relative index of chlorophyll a, b and total; liquid photosynthesis (A); stomatal conductance (gs); internal CO_2 concentration (Ci); instantaneous carboxylation efficiency ($\text{EiC} - \text{A} / \text{Ci}$); transpiration rate (E); intrinsic efficiency of water use ($\text{EiUA} - \text{A} / \text{gs}$); and water use efficiency ($\text{USA} - \text{A} / \text{E}$). A gs, A and E, had an effect on the 60 DAT with the ABO application and the Ci at 30 DAT with ABB. The ABO 400 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$ dose provided higher gs results, and ABB 200 and 300 $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$ doses promoted higher Ci . The doses and application times of the biological fertilizers did not influence the chlorophyll indexes and the chlorophyll a/b ratio, except for the total chlorophyll index, which was higher with the ABB application at the time of 0 DAT.

Key words: Organic input, physiology, *Capsicum annuum*.

INTRODUÇÃO

As trocas gasosas são cruciais para manutenção de processos vitais das plantas, como o transporte de nutrientes, produção de fotoassimilados, expansão celular, resfriamento e regulação hídrica das células vegetais. Para que esses eventos aconteçam, as características do solo devem proporcionar boas condições às plantas (PINTO, TÁVORA e PINTO; GOMES, 2014).

Os biofertilizantes que possuem resíduos animais em sua composição, promovem benefícios às características físicas, químicas e biológicas do solo. São utilizados como condicionadores de solo, atuando como fertilizante, corretivo e inoculante microbiológico, além de apresentar baixo custo e serem facilmente encontrados (CELEDONIO et al., 2016; MATOS et al., 2018).

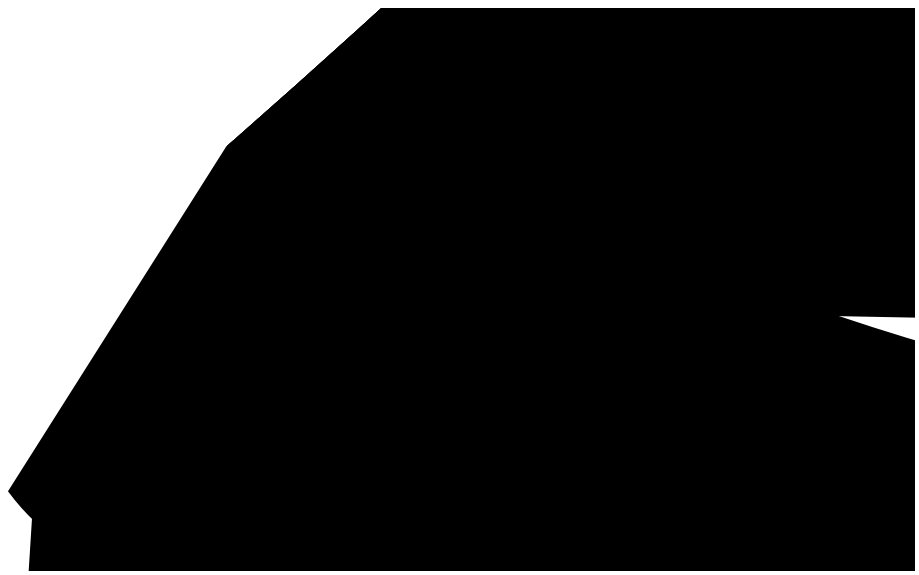
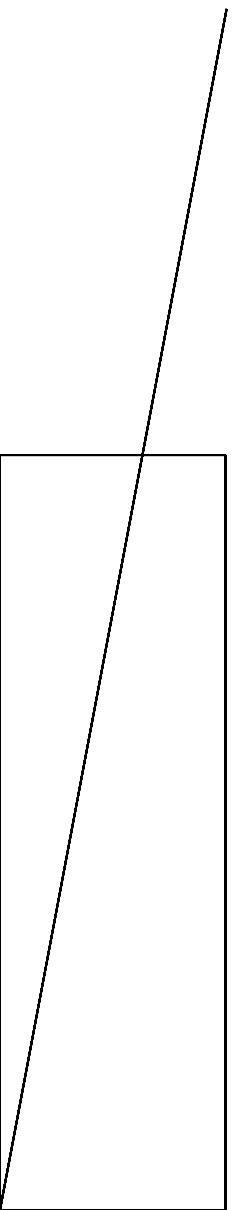
Os adubos biológicos são ricos em nutrientes, matéria orgânica e micro-organismos. Estes, possibilitam maior disponibilização de nutrientes e desempenho produtivo das plantas, através da decomposição da matéria orgânica. Também proporciona benefícios ao solo, promovendo melhoria na fertilidade, maior retenção de água e menor perda por evaporação, devido a formação de uma camada de matéria orgânica em sua superfície (CAVALCANTE et al., 2010; GUIMARÃES et al., 2017).

Neste sentido, a aplicação de adubos biológicos ou biofertilizantes está diretamente relacionada com as relações hídricas das plantas, podendo influenciar nas suas trocas gasosas e a produção de clorofilas, inclusive, devido a sua composição nutricional, pois, é rico em potássio (K^+) que além de ativador de enzimas envolvidas na fotorrespiração das plantas, é o principal cátion que estabelece o turgor celular e a manutenção da sua eletroneutralidade, promovendo a regulação do potencial osmótico das células vegetais (TAIZ et al., 2017).

Contudo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as trocas gasosas e os teores de clorofila *a*, *b* e total em plantas de pimentão sob doses e épocas de aplicação de adubos biológicos à base de esterco e composto orgânico enriquecido.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos simultaneamente em área de cultivo comercial no Perímetro Irrigado Apolônio Sales, município de Petrolândia, Pernambuco. Localizado no Semiárido pernambucano, às margens do Rio São Francisco. O clima de acordo com a classificação de Köppen e Geiger é do tipo BSh, caracterizado como semiárido quente (EMBRAPA, 2004; ALVARES et al., 2014).



e 60 dias após o transplântio - DAT) e a testemunha absoluta, referente a ausência de adubação, totalizando 13 tratamentos.

Quanto às épocas de aplicação, nos tratamentos de 1 a 4 as doses dos adubos biológicos foram aplicadas integralmente no dia do transplântio (0 DAT), nos tratamentos de 5 a 8 as doses foram fracionadas em duas vezes, aos 0 e 30 DAT, e nos tratamentos de 9 a 12 as doses foram fracionadas em três vezes, com aplicações aos 0, 30 e 60 DAT (Tabela 2).

Tabela 2. Detalhamento dos tratamentos quanto às épocas e doses de aplicação dos adubos biológicos.

Tratamentos	Épocas de aplicação (DAT)	Doses em $\text{dm}^3 \text{ha}^{-1}$		
		0	30	60
1	0,00	100,00		
2	0,00	200,00		
3	0,00	300,00		
4	0,00	400,00		
5	30,00	50,00	50,00	
6	30,00	100,00	100,00	
7	30,00	150,00	150,00	
8	30,00	200,00	200,00	
9	60,00	33,33	33,33	33,33
10	60,00	66,66	66,66	66,66
11	60,00	100,00	100,00	100,00
12	60,00	133,33	133,33	133,33
13	Testemunha absoluta	0,00	0,00	0,00

A variedade de pimentão utilizada foi o híbrido Solário. As mudas foram produzidas em bandejas de 128 células, utilizando substrato comercial. Após 32 dias da semeadura foi realizado o transplântio com o espaçamento de 1,5 x 0,5 m. Foram aplicados 80 Mg ha^{-1} de ureia aos cinco DAT, 130 Mg ha^{-1} da formulação 06-24-12 sete DAT e 260 Mg ha^{-1} da formulação 20-10-20 aos 37 DAT. A parcela experimental foi composta por quatro fileiras de quatro metros, correspondendo a uma área de 24 m^2 , com 32 plantas. A área útil foi de 6 m^2 , composta pelas duas fileiras centrais, eliminando-se duas plantas das extremidades de cada fileira, totalizando em 8 plantas.

O preparo dos adubos biológicos foi realizado de acordo com as recomendações do fabricante, sendo utilizadas duas biofábricas (caixas d'água de polietileno) com capacidade de 100 litros. O composto orgânico enriquecido era constituído por substâncias recalcitrantes, preparados biodinâmicos, pentoses, minerais e farelos (MICROGEO, 2019).

Cada biofábrica foi preenchida com cinco quilogramas de composto orgânico enriquecido, 15 litros de esterco (bovino ou ovino) e o volume restante completado com água não tratada, correspondendo às proporções de 5 e 15% de composto orgânico enriquecido e esterco, respectivamente. A cada três dias o adubo biológico era agitado, ficando pronto para uso após 15 dias do preparo (MICROGEO, 2019).

A aplicação dos adubos biológicos foi realizada na superfície do solo, utilizando um pulverizador manual com capacidade de cinco litros, sendo realizada a pré-filtragem do insumo orgânico por meio de peneira com malha de 2 mm de diâmetro. As análises químicas dos adubos biológicos foram realizadas no Laboratório de Análise de Tecido vegetal da UFPB, Campus II, Areia-PB. Os resultados podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3. Análise química dos adubos biológicos aplicados no cultivo do pimentão.

Adubo biológico	U	CO	N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cu	Zn	Fe	Mn	B
	— % —	—	g L ⁻¹					mg L ⁻¹						
ABB	98,7	10,4	0,1	0,08	30,9	0,22	0,58	0,05	-	0,43	0,61	5,12	0,62	2,22
ABO	98,8	11,1	0,11	0,07	24,3	0,15	0,27	0,07	-	0,46	0,54	10,6	0,51	2,13

ABB: Adubo biológico preparado com esterco bovino; ABO: Adubo biológico preparado com esterco ovino; U: Umidade; CO: Método de oxidação por dicromato; N, P, K, Ca e Mg: Digestão com H₂O₂ e H₂SO₄; S, Fe, Cu, Mn, Zn e Na: Digestão com HNO₃ HClO₄; B: Extração por combustão via seca.

A irrigação foi realizada por gotejamento. A água foi proveniente do Rio São Francisco e a lâmina média diária aplicada foi de 9,12 mm por planta, fracionada em duas aplicações de 4,56 mm, no início da manhã e no fim da tarde. Nos dias que houve chuva suficiente a irrigação foi suspensa, completando-se quando houve necessidade. A análise da água foi realizada no Laboratório de Análise de Solo da UFPB, Campus II, Areia-PB. Os resultados podem ser verificados na Tabela 4.

Tabela 4. Análise química da água de irrigação utilizada no cultivo de pimentão.

pH	C.E.	SO ₄ ⁻²	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻²	Cl	RAS	PST	Classificação
	dS m ⁻¹	mg L ⁻¹	mmol _c L ⁻¹									
6,7	0,09	0	0,18	0,2	0,1	0,1	0	1,2	0,3	0,6	0	C ₁ S ₁

C.E.: Condutividade elétrica a 25°C; RAS: Relação de adsorção de sódio; PST: Percentagem de sódio trocável. C₁S₁: Richards (1954).

As avaliações fisiológicas foram realizadas no início do florescimento (31 DAT), determinando-se: o índice relativo de clorofila a, b e total, com o auxílio de um clorofilômetro portátil, modelo ClorofiLOG CFL1030; e as variáveis de trocas gasosas: fotossíntese líquida (A); condutância estomática (gs); concentração interna de CO₂ (Ci); eficiência instantânea carboxilação (EiC – A/Ci); taxa de transpiração (E); eficiência

intrínseca do uso de água ($EiUA - A/gs$); e eficiência no uso de água ($EUA - A/E$), utilizando o analisador de gás infravermelho (IRGA, LI-COR - modelo LI-6400XT Portable Photosynthesis System). As medições foram realizadas no limbo da folha mais jovem totalmente expandida, no intervalo de 7h às 11h da manhã.

Os dados coletados nos experimentos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Bartlett), sendo em seguida submetidos à análise de variância, não apresentando diferenças significativas pelo teste F. No entanto, optou-se por realizar bandas (intervalos) de confiança (confbands). Foram gerados 100 intervalos de confiança entre os valores mínimo e máximo gerando as confbands. Para isso, foi utilizado o programa estatístico R (R CORE TEAM, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As épocas de aplicação apresentaram efeito para condutância estomática (gs), fotossíntese líquida (A), taxa de transpiração (E) e concentração de carbono interno (Ci). Para gs , A e E , o ABO diferiu positivamente do ABB na aplicação aos 60 dias após o transplante (DAT), já para a Ci o ABB foi superior aos 30 DAT (Figura 2). Essa diferença pode estar relacionada a capacidade de retenção hídrica no solo, influenciando a abertura estomática e conseqüentemente as variáveis supracitadas (MACHUCA, 2018).

Sousa et al. (2014a) também obteve resultados significativos para gs , A e E , avaliando lâminas de irrigação na cultura do gergelim sob aplicação de biofertilizante bovino. Sousa et al. (2018) avaliando adubos biológicos e águas salinas na cultura da beterraba, não observaram efeitos significativos nas trocas gasosas.

A aplicação de adubos biológicos em plantas pode favorecer um efeito sinérgico entre o Mg^{2+} e o P. O Mg^{2+} funciona como um carreador do P, como parte da ativação da enzima ATPase nas membranas celulares colaborando com a absorção de P e geração de ATP nos processos fotossintéticos e na respiração vegetal (PRADO, 2008; TAIZ et al., 2017). Essa energia na forma de ATP é crucial para a manutenção dos processos metabólicos e de crescimento das plantas. Com isso, é importante observar a composição do adubo biológico ou biofertilizante a ser aplicado, tendo em vista os teores e a disponibilidade de nutrientes do mesmo.

Viana et al. (2013) avaliando o efeito de biofertilizantes nas trocas gasosas do meloeiro adubado com biofertilizante, observaram que as plantas sob aplicação de biofertilizante bovino apresentaram maiores A e E , enquanto a aplicação de biofertilizante misto (esterco bovino e de aves) apresentou maior eficiência na gs .

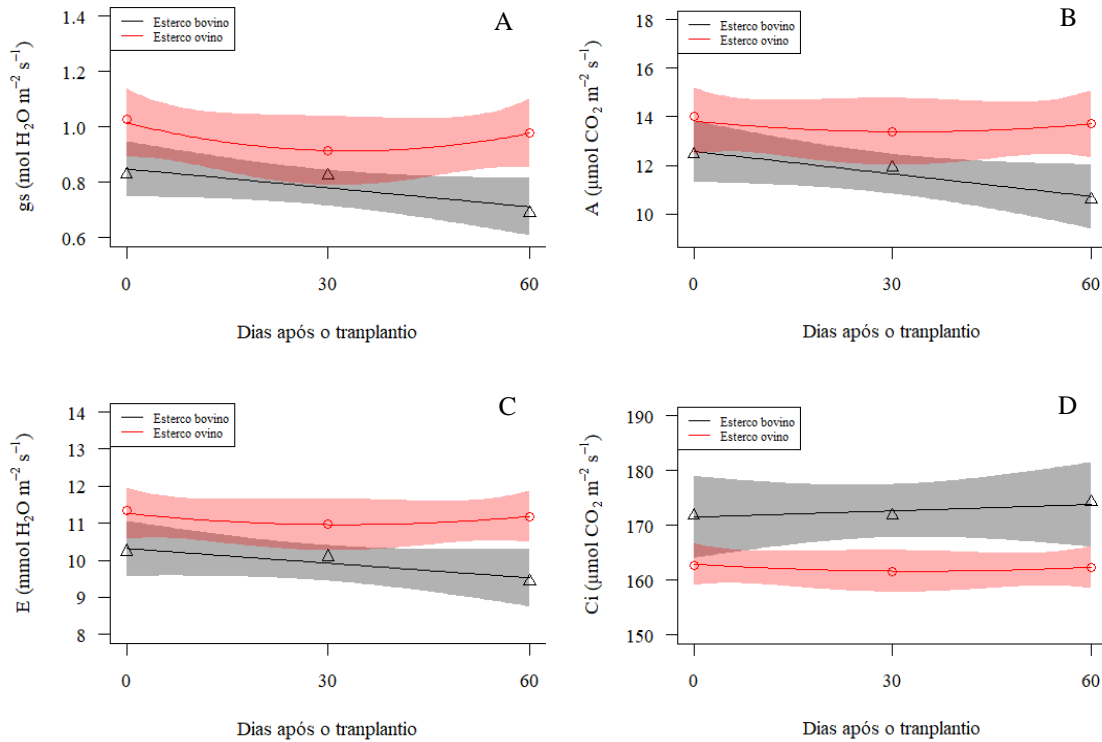


Figura 2. Condutância estomática (gs) (A), fotossíntese líquida (A) (B), transpiração (E) (C) e concentração de carbono interno (Ci) (D) de plantas de pimentão sob adubos biológicos à base de esterco bovino e ovino e épocas de aplicação.

Para as doses dos adubos biológicos, observou-se que houve diferença na aplicação de $400 \text{ dm}^3 \text{ ha}^{-1}$ para gs, onde o ABO apresentou maiores valores, e de 200 e $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ para Ci, onde o ABB apresentou maiores valores (Figura 3), provavelmente devido as doses causarem diferentes capacidades de retenção e armazenamento de água no solo. No entanto, não houve diferença para A e E.

Ao avaliarem o efeito de biofertilizantes nas trocas gasosas de feijão caupi sob estresse salino, Sousa et al. (2014b) observaram que o biofertilizante de caranguejo enriquecido atenuou os efeitos do estresse salino sobre a A, E e gs em relação às plantas sem biofertilizante e com biofertilizante bovino comum, sendo justificado pela maior quantidade de nutrientes essenciais e pelo melhor ajustamento osmótico da planta (SILVA et al. 2011).

No curso diário natural o desbalanço entre a água absorvida pelo sistema radicular e a perda pelas folhas por transpiração independe da condição hídrica do solo, devido a variação da demanda evaporativa da atmosfera no decorrer do dia ou pelas condições de estresses e exigências impostos nos diferentes estádios fenológicos (SILVA; TAIZ e ZEIGER, 2013).

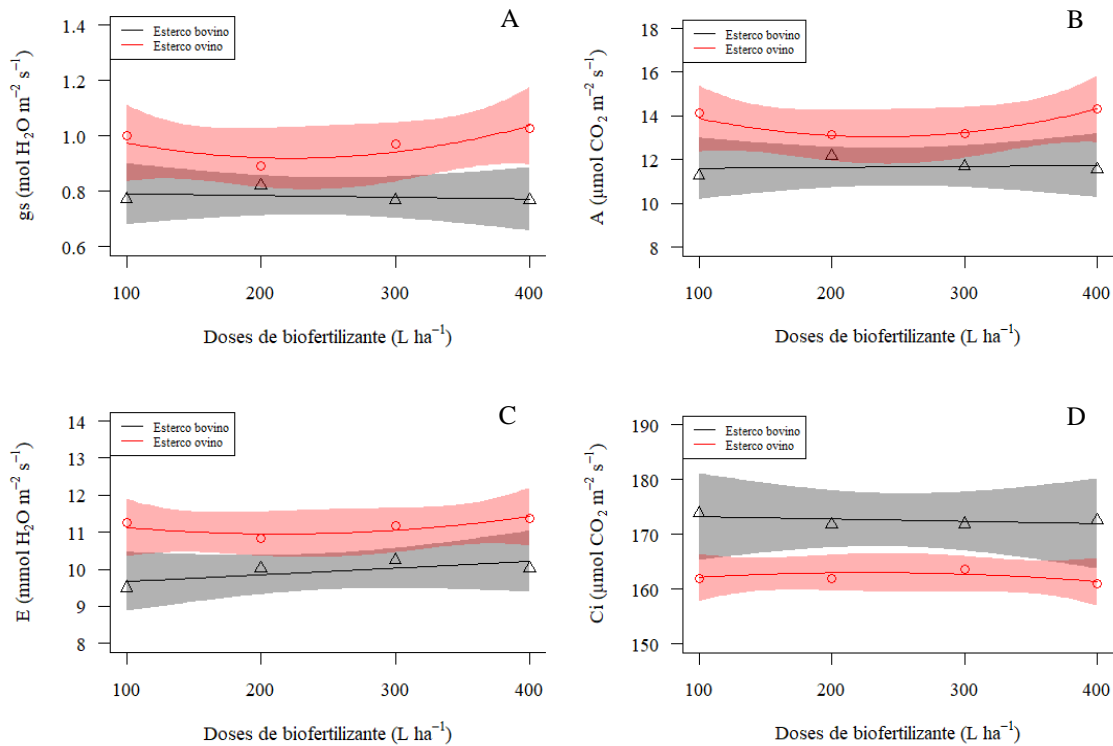


Figura 3. Condutância estomática (gs) (A), fotossíntese líquida (A) (B), transpiração (E) (C) e concentração de carbono interno (Ci) (D) de plantas de pimentão sob adubos biológicos à base de esterco bovino e ovino em diferentes doses.

Aos 60 DAT a eficiência instantânea de carboxilação (EiC) apresentou diferença entre os adubos biológicos avaliados, já a eficiência do uso de água (EUA) e a eficiência intrínseca do uso de água (EiUA) não apresentaram diferenças (Figura 4). Observou-se que na medida que aumentou o período de aplicação do ABB, houve diminuição da EiC e EUA. Quanto ao ABO, quase não houve alteração.

O estresse nutricional ocasionado pela ausência de nutrientes essenciais nas plantas pode causar diversos distúrbios fisiológicos e, conseqüentemente, morfológicos. Quando em estresse nutricional, as plantas podem antecipar a senescência das folhas, restringir a absorção de CO₂ e abertura estomática causando diminuição na transpiração e atividade fotossintética (SOUSA et al., 2013). Muitas plantas podem utilizar de tais artifícios para aclimatar-se à ambientes com baixa disponibilidade de nutrientes, no entanto, se o déficit for prolongado e dependendo da espécie e do seu estágio, a planta pode sofrer danos irreversíveis ou mesmo senescer.

Não foi observada diferença entre a aplicação dos adubos biológicos em relação às doses para as variáveis EiC, EUA e EiUA (Figura 5).

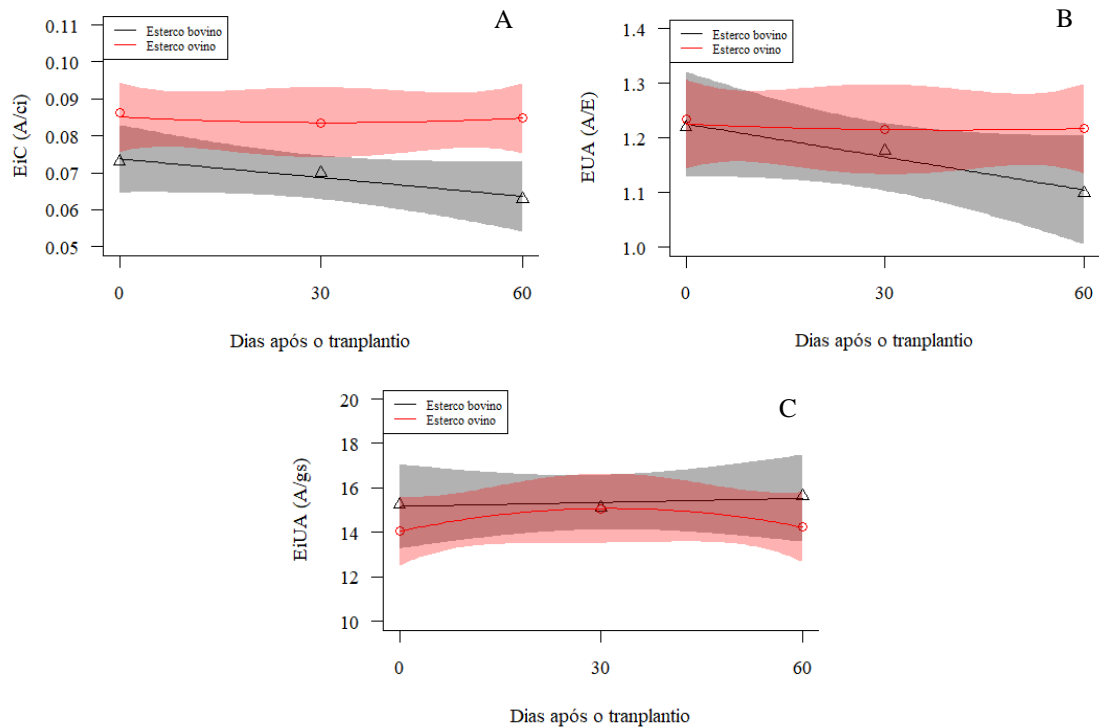


Figura 4. Eficiência intrínseca de carboxilação (EiC) (A), eficiência do uso da água (EUA) (B) eficiência instantânea do uso da água (EiUA) (C) de plantas de pimentão sob adubos biológicos à base de esterco bovino e ovino e épocas de aplicação.

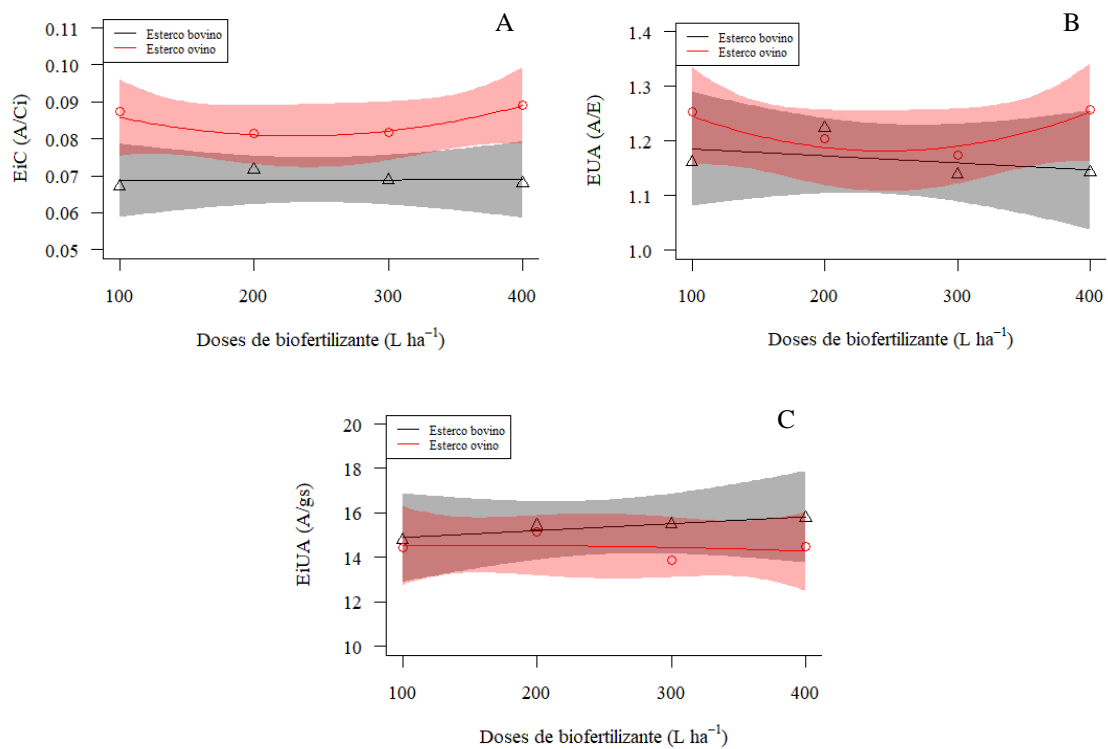


Figura 5. Eficiência intrínseca de carboxilação (EiC) (A), eficiência do uso da água (EUA) (B) eficiência instantânea do uso da água (EiUA) (C) de plantas de pimentão sob adubos biológicos à base de esterco bovino e ovino em diferentes doses.

Os índices de clorofilas a e b e a razão clorofila a/b não apresentaram diferenças entre os adubos biológicos nas épocas de aplicação (Figura 6), enquanto que o índice de clorofila total apresentou diferença apenas na aplicação no dia do transplante (0 DAT). Contudo, notou-se com a aplicação do ABO que quanto maior a quantidade de dias após o transplante, os índices de clorofilas a, b e total elevam-se e o inverso ocorre para a razão clorofila a/b. Em contrapartida o ABB apresentou resultado inverso ao ABO, possivelmente devido a alguma composição divergente entre os dois. Machuca (2018) trabalhando com pimentão sob diferentes lâminas de irrigação também não observou diferenças entre as clorofilas a e b.

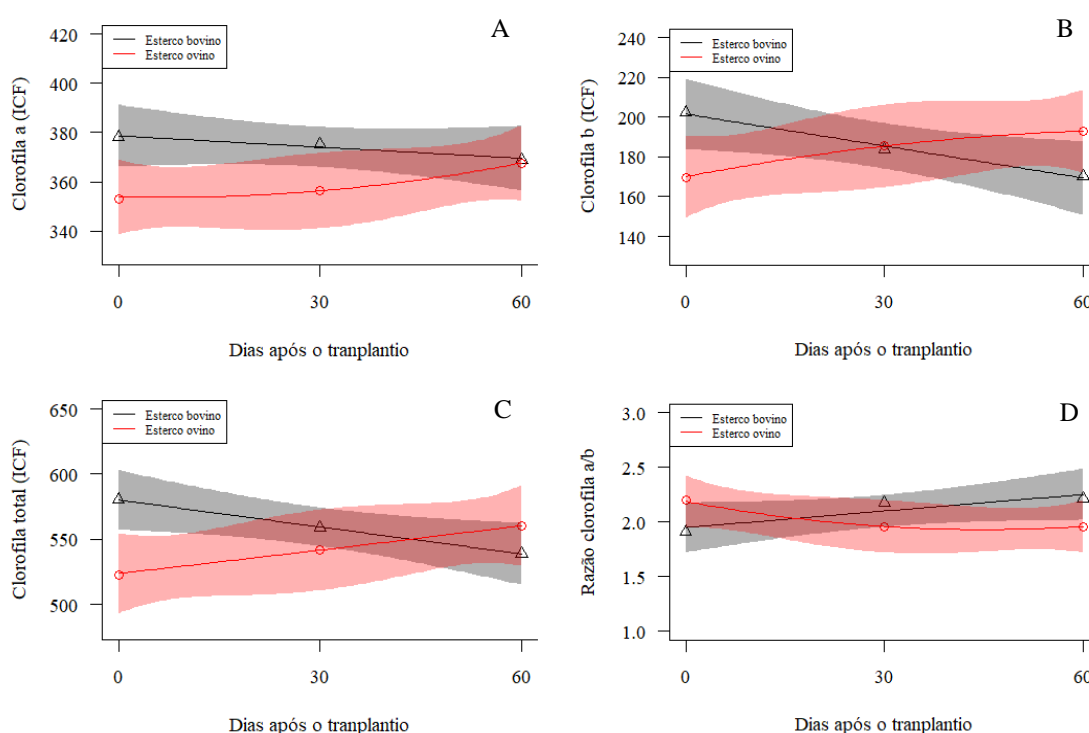


Figura 6. Clorofila a (A), clorofila b (B) e clorofila total (C) de plantas de pimentão sob adubos biológicos à base de esterco bovino e ovino e épocas de aplicação.

Quanto às doses, não houve diferença entre os adubos biológicos para os índices de clorofila e relação de clorofila a/b (Figura 7). Tal fato pode estar associado ao nível satisfatório de matéria orgânica no solo e aos níveis de N e Mg^{2+} presentes nos adubos biológicos. Visto que, o N e o Mg^{2+} são essenciais para a formação da molécula de clorofila, influenciando não promovendo diferenças na produção desta em condições ideais de suprimento.

Em algumas culturas existe uma correlação positiva entre a concentração de clorofila e a concentração de N foliar, visto que cerca de 70% do N foliar se encontra nos

cloroplastos, sendo essencial para a síntese e estrutura das moléculas de clorofila (LEONARDO et al., 2013). Sousa et al. (2013) observaram que o uso do biofertilizante bovino aumentou a taxa fotossintética e a clorofila (índice SPAD) em plantas de pinhão-manso, e afirmaram que na medida que se elevou a aplicação do biofertilizante, houve aumento linear no índice de clorofilas, o que não foi constatado no presente trabalho no cultivo do pimentão.

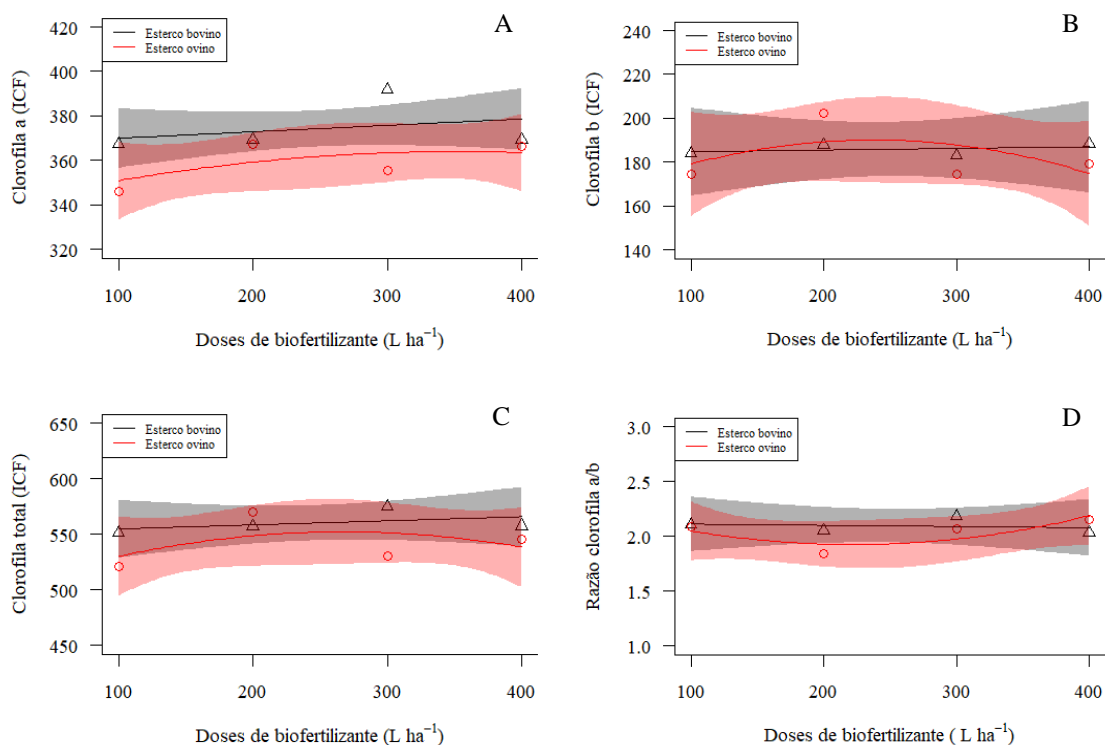


Figura 7. Clorofila a (A), clorofila b (B) e clorofila total (C) de plantas de pimentão sob adubos biológicos à base de esterco bovino e ovino em diferentes doses.

CONCLUSÕES

- A condutância estomática, fotossíntese líquida e a taxa de transpiração, são maiores aos 60 DAT com a aplicação do ABO;
- A concentração de carbono interno é maior aos 30 DAT com a aplicação do ABB;
- A dose de 400 dm³ ha⁻¹ do ABO proporciona maiores valores de condutância estomática, e as doses de 200 e 300 dm³ ha⁻¹ do ABB promovem maior concentração de carbono interno;
- O ABO aplicado aos 60 DAT promove maior eficiência intrínseca de carboxilação;
- O ABB promove maiores valores do índice de clorofila total aplicado 0 DAT.

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.

CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENTO, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 01, p. 251-261, 2010.

CELEDONIO, C. A.; MEDEIROS, J. F.; VIANA, T. V. A.; SARAIVA, K. R.; LIMA, G. H. P. Área foliar da figueira em três ambientes de cultivo, sob fertirrigação de biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v 10, n 2, p 586-597, 2016.

EMBRAPA. Diagnóstico Agroambiental do Município de Petrolândia - Estado de Pernambuco. EMBRAPA - Rio de Janeiro. **Circular Técnica**, v 29, 25 p, 2004.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 2 ed. Brasília: Embrapa-SPI, 306p, 2006.

GOMES, K. R. **Irrigação e fertilizações orgânica e mineral na cultura do girassol no litoral cearense**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 83p, 2014.

GUIMARÃES, N. F.; GALLO, A. S.; FONTANETTI, A.; MENEGHIN, S. P.; SOUZA, M. D. B.; MORINIGO, K. P. G.; SILVA R. F. Biomassa e atividade microbiana do solo em diferentes sistemas de cultivo do cafeeiro. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 40, n. 1, p. 34-44, 2017.

LEONARDO, F. D. A.; PEREIRA, W. E.; SILVA, S. D. M.; COSTA, J. D. Teor de clorofila e índice spad no abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 377-383, 2013.

MACHUCA, L. M. R. **Impactos fisiológicos e bioquímicos causados pela deficiência hídrica em plantas de pimentão (*Capsicum annuum* L.)**. Tese (Doutorado), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu-SP, 100p, 2018.

MATOS, C. C.; MENDES, A. D. R.; COLEN, F.; SANTOS, L. D. T.; RIGUEIREDO, L. S.; MARTINS, E. R. Potencial fitotóxico do biofertilizante da casca de pequi (*Caryocar brasiliense* Comb.). **Cultura Agronômica**, v 27, n 1, p 160-172, 2018.

MICROGEO. **Manual técnico**. Microgeo – Adubação biológica, 24p. Disponível em: http://microgeo.com.br/site/front/img/manual_tecnico.pdf. Data de acesso: 13 de fevereiro de 2019.

PINTO, C. M.; TÁVORA, F. J. A. F.; PINTO, O. R. O. Relações hídricas, trocas gasosas em amendoim, gergelim e mamona submetidos a ciclos de deficiência hídrica. **Revista Agropecuária técnica**, v 35, n 1, p 31-40, 2014.

PRADO, R. M. **Nutrição de Plantas**. São Paulo: Editora Unesp, 2008. 407p.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Viena, AU: R Foundation for Statistical Computing. 2673p, 2018.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington D.C.: U.S. Salinity Laboratory., 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).

SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F.; PEREIRA FILHO, J. V.; FREITAS, C. A. S. Trocas gasosas em plantas de girassol submetidas à deficiência hídrica Em diferentes estádios fenológicos. **Revista Ciência Agronômica**, v 44, n 1, p 86-93, 2013.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L.; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v 15, n 4, p 383-389, 2011.

SOUSA, E. G.; SILVA, T. I.; DIAS, T. J.; RIBEIRO, D. V.; GONÇALVES NETO, A. C.; SOUSA, L. V.; GONÇALVES, A. C. M.; MOURA, J. G.; MELO FILHO, J. S. Biological Fertilization as an Attenuation of Salinity Water on Beetroot (*Beta vulgaris*). **Journal of Agricultural Science**, v 10, n 7, p 85-94, 2018.

SOUSA, G. C.; VIANA, T. V. A.; DIAS, C. N.; SILVA, G. L.; AZEVEDO, B. M. Lâminas de irrigação para cultura do gergelim com biofertilizante bovino **Magistra**, v 26, n 3, p 343-352, 2014a.

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A., LACERDA, C. F.; AZEVEDO, B. M.; SILVA, G. L.; COSTA, F. R. B. Estresse salino em plantas de feijão-caupi em solo com fertilizantes orgânicos. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 8, n. 3, p. 359-367, 2014b.

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. D. A.; BRAGA, E. S.; AZEVEDO, B. M.; MARINHO, A. B.; BORGES, F. R. Fertirrigação com biofertilizante bovino: efeitos no crescimento, trocas gasosas e na produtividade do pinhão-manso. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 503-509, 2013.

TAIZ L.; ZEIGER E.; MOLLER I. M.; MURPHY A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Artmed Editora; 2017. 858 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

VIANA, T. V. D. A.; SANTOS, A. P.; SOUSA, G. G.; PINHEIRO NETO, L. G.; AZEVEDO, B. M.; AQUINO, B. F. Trocas gasosas e teores foliares de NPK em meloeiro adubado com biofertilizantes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 4, p.595-601, 2013.