

Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável *Brazilian Journal Of Sustainable Agriculture*

Volume 07
Número 03
Setembro 2017

ISSN IMPRESSO 2317-5818
ISSN ONLINE 2236-9724
ISSN CD-ROM 2178-5317



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE VIÇOSA

PEC

Pró-Reitoria de
Extensão e Cultura

ISSN 2178-5317 (CD-ROM)
ISSN 2236-9724 (ONLINE)
ISSN 2317-5818 (IMPRESSO)

**REVISTA BRASILEIRA DE
AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL
(RBAS)**

***BRAZILIAN JOURNAL OF
SUSTAINABLE AGRICULTURE
(BJSA)***

**Volume 7 - Número 03
Volume 7 - Number 03**

**Setembro - 2017
September - 2017**



**REVISTA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL
(RBAS)**

***BRAZILIAN JOURNAL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE
(BJSa)***

Editorial

A REVISTA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL - RBAS (BRAZILIAN JOURNAL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE) tem publicação trimestral (março, junho, setembro e dezembro) de trabalhos inéditos, dentro das normas de formatação exigidas e áreas relacionadas à sustentabilidade da agropecuária.

Os trabalhos podem ser submetidos para publicação nas áreas de Agricultura Familiar, Agroecologia, Educação do Campo, Ciência, Tecnologia e Inovação, Cooperativismo e Associativismo, Economia, Economia Solidária, Entomologia, Extensão Rural, Fitopatologia, Forragicultura, Meio Ambiente, Mudanças Climáticas, Políticas Públicas, Produção Animal, Produção Vegetal, Segurança Alimentar, Ruralidade, Solos e Urbanização, com ênfase na sustentabilidade atual e futura.

Os trabalhos podem ser submetidos em língua portuguesa, inglesa e espanhola. Este periódico não faz qualquer restrição à titulação acadêmica mínima para submissão de trabalhos e a avaliação é por dois ou três revisores ad hoc e pelo Corpo editorial. O conteúdo dos artigos publicados é de exclusiva responsabilidade de seus autores e os direitos de publicação são da RBAS, sendo o conteúdo disponibilizado com acesso livre na Internet (www.rbas.ufv.br).

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS) =
Brazilian Journal of Sustainable Agriculture (BJSa).
vol.1, n.1 (jul./dez. 2011)- . – Viçosa, MG : Os Editores,
2011-
CD-ROM/ONLINE.

Semestral.

Publicação em Português, Espanhol e Inglês

ISSN: 2178-5317 (CD-ROM) e 2236-9724 (ONLINE) e
ISSN 2317-5818 (IMPRESSO)

1. Agropecuária - Periódicos. 2. Desenvolvimento
Sustentável - Periódicos. I. Brazilian Journal of Sustainable
Agriculture (BJSa). II. Revista Brasileira de Agropecuária
Sustentável (RBAS).

CDD 22. ed. 630



REVISTA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL (RBAS)
BRAZILIAN JOURNAL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE (BJSA)

Reitora:

Nilda de Fátima Ferreira Soares

Vice Reitor:

João Carlos Cardoso Galvão

Pró Reitor de Extensão e Cultura:

Clóvis Andrade Neves

Editor chefe:

Rogério de Paula Lana - Universidade Federal de Viçosa.

Gerência:

Geicimara Guimarães - Universidade Federal de Viçosa.

Corpo Editorial:

Aaron Kinyu Hoshide - University of Maine

Antonio Augusto Rossotto Ioris - University of Edinburgh

Carlos Gregorio Hernandez Diaz-Ambrona - Universidad Politécnica de Madrid

Eric Gallandt - University of Maine

Gumercindo Souza Lima - Universidade Federal de Viçosa

Jaime Fabián Cruz Uribe - Universidad Antonio Nariño

Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho - Universidade Federal de Santa Catarina

Rogério Martins Maurício - Universidade Federal de São João Del-Rei

Rosane Cláudia Rodrigues - Universidade Federal do Maranhão

Conselho Científico:

Ana Ermelinda Marques - Universidade Federal de Viçosa.

Anderson Moura Zanine - Universidade Federal do Maranhão.

André Soares de Oliveira - Universidade Federal do Mato Grosso.

Augusto Hauber Gameiro - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

Cristina Mattos Veloso - Universidade Federal de Viçosa.

Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.

Cleide Maria Ferreira Pinto - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.

Dilermundo Miranda da Fonseca - Universidade Federal de Viçosa.

Domingos Sávio Paciullo - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.



Domingos Sávio Queiroz - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Henrique Nunes Parente - Universidade Federal do Maranhão
Irene Maria Cardoso - Universidade Federal de Viçosa
Jacson Zuchi - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiás
João Carlos de Carvalho Almeida - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Gerais
Junia Marise Matos de Sousa - Universidade Federal de Viçosa
Harold Ospina Patino - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Luis Humberto Castillo Estrada - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro
Marcelo José Braga - Universidade Federal de Viçosa
Maria Aparecida Nogueira Sedyama - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Maria Cristina Baracat Pereira - Universidade Federal de Viçosa
Maria Elizabete de Oliveira - Universidade Federal do Piauí
Paulo Roberto Gomes Pereira - Universidade Federal de Viçosa
Renata de Souza Reis - Universidade Federal de São João Del-Rei
Sérgio Yoshimitsu Motoike - Universidade Federal de Viçosa
Théa Mirian Medeiros Machado - Universidade Federal de Viçosa
Viviane Silva Lirio - Universidade Federal de Viçosa

Revisão Linguística:

Nilson Adauto Guimarães da Silva - Universidade Federal de Viçosa.



Pareceristas ad hoc da Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS) / BRAZILIAN JOURNAL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE (BJSA):

Acácio Figueiredo Neto
Alberto Magno Ferreira Santiago
Alexandre Simões Lorenzon
Alvadi Antonio Balbinot Junior
Ana Ermelinda Marques
Ana Lucia Hanisch
Anália Lúcia Vieira Pacheco
Anderson Moura Zanine
André Narvaes da Rocha Campos
Arnaud Azevedo Alves
Augusto Hauber Gameiro
Breno Augusto da Silva e Silva
Breno Campos
Bruno Pietsh Cunha Mendonça
Carlos Eduardo Sicoli Seoane
César Roberto Viana Teixeira
Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto
Cleide Maria Ferreira Pinto
Cristiano Gonzaga Jayme
Cristina Mattos Veloso
Cristina Soares de Souza
Daniel Arruda Coronel
Daniel Brianezi
Daniel Carneiro de Abreu
Daniele de Jesus Ferreira
Danielle Fabíola Pereira Silva
Diego Neves de Sousa
Diogo Vivacqua de Lima
Domício do Nascimento Júnior
Domingos Sávio Queiroz
Eduardo José Azevedo Corrêa
Ernane Ronie Martins
Estenio Moreira Alves
Fabiano Luiz da Silva
Fabíola Villa
Fabrício Oliveira Ramos
Fausto Silvestri
Felipe Santos Dalólio
Fernanda Sousa
Fernando Amorim
Flávio Medeiros Vieites
Fred Denilson Barbosa da Silva
Frederico Antonio Mineiro Lopes
Gabiane dos Reis Antunes
Geicimara Guimarães
Gregório Murilo O. Jr.
Gumercindo Souza Lima
Gustavo Guerino Macedo
Gustavo Leonardo Simão
Henrique Nunes Parente
Isis Lazzarini
Jacimar Luis de Souza
Jacson Zuchi
Jaime Barros da Silva Filho
João Paulo Lemos
João Virgínio Emerenciano Neto
Joashlenny Alves de Oliveira
Jocélio dos Santos Araújo
Jorge Cunha Lima Muniz
José Carlos Peixoto Modesto da Silva
Josimar Rodrigues Oliveira
Junia Marise Matos de Sousa
Jussara Cristina Costa
Lucimar Moreira Guimarães Batista
Luis Humberto Castillo Estrada
Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho
Luiz Fernando Favarato
Maira Christina Marques Fonseca
Manoel Eduardo Rozalino Santos
Márcia Vitória Santos
Maria Aparecida Nogueira Sediya
Maria da Penha Piccolo Ramos
Maria Elizabete de Oliveira
Maria Lita Padinha Correa
Maria Regina de Miranda Souza
Mariangela Facco de Sá
Mario Puiatti
Michelle Silva Ramos
Rafael Mezzomo
Rafael Monteiro Araújo Teixeira
Renata de Souza Reis
Roberta do Espírito Santo Luzzardi
Rodolfo Molinário de Souza
Rogério de Paula Lana
Rogério Martins Maurício
Rosandro Boligon Minuzzi
Rosane Cláudia Rodrigues
Salatíel Turra
Sanely Lourenço da Costa
Sarita Campos
Sérgio Renato Decker
Silvane de Almeida Campos
Solidete de Fátima Paziani
Tadeu Silva de Oliveira
Tatiana Cristina da Rocha
Thiago de Oliveira Vargas
Tiago Neves Pereira Valente
Vanderley Porfírio da Silva
Waldênia de Melo Moura
Weber Vilas Bôas Soares
William Fernandes Bernardo



Capa, programação visual e diagramação: Miro Saraiva
Impressão: Divisão Gráfica da Universidade Federal de Viçosa

Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável - RBAS
Universidade Federal de Viçosa
Pró Reitoria de Extensão e Cultura
Divisão de Extensão, sala 106
Avenida P.H. Rolfs, s/n, Campus UFV
Viçosa-MG, CEP: 36.570-000.
Telefax: (31) 3899-2358
www.rbas.ufv.br
E-mail: rbas@ufv.br

Os conceitos, afirmações e pontos de vista apresentados nos artigos são de inteira responsabilidade de seus/suas autores/as e não refletem, necessariamente, a opinião da Revista, de seu Conselho Editorial ou da Universidade Federal de Viçosa.



ISSN 2178-5317 (CD-ROM)
ISSN 2236-9724 (ONLINE)
ISSN 2317-5818 (IMPRESSO)

REVISTA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL (RBAS)
BRAZILIAN JOURNAL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE (BJSA)

Volume 07	Número 03	Setembro	2017
<i>Volume 07</i>	<i>Number 03</i>	<i>September</i>	<i>2017</i>

Sumário
Summary

Amino acid-based fertilizer as an alternative to calda viçosa in organic agriculture (*Fertilizante a base de aminoácidos como alternativa à calda viçosa na agricultura orgânica*). Diego Fontebasso Pelizari Pinto, Sergio Kenji Homma, Betânia Roqueto dos Reis, Rodrigo Henriques Longaresi, Juliana Cristina Scotton, Amália Aparecida Busoni Campos, Wesley Luiz Fialho Costa 9

Biomassa verde de plantas como adubo de cobertura em cultivo orgânico de repolho (*Fresh biomass of plants as cover fertilizer for organic cultivation of cabbage*). Luiz Fernando Favarato, Jacimar Luiz de Souza, Rogério Carvalho Guarçoni, Victor Almeida Pereira 16

Desempenho agrônômico e atividade fotossintética de rabanetes nas condições amazônicas (*Agronomic performance and photosynthetic activity of radishes in amazonian conditions*). Antonia Mirian Nogueira de Moura Guerra, Júlia Batista Azevedo Ferreira, Thaís Silva Vieira, Jaci Roecker Franco 24

Different sources of inoculum to the bokashi provides distinct effects on the soil quality (*Diferentes fontes de inóculo do bokashi promovem efeitos diversos na qualidade do solo*). Juliana Cristina Scotton, Juliana da Silva Pereira, Amália Aparecida Busoni Campos, Diego Fontebasso Pelizari Pinto, Wesley Luiz Fialho Costa, Sérgio Kenji Homma 32

Extração de minerais pelo capim marandu fertilizado com esterco de galinha sem e com escarificação (*Minerals extraction by signal grass fertilized with chicken manure with or without scarification*). Edson Sadayuki Eguchi, Ulysses Cecato, Antonio Saraiva Muniz, Samuel Laudelino da Silva, Cristiano da Cruz 39

Óleo essencial de pitangueira na germinação e sanidade de sementes de variedades crioulas de feijoeiro (*Essential oil of surinam cherry in the germination and sanity of bean landrace varieties*). Gabriela Silva Moura, Silmara Rodrigues Pietrobelli, Idaiane Maria Ribeiro de Oliveira, Ivan Junior de Oliveira, Gilmar Franzener 48



Produção de mini-repolho obtido por rebrota em sistema orgânico, com níveis de adubação nitrogenada (<i>Production of organic mini-cabbage for regrowth under different levels of nitrogen fertilization</i>). Jacimar Luiz de Souza, Luiz Fernando Favarato, Maria da Penha Angeletti, Rogério Carvalho Guarçoni, Gabriel Pinto Guimarães, Gabriel Peterle	56
Propriedades físicas do solo em função de diferentes manejos de pastagem (<i>Soil physical properties due to different pasture managements</i>). Bruno Eustáquio Cirilo Silva, Eduardo Ferreira Medina, Marlinda Rufina Jolomba	66
Silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculantes microbianos e suas misturas (<i>Sugarcane silage treated with microbial inoculants and mixtures thereof</i>). Rodrigo Lopes de Moraes, Karina Guimarães Ribeiro, Odilon Gomes Pereira, Marcos Inácio Marcondes, Lucas Ladeira Cardoso	76
Yield and quality of yellow passion fruits according to organic fertilization and alternative phytosanitary management (<i>Produção e qualidade de frutos de maracujazeiro amarelo, em função de adubação orgânica e tratamento fitossanitário alternativo</i>). Anália L. V. Pacheco, Karina S. Borges, Gilberto B. de Freitas, Gerival Vieira	84

AMINO ACID-BASED FERTILIZER AS AN ALTERNATIVE TO CALDA VIÇOSA IN ORGANIC AGRICULTURE

Diego Fontebasso Pelizari Pinto^{1,2}, Sergio Kenji Homma¹, Betânia Roqueto dos Reis¹, Rodrigo Henriques Longaresi¹, Juliana Cristina Scotton¹, Amália Aparecida Busoni Campos¹, Wesley Luiz Fialho Costa¹

ABSTRACT - The aim of this study was to propose a mixture of micronutrients with amino acid-based foliar fertilizer as an alternative to *calda viçosa* for application in organic agriculture. The study was conducted in two simultaneous trials in an experimental field in Ipeúna, SP, Brazil. The test plant was *carioca* type dry edible bean cv. Pérola. The treatments in trial 1 were: Control 1 = water; FA = JK® amino acid-based foliar fertilizer; and FA+Mi = FA + CuSO₄ + ZnSO₄ + MnSO₄ + H₃BO₃. In trial 2, the FA treatment was substituted by *calda viçosa* (CVi). The treatments were through spray application three times. Dry edible bean leaves were sampled for determination of macronutrient and micronutrient concentrations. Platings of the application rates used in the treatments were performed in the laboratory in a mixture with *Bacillus thuringiensis* and with *Beauveria bassiana* to compare the degree of compatibility by means of colony forming units (CFU). The FA+Mi and CVi treatments raised the concentrations of Zn, Cu, and Mn in the leaves. The FA+Mi was compatible, the FA was a stimulant, and the CVi was noxious to *B. bassiana* and to *B. thuringiensis* when integrated in the spray mixture.

Keywords: *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, copper, manganese, zinc.

FERTILIZANTE A BASE DE AMINOÁCIDOS COMO ALTERNATIVA À CALDA VIÇOSA NA AGRICULTURA ORGÂNICA

RESUMO - O trabalho objetivou propor a mistura de micronutrientes com fertilizante foliar a base de aminoácidos como alternativa à calda viçosa para aplicação na agricultura orgânica. O estudo foi conduzido em dois ensaios simultâneos em campo experimental em Ipeúna – SP. A planta teste foi o feijoeiro tipo carioca cultivar Pérola. O ensaio 1 teve como tratamento: Controle 1 = água; FA = fertilizante foliar JK® a base de aminoácidos; FA+Mi = FA + CuSO₄ + ZnSO₄ + MnSO₄ + H₃BO₃. No ensaio 2 substituiu-se o tratamento FA pela calda viçosa (CVi). Os tratamentos foram pulverizados três vezes. Folhas do feijoeiro foram amostradas para determinação dos teores dos macronutrientes e micronutrientes. Em laboratório foram feitos os plaqueamentos das doses utilizadas dos tratamentos, em mistura ao *Bacillus thuringiensis* e ao *Beauveria bassiana* para comparar o grau de compatibilidade por meio de unidades formadoras de colônia (UFC). Os tratamentos FA+Mi e CVi elevaram os teores de Zn, Cu e Mn nas folhas. O FA+Mi foi compatível, o FA foi estimulante e a CVi foi nociva ao *B. bassiana* e o *B. thuringiensis*, quando misturados à calda de aplicação.

Palavras-chave: *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, cobre, manganês, zinco.

¹ Centro de Pesquisa Mokiti Okada, Setor de Pesquisa em Manejo de Solo e Planta, diego.pelizari@cpmo.org.br.

² Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, Programa de Pós Graduação Solos e Nutrição de Plantas.



INTRODUCTION

The demand for organic food has increased each year throughout the world, which has driven research especially related to this type of agriculture (Dias et al., 2015). Consumer demand for foods free of agricultural chemicals has generated a 51.7% increase in the number of organic producers certified in Brazil (Carvalho Júnior & Hauffe, 2013; Brasil, 2015). Thus, studies are required to verify the efficiency of new alternatives for managing fertilization and plant health in these systems to ensure market supply.

The use of *calda viçosa* (a mixture of copper, zinc, and magnesium sulfate, boric acid, and lime) is a management technique widely used and recognized by organic farmers in Brazil. It is a derivation of *calda bordalesa* (lime and copper sulfate), which has bactericidal and fungicidal action, with the addition of nutrients (Aquino et al., 2008; Androcioli et al., 2012; ; Silva, 2012; Carvalho et al., 2015) and has the function of protecting and nourishing the plant. However, organic agriculture is a systemic science and the plant health objective of this mixture is not in agreement with environmental balance because the mixture is not selective for plant pathogenic microorganisms and can interfere in the beneficial microbiota of the system (Nix-stohr et al., 2007; Montalba et al., 2010; Pozzebon et al., 2010). These beneficial microorganisms include entomopathogenic bacteria and fungi. They are regularly used in organic farming through commercial products and are frequently mixed with spray applications or fertigation, with the goal of decreasing operating costs.

JK® is a commercial organic fertilizer applied on leaves and classified as a Class A Fluid Foliar Compound. This fertilizer is obtained from controlled fermentation of fish residues with sugarcane molasses (used as a pre-biotic). The final product contains diverse amino acids and sugars derived from molasses that can be utilized by the plant or other organisms of the agricultural system (Newton et al., 2010).

With these characteristics, it is possible that JK acts as a vehicle of nutrients in a manner less aggressive to the entomopathogenic organisms that should be preserved in the system.

The aim of the study was to propose a mixture of micronutrients with amino acid-based foliar fertilizer as an alternative to *calda viçosa* for application in organic agriculture.

MATERIALS AND METHODS

The study was conducted in two simultaneous trials in an experimental field (22°23'58" S; 47°40'56" W) in the municipality of Ipeúna, SP, Brazil. The crop used was *carioca* (beige with brown stripes) type dry edible bean cv. Pérola. The soil is classified as a *Latossolo Vermelho eutrófico* with clayey texture (Embrapa, 2006). The climate in the region is Cwa, according to Köppen, hot and humid, with a dry winter and altitude of 635 m AMSL. The area has been cultivated with organic agriculture techniques since 1991, with diverse horticultural crops and grains. Over this period, the area has not received the addition of fertilizer or soil amendments.

The soil was previously sampled for chemical analysis according to the methodology of Rajj et al. (2001) and exhibited the following results: pH (CaCl₂) = 5.9, OM = 29.7 g dm⁻³, P = 64.8 mg dm⁻³, Ca = 64.5 mmol_c dm⁻³, Mg = 34.4 mmol_c dm⁻³, K = 9.6 mmol_c dm⁻³, H+Al = 24 mmol_c dm⁻³, CEC = 132.5 mmol_c dm⁻³, V% = 81.9%, Cu = 3.3 mg dm⁻³, Fe = 26.2 mg dm⁻³, Mn = 15.5 mg dm⁻³, Zn = 4.2 mg dm⁻³, and B = 0.3 mg dm⁻³. The area was tilled with a disk plow and disk harrow. The crop was planted on May 20, 2013 at a density of 280,000 plants ha⁻¹.

Both trials considered an area of 2100 m² and were composed of three treatments and seven replications, using 9 m² plots in a completely randomized design. The fertilizers chosen for the trials were JK® (Tables 1 and 2) and *calda viçosa*, a fertilizer composed of lime water, CuSO₄, ZnSO₄, MnSO₄, and H₃BO₃, which is formulated according to the needs of each farmer.

Table 1 - Nutrients, pH, and density contained in the organic foliar fertilizer JK®

Nutrient	Concentration	Unit
Nitrogen	2.20	%
Phosphorus (P ₂ O ₅)	1.05	%
Potassium (K ₂ O)	0.20	%
Calcium	1.10	%
Sulfur	0.16	%
Sodium	0.14	%
Organic Carbon	23.10	%
Magnesium	425	ppm
Iron	100	ppm
Manganese	9	ppm
Copper	8	ppm
Zinc	30	ppm
Boron	90	ppm
pH	3.6	
Density	1.08	g mL ⁻¹

Table 2 - Amino acids contained in the organic foliar fertilizer JK®

Amino acid	%
Aspartic Acid	0.387
Threonine	0.246
Serine	0.279
Glutamic Acid	0.596
Proline	0.154
Glycine	0.575
Alanine	0.691
Valine	0.241
Methionine	0.210
Isoleucine	0.206
Leucine	0.458
Tyrosine	0.133
Phenylalanine	0.185
Lysine	0.380
Ammonia	0.071
Histidine	0.064
Tryptophan	0.090
Arginine	0.252

In trial 1, the following spray treatments were used: Control 1 = water; FA = JK® amino acid-based foliar fertilizer; FA+Mi = FA + Mi (CuSO₄ + ZnSO₄ + MnSO₄ + H₃BO₃); and in trial 2: Control 2 = water; CV = *calda viçosa*, and FA+Mi. The rates of micronutrients added for composing FA+Mi were: 100 g ha⁻¹ of CuSO₄, 200 g ha⁻¹ of ZnSO₄, 200 g ha⁻¹ of MnSO₄, and 60 g ha⁻¹ of H₃BO₃, diluted in 2 L ha⁻¹ of FA. For preparation of *calda viçosa*, the micronutrients (the same amount used for FA) were diluted in 2 L ha⁻¹ of lime water (2 L of water + 100 g of non-hydrated lime). The treatments were sprayed three times with a backpack sprayer at the concentration of 0.2% - at 57 days after planting (DAP) at the third open trefoil stage, at 63 DAP at the flower budding stage, and at 71 DAP at the pod formation stage. Bean plant leaves were sampled at 67 DAP (flowering) for determination of Fe, Mn, Cu, B, and Zn, as described in Malavolta et al. (1997).

The second part of the experiment was performed in the laboratory. Each one of the three fertilizers tested in the field was mixed with biological control agents for the purpose of evaluating their compatibility. For that reason, *Bacillus thuringiensis* was used as a test bacteria coming from the commercial product Agree®, and *Beauveria bassiana* as a test fungus, coming from the commercial product Boveril®.

For the tests with *B. thuringiensis*, 0.150 g of the commercial product in saline solution was added

to the control treatment. For the FA treatment, 0.2 mL of the JK® was also added. For the FA+Mi treatment, in addition to the previous items, 35.5 mg of CuSO₄, 65 mg of ZnSO₄, 65 mg of MnSO₄, and 20 mg of H₃BO₃ were added. And for the CV treatment, in addition to the bacteria, 10 mL of lime water + 35.5 mg of CuSO₄, 65 mg of ZnSO₄, 65 mg of MnSO₄, and 20 mg of H₃BO₃ were added.

In the tests with *B. bassiana*, the treatments were the same, just as the quantities of FA, micronutrients, and lime water; however, the amount of commercial product added was 0.133 g.

The concentrations of biological products were those recommended for the dry edible bean crop according to the product labels and adjusted for 100 mL of spray mix (90 mL of saline solution + 10 mL of fertilizer solution). The treatments were diluted in 90 mL of saline solution, shaken, and left to rest for one hour for later dilution. The dilutions for *B. thuringiensis* used in plating were from 10⁻⁶ to 10⁻¹⁰, and for *B. bassiana*, they were from 10⁻⁵ to 10⁻⁹.

The culture medium used for *B. thuringiensis* was nutrient agar (NA), and for *B. bassiana*, it was potato dextrose agar (PDA) with pentabiotic. The *B. thuringiensis* plates remained in a laboratory oven at 30 °C for 24 hours whereas the *B. bassiana* plates remained in BOD (Biological Oxygen Demand) at 28 °C for three days.

The colony forming units (CFU) were thus counted and the degree of compatibility was subsequently determined, simulating possible combined application of the products in the spray mix.

The results were subjected to analysis of variance and the mean values were compared by the Tukey test at 5%.

RESULTS AND DISCUSSION

In trial 1, the application of FA+Mi resulted in leaf concentrations of Mn, Cu, and Zn that were 32%, 57%, and 52% higher, respectively, than the control (Table 3).

In trial 2, the application of FA+Mi and *calda viçosa* resulted in leaf concentrations of Mn, Cu, and Zn that were 59%, 67%, and 54% higher, respectively, in the average of the FA+Mi and *calda viçosa* treatments, than the control (Table 4).



Table 3 - Micronutrient concentrations in the leaves of dry edible bean harvested at 67 days after planting in trial 1, with water (control), FA (JK[®] amino acid-based foliar fertilizer), and FA+Mi (FA + CuSO₄ + ZnSO₄ + MnSO₄ + H₃BO₃)

Treatment	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	mg kg ⁻¹				
Water	297.43a	53.29 b	16.14 c	40.00 b	23.09a
FA	321.00a	55.43 b	18.29 b	42.86 b	23.97a
FA+Mi	295.86a	70.14 a	25.29 a	60.71 a	23.63a
CV (%)	10.50	11.36	7.27	7.88	10.02

Mean values followed by the same letter in the column do not differ among themselves at 5% significance by the Tukey test. CV (%) is the coefficient of variation.

Table 4 - Micronutrient concentrations in the leaves of dry edible bean harvested at 67 days after planting in trial 2, with water (control), *Calda Viçosa* and FA+Mi (JK[®] amino acid-based foliar fertilizer + CuSO₄ + ZnSO₄ + MnSO₄ + H₃BO₃)

Treatment	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	mg kg ⁻¹				
Water	203.79a	39.06 b	10.90 b	40.84 b	33.33a
<i>Calda Viçosa</i>	201.86a	61.29 a	18.33 a	61.81 a	34.43a
FA+Mi	212.46a	62.36 a	17.94 a	63.59 a	33.10a
CV(%)	11.91	17.06	13.40	15.29	4.49

Mean values followed by the same letter in the column do not differ among themselves at 5% significance by the Tukey test. CV(%) is the coefficient of variation.

Thus, the FA+Mi is equal to *calda viçosa* in regard to supplying nutrients through the leaf. It was expected that the supply of nutrients by FA+Mi would be greater than in *calda viçosa* due to a possible interaction (chelation) between the micronutrients added to the mix and the amino acids of the fertilizer (Lucena, 2009; Ghasemi, 2012). However, this could not be expressed in the results obtained since this benefit is observed by greater speed of nutrient uptake, which avoids nutrient losses; this prevention of losses was not detected up to the time of collecting leaves for analysis. At any rate, the supply of these micronutrients was satisfactory and these values were similar to those found through the use of different combinations of *calda viçosa* itself (Aquino et al., 2008; Androcioli et al., 2012; Carvalho et al., 2012).

Boric acid added to the FA+Mi did not result in higher leaf concentrations of B in relation to the control in either of the two trials. The same was observed with *calda viçosa*. That shows that there was no leaf absorption of the element by the plants. In some situations, antagonism or synergism during leaf absorption can occur between the elements B and Zn

when they are applied in the form of boric acid and zinc sulfate. This occurrence can vary according to the application rate, nutrient contents available in the soil, and the source of the fertilizer (Aref, 2010; Silva et al., 2014).

In trial 1, the application with FA resulted in a higher Cu concentration in the leaves (Table 3), which was 13% greater than in the control. Cu is a constituent of tyrosinase (an enzyme abundant in the chloroplast cell walls and membranes), which participates in oxidation of tyrosine (Festa & Thiele, 2011; Marschner, 2012). Tyrosine is an amino acid component of FA, so it may have led to the higher concentration of Cu found in the leaves (Perotti et al., 2010). Consequently, this micronutrient may be supplied by the FA at a lower amount, even without the addition of copper sulfate. If the objective of management operations is to supply the nutrient and, in addition, stimulate the microorganisms in the spray mixture, this may be an interesting alternative because Cu is known to be an element that at high concentrations may have a bactericidal and fungicidal effect (Smith & Collins, 2007; Antonioli et al., 2010).

In the trial of compatibility of the products with the biological control agents, similar results were obtained both for the fungus and for the bacteria tested (Figures 1 and 2).

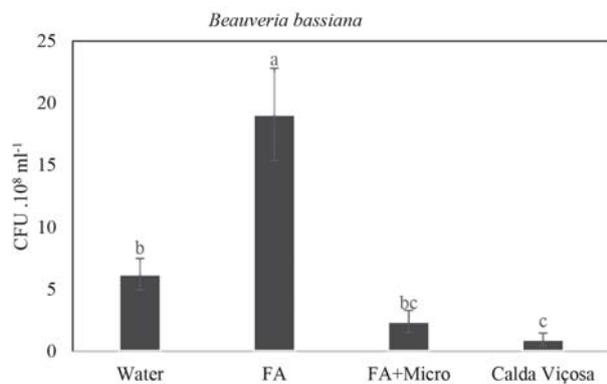


Figure 1 - Colony forming units (CFU) obtained from plate count in the test of compatibility with *Beauveria bassiana* with water, amino acid-based fertilizer (FA), FA with the addition of $\text{CuSO}_4 + \text{ZnSO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_3\text{BO}_3$ (FA+Mi), and *calda viçosa*.

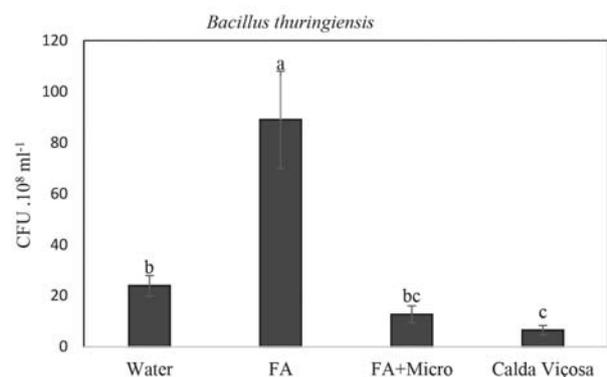


Figure 2 - Colony forming units (CFU) obtained from plate count in the test of compatibility with *Bacillus thuringiensis* with water, amino acid-based fertilizer (FA), FA with the addition of $\text{CuSO}_4 + \text{ZnSO}_4 + \text{MnSO}_4 + \text{H}_3\text{BO}_3$ (FA+Mi), and *calda viçosa*.

The mixture of FA+Mi with the *B. bassiana* fungus-based commercial product or the mixture of FA+Mi with the *B. thuringiensis* bacteria-based commercial product did not show a difference in relation to the control to which only water was added. However, the

mixture of FA alone with either of the two products clearly stimulated the growth of both bacterial and fungal colonies. Thus, we observed that the addition of micronutrients to the mixture inhibited this stimulus. From the results obtained, it can be deduced that adding the micronutrients to the mixture hurt microorganism growth. However, the addition of FA may have mitigated the action of the micronutrients harmful to microorganism growth. The influence of pH level, of the concentration of chemical elements, and of the type of chemical element on microorganisms is already well known (Thies & Grossman, 2006). Contact with large concentrations of some trace elements can inhibit the growth of colonies (Nogueira & Soares, 2010). The stimulant effect caused by the FA is certainly due to its composition. This product, in addition to being rich in amino acids, passes through a fermentation process with the addition of molasses, and there are diverse carbohydrates in its composition. These carbohydrates, together with amino acids, serve as food for microorganisms, benefitting the bacterium and the fungus tested, exhibiting vast stimulant potential. Colony growth was an average of 3.7 times greater in *B. thuringiensis* and 3 times greater in *B. bassiana*. However, more tests would be required to verify whether this biostimulation would result in better plant health results by the products.

Results obtained from the mixture of *calda viçosa* with the two entomopathogens were similar in regard to the growth of colony forming units. In both cases, the *calda viçosa* limited the growth of the microorganisms. The mixture with *calda viçosa* resulted in average growth of *B. thuringiensis* that was only 27% of growth without *calda viçosa*, and the average growth of *B. bassiana* was only 15% of growth without *calda viçosa*. *Calda viçosa* (fungicide and bactericide) proved to be an option of low compatibility in this study (Kimati, 1995; Chalfoun et al., 2007).

The results found in this study suggest some management options with the use of the mixtures analyzed. If the aim is to supply Zn, Cu, and Mn, and if there is the intention or need to use bacteria or fungi as biological control in the same operation, the use of FA together with the micronutrient mix is recommended. If the intention is to biostimulate the microorganisms involved, use of FA without the micronutrients is recommended, and it is still possible to supply Cu to



the crop in smaller proportions. If the need is to supply Zn, Cu, and Mn, but without the addition of microorganisms, *calda viçosa* is efficient in supplying micronutrients, and there is potential for control of some plant diseases (Schwengber et al., 2007).

CONCLUSIONS

Amino acid-based fertilizer with the addition of micronutrients raised the concentrations of Zn, Cu, and Mn in the plant in a manner similar to *calda viçosa*. Nevertheless, none of the options tested were effective in supplying B. *Calda viçosa* proved to be incompatible with *B. bassiana* and with *B. thuringiensis* when mixed with the spray for application, whereas amino acid-based fertilizer with the addition of micronutrients did not exhibit incompatibility as the water control treatment, although did not differ from *Calda Viçosa*. Thus, this proposal can be an interesting alternative for organic agriculture.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank JK Fertilizante for the supply of the organic fertilizer.

CITED LITERATURE

- ANDROCIOI, H.G.; MENEZES JÚNIOR, A.O.; HOSHINO, A.T. et al. Produtos alternativos no controle da *Hemileia vastatrix* (Berkeley & Broome) e *Cercospora coffeicola* (Berkeley & Cooke) em cafeeiros. **Coffee Science**, v.7, n.2, p.187-197, 2012.
- ANTONIOLLI, Z.I.; SANTOS, L.C.; LUPATINI, M. et al. Efeito do cobre na população de bactérias e fungos do solo, na associação micorrízica e no cultivo de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, *Pinus elliottii* Engelm e *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. **Ciência Florestal**, v.20, n.3, p.419-428, 2010.
- AQUINO, L.A.; BERGER, P.G.; RODRIGUES, F.A. et al. Controle alternativo da mancha de *Ramularia* do algodoeiro. **Summa Phytopathology**, v.34, n.2, p.131-136, 2008.
- AREF, F. Application of different levels of zinc and boron on concentration and uptake of zinc and boron in the corn grain. **Journal of American Science**, v.6, n.5, p.100-106, 2010.
- BRASIL. **Em um ano, total de produtores orgânicos cresce 51%**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2015. In: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/03/em-um-ano-total-de-produtores-organicos-cresce-51> (accessed on 13 October 2016).
- CARVALHO JÚNIOR, L.C.; HAUFFE, P. Motivações para a certificação na produção de alimentos orgânicos no estado de Santa Catarina. **Revista Cadernos de Economia**, v.17, n.32, p.40-51, 2013.
- CARVALHO, V.L.; CUNHA, R.L.; SILVA, N.R.N. Alternativas de controle de doenças do cafeeiro. **Coffee Science**, v.7, n.1, p.42-49, 2012.
- CHALFOUN, S.M.; CUNHA, R.L.; CARVALHO, V.L. et al. Seletividade de fungicidas cúpricos e sistêmicos sobre o fungo *Cladosporium cladosporioides* em cafeeiro. **Summa Phytopathology**, v.33, n.1, p.93-95, 2007.
- DIAS, V.V.; SCHULTZ, G.; SCHUSTER, M.S. et al. O mercado de alimentos orgânicos: um panorama quantitativo e qualitativo das publicações internacionais. **Ambiente & Sociedade**, v.XVIII, n.1, p.161-182, 2015.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- FESTA, R.A.; THIELE, D.J. Copper: an essential metal in biology. **Current Biology**, v.21, n.21, p.877-883, 2011.
- GHASEMI, S.; KHOSHGOFTARMANESH, A.H.; AFYUNI, M. et al. The effectiveness of foliar applications of synthesized zinc-amino acid chelates in comparison with zinc sulfate to increase yield and grain nutritional quality of wheat. **European Journal of Agronomy**, v.45, p.68-74, 2012.
- KIMATI, H. Controle Químico. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIN, L. **Manual de Fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p.770-771.



- LUCENA, J.J. El empleo de complejantes y quelatos en la fertilización de micronutrientes. **Revista Ceres**, v.56, n.4, p.527-535, 2009.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, A.O. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3. ed. Germany: University of Hohenheim, Institute of Plant Nutrition, 2012. 649p.
- MONTALBA, R; ARRIAGADA, C.; ALVEAR, M. et al. Effects of conventional and organic nitrogen fertilizers on soil microbial activity, mycorrhizal colonization, leaf antioxidant content, and Fusarium wilt in highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). **Scientia Horticulturae**, v.125, n.4, p.775-778, 2010.
- NEWTON, A.C.; GRAVOUIL, C.; FOUNTAINE, J.M. Managing the ecology of foliar pathogens: ecological tolerance in crops. **Annals of Applied Biology**, v.157, n.3, p.343-359, 2010.
- NIX-STOHR, S.; BURPEE, L.L.; BUCK, J.W. The influence of exogenous nutrients on the abundance of yeasts on the phylloplane of turfgrass. **Microbial Ecology**, v.55, p.15–20, 2007.
- NOGUEIRA, M.A.; SOARES, C.R.F.S. Micorrizas arbusculares e elementos-traço. In: SIQUEIRA, J.O.; SOUZA, F.A.; CARDOSO, E.J.B.N. et al. (Eds.). **Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil**. Lavras: UFLA, 2010. p.475-501.
- PEROTTI, J.C.; RODRIGUES, I.C.S.; KLEINOWSKI, A.M. et al. Produção de betacianina em erva-de-jacaré cultivada in vitro com diferentes concentrações de sulfato de cobre. **Ciência Rural**, v.40, n.9, p.1874-1880, 2010.
- POZZEBON, A.; BORGIO, M.; DUSO, C. The effects of fungicides on non-target mites can be mediated by plant pathogens. **Chemosphere**, v.79, n.1, p.8-17, 2010.
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, APTA e IAC, 2001. 284p.
- SCHWENGBER, J.E.; SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M.M. **Preparo e utilização de caldas nutricionais e protetoras de plantas**. Embrapa Clima Temperado: Pelotas, 2007. 62p. Available at: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/745636/1/cart49806.pdf>.
- SILVA, A.A.; COUTO JUNIOR, P.A.; LANA, A.M.Q. et al. Teores de micronutrientes no solo e foliar com aplicação de fontes quelatadas e sulfatadas em feijão. **Engenharia Agrícola**, v.34, n.1, p.28-27, 2014.
- SMITH, J.L.; COLLINS, P. Management of organisms and their processes in soils. In: PAUL, E.A. (Eds.). **Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry**, 3. ed. Oxford: Elsevier Academic Press, 2007. p.471-500.
- THIES, J.E.; GROSSMAN, J.M. The soil habitat and soil ecology. In: UPHOFF, N.; BALL, A.; FERNANDES, E. et al. (Eds.). **Biological Approaches to Sustainable Soil Systems**. Boca Raton: CRC Press, 2006. p.59-78.

Recebido para publicação em 13/4/2017 e aprovado em 4/9/2017



BIOMASSA VERDE DE PLANTAS COMO ADUBO DE COBERTURA EM CULTIVO ORGÂNICO DE REPOLHO

Luiz Fernando Favarato¹, Jacimar Luiz de Souza², Rogério Carvalho Guarçoni³, Victor Almeida Pereira⁴

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de uso da biomassa da parte aérea de leucena e mamona como adubação de cobertura, sobre o desenvolvimento do repolho e os atributos do solo em sistema orgânico de produção. Foram implantados dois experimentos no ano de 2011, com leucena e mamona, avaliando-se cinco espessuras de biomassa (0, 1, 2, 3 e 4 cm) como cobertura no entorno das plantas de repolho, aplicadas aos 15 dias após o transplântio. Os resultados comprovaram efeitos significativos destas formas de adubação sobre o desenvolvimento inicial das plantas de repolho e sobre os atributos do solo, comprovando eficiência no fornecimento de nitrogênio para esta cultura. Não foram verificados ajustes significativos para os modelos de regressão sobre os atributos do solo para as diferentes espessuras de aplicação das biomassas, à exceção do teor de potássio, que foi favorecido com o aumento das quantidades aplicadas.

Palavras-chave: adubação verde, agricultura orgânica, *Brassica oleracea*, *Leucaena leucocephala*, *Ricinus communis*.

FRESH BIOMASS OF PLANTS AS COVER FERTILIZER FOR ORGANIC CULTIVATION OF CABBAGE

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the potential of biomass of leucaena and castor as cover fertilizer, on development of cabbage and soil characteristics in an organic system of production. Two experiments were conducted in 2011, with leucaena and castor, evaluating five biomass thicknesses (0, 1, 2, 3 e 4 cm) as cover in around cabbage plants, applied 15 days after planting. The results showed significant effects of forms fertilization on initial development of cabbage plants and on soil properties, proving efficiency in providing nitrogen to the crop. There were found no significant adjustments to the regression models on soil properties for different thicknesses of application of biomass, except for potassium content, which was favored with the increase in the amounts applied.

Keywords: *Brassica oleracea*, green manure, *Leucaena leucocephala*, organic agriculture, *Ricinus communis*.

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Centro Regional Centro-Serrano, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Br 262, Km 94, 29375-000 Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo, Brasil. iffavarato@gmail.com (Autor para correspondência)

² Engenheiro Agrônomo, Doutor, Centro Regional Centro-Serrano, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Br 262, Km 94, 29375-000 Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo, Brasil. jacimarsouza@yahoo.com.br

³ Engenheiro Agrícola, Doutor, Centro Regional Centro-Serrano, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Br 262, Km 94, 29375-000 Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo, Brasil. rogerio.guarconi@incaper.es.gov.br

⁴ Engenheiro Agrônomo, Prefeitura de Irupi, 151, 29398-000, Irupi, Espírito Santo, Brasil. victorap1@hotmail.com



INTRODUÇÃO

A utilização de biomassas da parte aérea de plantas como prática cultural de cobertura morta do solo é utilizada na olericultura como prática conservacionista e para ganhos de produção, principalmente no que diz respeito ao aumento da matéria orgânica, retenção de água e melhoria nos atributos químicos do solo (Oliveira et al., 2008).

Entre as espécies utilizadas para cobertura morta de solo, destacam-se as leguminosas por fixarem nitrogênio (N) atmosférico por associação com bactérias fixadoras de N, aumentando o aporte deste elemento no sistema, de forma mais ágil, pois a decomposição de sua palhada é rápida, quando fragmentada e depositada na superfície do solo, com liberação de nutrientes e favorecimento do desempenho agrônomo das culturas (Aita & Giacomini, 2003).

Jama et al. (2000) relatam várias bibliografias sobre o uso de margaridão (*Tithonia diversifolia*) como adubo verde de cobertura, na forma de corte e aplicação sobre o solo, na região oeste do Quênia, onde há grande abundância e alta produção de biomassa desta espécie. A composição média verificada para esta planta foi 3,5% de N, 0,37% de fósforo (P) e 4,1% de potássio (K), comprovando seu potencial de uso como fornecedora de nutrientes como adubo de cobertura. Segundo os autores, há relatos comprovados de melhoria na fertilidade do solo e no desenvolvimento de várias culturas. O uso de 5,0 t ha⁻¹ de matéria seca reduziu a adsorção de fósforo e aumentou a biomassa microbiana no solo. Observou-se também que o uso do margaridão foi mais rentável em culturas de maior retorno econômico como as hortaliças, do que com milho, devido aos custos de corte, transporte e aplicação da biomassa no campo.

Aguyoh et al. (2010) relataram que o declínio da produtividade da melancia no Quênia é devido ao esgotamento do nitrogênio e da matéria orgânica do solo. Por isso, avaliaram o uso de diversas quantidades de biomassa verde de *Tithonia diversifolia*, equivalentes a 1,8 t.ha⁻¹, 3,6 t.ha⁻¹ e 5,4 t.ha⁻¹ de matéria seca, como adubo de cobertura para esta cultura. A dose mais alta de 5,4 t.ha⁻¹ aumentou significativamente a produção total e comercial de frutos, o número de frutos e o peso médio. Os acréscimos na produção total variaram de 25% a 31%, com melhorias também no teor de açúcares dos frutos.

Baggio & Soares (2002) avaliaram a resposta do morangueiro à aplicação de biomassa verde triturada

de timbó (*Ateleia glazioveana* Baillon), que apresentava 3,5% de N na matéria seca das folhas e 1,5% nos ramos finos. A biomassa foi incorporada ao solo do canteiro 20 dias antes do plantio das mudas, na base de 1,8 kg.m⁻², equivalente a 200 kg de N por ha. A produção total de 383,35 g por planta nos morangueiros adubados com timbó foi 18,45% superior às 323,63 g por planta, obtida na adubação orgânica convencional com esterco e MB-4®. Também não foram detectados quaisquer problemas de fitotoxicidade ou fitossanidade da biomassa de timbó sobre a cultura.

Além do ganho produtivo das culturas, o aporte de biomassa triturada de leguminosas pode alterar os atributos químicos e físicos do solo, conforme relatado por Barreto & Fernandes (2001). Cultivando mandioca em alamedas de gliricídia e leucena, esses autores comprovaram melhorias no potencial hidrogeniônico (pH), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), densidade e macroporosidade, mas não detectaram diferenças na matéria orgânica e capacidade de troca catiônica (CTC), após três anos de manejo.

O desempenho produtivo de muitas hortaliças em sistema orgânico de cultivo tem sido limitado pelo fornecimento insuficiente do nitrogênio, tanto pela baixa adoção da adubação verde, como pelo baixo uso de fontes de resíduos orgânicos ricos em nitrogênio para complementar a nutrição das plantas. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adubação em cobertura com biomassa verde triturada de leucena (*Leucaena leucocephala*) e mamona (*Ricinus communis*), para o desenvolvimento do repolho e suas interferências nas características do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi executado na Unidade de Referência em Agroecologia do Incaper, município de Domingos Martins-ES, no período de maio a julho de 2011, por meio de dois experimentos, sendo um com resíduos triturados de leucena e outro com resíduos triturados de mamona, como adubos de cobertura, utilizando-se mudas de repolho da variedade ‘chato de quintal’, transplantadas aos 25 dias após sementeio.

Os resíduos verdes de leucena utilizados eram constituídos de ramos e folhas obtidos de plantas submetidas a podas 2 a 3 vezes ao ano, com comprimento de hastes variando de 1,5 a 2,5 m. Os resíduos verdes de mamona constituídos de hastes tenras, talos, folhas e bagas, retirados das extremidades das plantas. A trituração



de ambos resíduos foi feita em um triturador vertical, regulado para espessura de corte de 5 mm. A biomassa foi adicionada como adubação em cobertura nos vasos com repolho, aos 15 dias após o transplante das mudas.

As composições médias das biomassas trituradas confirmaram teor de nitrogênio, com 3,4% para a leucena e 3,5% para a mamona. A biomassa verde de leucena apresentou teor médio de 27% de matéria seca, sendo esta constituída de: matéria orgânica (94%); pH (5,8); N (3,4%); P (0,3%); K (2,0%); Ca (1,3%); Mg (0,2%); S (0,2%); Zn (28 mg.kg⁻¹); Fe (153 mg.kg⁻¹); Mn (41 mg.kg⁻¹); Cu (6 mg.kg⁻¹) e B (30 mg.kg⁻¹). A biomassa verde de mamona apresentou teor médio de 21% de matéria seca, sendo esta constituída de: matéria orgânica (92%); pH (5,3); N (3,5%); P (0,4%); K (2,2%); Ca (1,5%); Mg (0,2%); S (0,2%); Zn (42 mg.kg⁻¹); Fe (189 mg.kg⁻¹); Mn (85 mg.kg⁻¹); Cu (9 mg.kg⁻¹) e B (27 mg.kg⁻¹).

As unidades experimentais foram compostas de uma planta de repolho, plantada em vasos redondos, com diâmetro de 25 cm e altura de 20 cm. Estes recipientes foram preenchidos com solo homogêneo retirado de uma área da unidade experimental de cultivo orgânico. No início e final do experimento foram retiradas amostras simples do solo de cada parcela para caracterização e avaliação do efeito da adubação em cobertura sobre os solos em cada tratamento.

Para o plantio das mudas, não foi adotada adubação de base, devido ao alto nível de fertilidade do solo, advindo de sistema orgânico com grande conteúdo residual de adubos orgânicos utilizados em cultivos anteriores. As adubações em cobertura foram realizadas com resíduos verdes triturados de leucena e mamona, aplicados em quatro espessuras de cobertura no entorno da muda, em toda superfície do vaso, correspondente a uma área de 0,049 m² por muda. O delineamento experimental de cada experimento foi em blocos casualizados, com cinco repetições, seguindo um esquema de parcelas subdivididas no tempo, com cinco tratamentos nas parcelas e cinco épocas de avaliações nas subparcelas (0, 7, 14, 21 e 28 dias).

Os tratamentos do experimento 1, utilizando-se a leucena triturada (com densidade = 252 kg.m⁻³, teor de matéria seca = 27% e teor de N = 3,4%) em cinco espessuras de camada, estão apresentados a seguir, com os correspondentes aportes de volume, biomassa e nitrogênio por hectare: 1) 0 cm (sem adubação cobertura); 2) 1 cm (20,4 m³.ha⁻¹) = 5.141 kg verde ha⁻¹ = 1.388 kg seco ha⁻¹ = 47 kg de N ha⁻¹; 3) 2 cm (40,8 m³.ha⁻¹) =

10.282 kg verde ha⁻¹ = 2.776 kg seco ha⁻¹ = 94 kg de N ha⁻¹; 4) 3 cm (61,2 m³.ha⁻¹) = 15.423 kg verde ha⁻¹ = 4.164 kg seco ha⁻¹ = 141 kg de N ha⁻¹; 5) 4 cm (81,6 m³.ha⁻¹) = 20.564 kg verde ha⁻¹ = 5.552 kg seco ha⁻¹ = 188 kg de N ha⁻¹.

Os tratamentos do experimento 2, utilizando-se a mamona triturada (com densidade = 290 kg.m³, teor de matéria seca = 21% e teor de N = 3,5%) em cinco espessuras de camada, estão apresentados a seguir, com os correspondentes aportes de volume, biomassa e nitrogênio por hectare: 1) 0 cm (sem adubação cobertura); 2) 1 cm (20,4 m³.ha⁻¹) = 5.916 kg verde ha⁻¹ = 1.242 kg seco ha⁻¹ = 43 kg de N ha⁻¹; 3) 2 cm (40,8 m³.ha⁻¹) = 11.832 kg verde ha⁻¹ = 2.484 kg seco ha⁻¹ = 86 kg de N ha⁻¹; 4) 3 cm (61,2 m³.ha⁻¹) = 17.748 kg verde ha⁻¹ = 3.724 kg seco ha⁻¹ = 129 kg de N ha⁻¹; 5) 4 cm (81,6 m³.ha⁻¹) = 23.664 kg verde ha⁻¹ = 4.968 kg seco ha⁻¹ = 172 kg de N ha⁻¹.

As irrigações dos vasos foram feitas no turno de rega de 2 dias, com volume de água de 200 mL para todos os tratamentos. Após a adubação de cobertura, as avaliações do vigor (por avaliação visual com escala de notas de 0 a 10, onde 0 é ausência de crescimento e 10 é crescimento normal) e da altura das plantas (medidas em cm), foram realizadas a cada 7 dias. No final dos experimentos, aos 28 dias após a aplicação da adubação em cobertura, foram avaliados o número de folhas e a massa da matéria fresca e seca da parte aérea das plantas de repolho.

Amostras de solo foram coletadas antes e após 28 dias da adubação de cobertura, ou seja, antes e depois, visando avaliar o impacto sobre a fertilidade. Foram determinados, segundo Embrapa (1997), o pH em H₂O na relação 1:2,5 (solo:água); P disponível: extrator Mehlich¹ e determinação por colorimetria; K⁺: extrator Mehlich¹ e determinação por espectrofotometria de chama; Ca⁺² e Mg⁺²: extrator KCl 1 mol.L⁻¹ e determinação por espectrometria de absorção atômica; Al⁺³: extrator KCl 1 mol.L⁻¹ e determinação por titulometria com NaOH 0,025 mol.L⁻¹; H + Al: extrator Ca(Oac)₂ 0,5 mol.L⁻¹ a pH 7,0 e matéria orgânica (MO): oxidação de carbono via úmido com dicromato de sódio em meio ácido (H₂SO₄) (Yeomans & Bremner, 1988).

Os dados das características vigor e altura foram submetidos à análise de regressão utilizando o desdobramento das interações para estudar o comportamento das épocas de avaliação (a cada 7 dias) dentro de cada espessura de camada e vice-versa. Para as características número de folhas, massa da matéria

fresca e seca da parte aérea das plantas de repolho e para as de fertilidade de solo coletadas aos 28 dias após a adubação de cobertura, os dados foram submetidos às análises de regressão. Os modelos foram testados pelo teste F e os coeficientes pelo teste t, e as médias das características de adubação de cobertura, antes e depois, foram comparadas utilizando o teste t, empregando-se o programa para análise estatística SAEG (Ribeiro Júnior & Melo, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de folhas do repolho foi afetado significativamente de forma linear pelos diferentes aportes de N pela biomassa de leucena (Figura 1A), não atingindo ponto de estabilidade, indicando potencial de resposta com aporte de maiores quantidades de biomassa. Para a mamona, apesar da tendência ter sido similar, o modelo de regressão não foi significativo (Figura 1B).

Moreira et al. (2011), avaliando o crescimento e produção de repolho em função de doses de nitrogênio, também observaram incremento linear do número de folha com o aumento das doses de N de 0 a 450 kg.ha⁻¹, atribuindo este resultado ao efeito promovedor do nitrogênio no crescimento (Ferreira et al., 2002). Ekblad et al. (2007) também encontraram relação de proporcionalidade entre área foliar e nitrogênio, mostrando relação direta entre expansão da área foliar e absorção de N.

A massa da matéria fresca e seca do repolho elevaram-se progressivamente com o aumento do aporte de N pelas biomassas de leucena e de mamona. Para a leucena, a massa da matéria fresca das plantas de repolho apresentou ajuste significativo ao modelo quadrático, com tendência de estabilização a partir de 226 kg.ha⁻¹ de N (Figura 1C). Por outro lado, a massa da matéria seca apresentou ajuste significativo ao modelo linear (Figura 1D).

Para a mamona, tanto para a massa da matéria fresca quanto para matéria seca das plantas, o melhor ajuste foi verificado no modelo linear, com o aumento do N pela biomassa (Figuras 1E e 1F, respectivamente). De forma semelhante ao obtido no presente trabalho, Moreira et al. (2011) observaram que a massa da matéria seca de folhas e caules das plantas de repolho aumentaram de forma linear ao aumento das doses de N. Esses resultados comprovam a importância do nitrogênio no crescimento das plantas de repolho, onde o incremento nas doses de nitrogênio, ao proporcionar maior disponibilidade do nutriente às plantas, estimulou o crescimento do repolho, resultando em maior produção de matéria seca.

O vigor das plantas foi afetado positivamente pelos tratamentos a partir de 21 dias da adubação em cobertura, comprovando eficiência significativa da biomassa de leucena na nutrição nitrogenada do repolho, com ajuste linear aos 21 dias e ajuste polinomial quadrático aos 28 dias (Figura 1G). A biomassa de mamona apresentou a mesma tendência de efeito, mas não houve ajuste significativo aos modelos. O acompanhamento do vigor das plantas no tempo também confirmou a eficiência da adubação em cobertura com leucena, uma vez que na ausência de adubação e no menor aporte de N (47 kg.ha⁻¹), houve decréscimo linear do vigor até 28 dias. Porém, nas adubações com maior aporte de N (94, 141 e 188 kg.ha⁻¹) comprovaram-se progressões de vigor no tempo (Figura 1H).

As alturas das plantas de repolho não foram afetadas pelas adubações em cobertura com biomassa de leucena e mamona, não havendo relação funcional significativa com as quantidades de biomassa aplicada. A limitação de resposta em altura de plantas a crescentes aportes de N pelas biomassas pode ser justificada pela característica genética de crescimento da planta de repolho, que no estágio fenológico intermediário apresentam maior crescimento lateral do que vertical.

As médias das características dos atributos químicos dos solos, antes e 28 dias depois da aplicação dos tratamentos em cada experimento, estão apresentadas na Tabela 1. Analisando-se as características antes e depois da aplicação dos tratamentos, verificou-se que o pH e a capacidade de troca de cátions foram elevados pelos efeitos das biomassas de leucena a partir da espessura de 3 cm e da mamona a partir da espessura de 2 cm. O maior efeito por ocasião do uso da mamona, iniciando-se com a aplicação de uma camada de 2 cm, se deve aos maiores teores de potássio e cálcio na sua biomassa (K = 2,2% e Ca = 1,5%), em relação à leucena (K = 2,0% e Ca = 1,3%), respectivamente, como indicado nas análises laboratoriais. Reflexo disto, o aporte dos dois tipos de biomassa, a partir da espessura de 2 cm, contribuiu para manter a saturação de bases do solo, que nos tratamentos sem adubação de cobertura e 1 cm, reduziu significativamente ao nível de 5% de probabilidade. A matéria orgânica do solo não foi afetada pela aplicação das biomassas das plantas (Tabela 1).

Aos 28 dias após a aplicação dos tratamentos, verificou-se um decréscimo significativo de fósforo (P) no solo em todos os tratamentos com leucena e mamona, sendo este fato atribuído ao baixo teor de P na composição dos tecidos destas plantas, associado



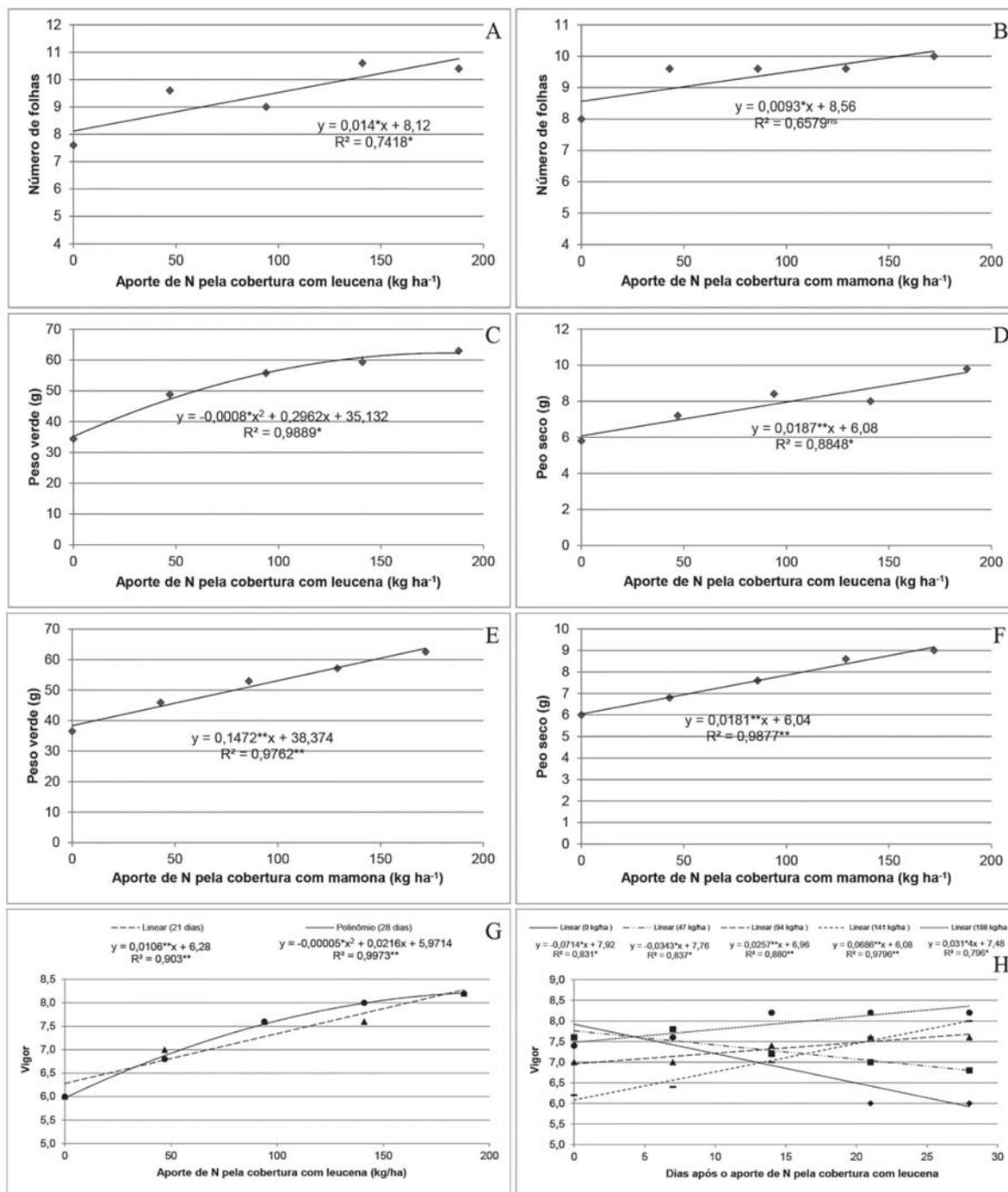


Figura 1 - Número de folhas em função do aporte de N pela biomassa de leucena (A) e mamona (B); Peso verde (C) e seco (D) de plantas de repolho em função do aporte de N pela biomassa de leucena; Peso verde (E) e seco (F) de plantas de repolho em função do aporte de N pela biomassa de mamona. Vigor de plantas de repolho aos 21 e 28 dias em função do aporte de N (G) e em função do tempo após aplicação (H) da biomassa de leucena.

à extração deste nutriente pelas plantas de repolho. Por outro lado, por serem plantas com boa composição em potássio (K) e por este nutriente deslocar-se facilmente

da biomassa para o solo, o teor de K foi maior aos 28 dias após a aplicação de 3 e 4 cm de leucena e após a aplicação de 2, 3 e 4 cm de mamona (Tabela 2). O

Tabela 1 - pH, capacidade de troca de cátions (CTC), saturação de bases (V) e matéria orgânica (MO) do solo, antes e 28 dias após a adubação de cobertura com biomassa de leucena (A) e mamona (B)¹

Espessura - aporte de N	(A) Biomassa de leucena							
	pH		CTC		V		MO	
	(água 1:2,5)		(cmol _c dm ⁻³)		%			
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
0 cm - 0 kg ha ⁻¹ de N	6,2	6,2 ^{ns}	9,5	9,7 ^{ns}	74	72 *	6,0	5,8 ^{ns}
1 cm - 47 kg ha ⁻¹ de N	6,2	6,3 ^{ns}	9,7	9,6 ^{ns}	75	72 *	5,7	6,2 ^{ns}
2 cm - 94 kg ha ⁻¹ de N	6,2	6,4 ^{ns}	9,5	9,4 ^{ns}	74	72 ^{ns}	5,9	6,0 ^{ns}
3 cm - 141 kg ha ⁻¹ de N	6,2	6,3 *	9,3	10,0 *	74	73 ^{ns}	5,8	6,0 ^{ns}
4 cm - 188 kg ha ⁻¹ de N	6,2	6,4 *	9,6	10,2 *	74	73 ^{ns}	5,8	5,7 ^{ns}

Espessura - aporte de N	(B) Biomassa de mamona							
	pH		CTC		V		MO	
	(água 1:2,5)		(cmol _c dm ⁻³)		%			
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
0 cm - 0 kg ha ⁻¹ de N	6,3	6,3 ^{ns}	9,9	9,6 ^{ns}	77	74 *	6,4	6,0 ^{ns}
1 cm - 43 kg ha ⁻¹ de N	6,3	6,3 ^{ns}	9,6	9,9 ^{ns}	76	74 *	5,7	5,2 ^{ns}
2 cm - 86 kg ha ⁻¹ de N	6,3	6,5 *	9,7	10,6 *	76	77 ^{ns}	5,7	5,3 ^{ns}
3 cm - 129 kg ha ⁻¹ de N	6,3	6,5 *	9,9	10,9 *	77	78 ^{ns}	6,0	6,3 ^{ns}
4 cm - 172 kg ha ⁻¹ de N	6,3	6,5 *	9,8	11,7 *	76	77 ^{ns}	5,3	5,5 ^{ns}

¹ ns não significativo e * significativo a 5% pelo teste 't', comparando antes e depois para cada variável.

Tabela 1 - Teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) no solo, antes e 28 dias após a adubação de cobertura com biomassa de leucena (A) e mamona (B)¹

Espessura - aporte de N	(A) Biomassa de leucena							
	P		K		Ca		Mg	
	(mg dm ⁻³)		(mg dm ⁻³)		(cmolc dm ⁻³)			
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
0 cm - 0 kg ha ⁻¹ de N	129	114 *	455	425 ^{ns}	4.7	4.7 ^{ns}	1.2	1.1 *
1 cm - 47 kg ha ⁻¹ de N	126	110 *	460	465 ^{ns}	4.8	4.7 ^{ns}	1.2	1.1 *
2 cm - 94 kg ha ⁻¹ de N	124	114 *	451	474 ^{ns}	4.7	4.6 ^{ns}	1.2	1.1 *
3 cm - 141 kg ha ⁻¹ de N	128	114 *	454	608 *	4.6	4.7 ^{ns}	1.2	1.2 *
4 cm - 188 kg ha ⁻¹ de N	124	115 *	465	680 *	4.7	4.6 ^{ns}	1.2	1.1 *

Espessura - aporte de N	(B) Biomassa de mamona							
	P		K		Ca		Mg	
	(mg dm ⁻³)		(mg dm ⁻³)		(cmolc dm ⁻³)			
	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois	Antes	Depois
0 cm - 0 kg ha ⁻¹ de N	133	115 *	605	602 ^{ns}	4.8	4.5 ^{ns}	1.3	1.1 *
1 cm - 43 kg ha ⁻¹ de N	127	110 *	496	713 ^{ns}	4.8	4.4 ^{ns}	1.2	1.1 ^{ns}
2 cm - 86 kg ha ⁻¹ de N	132	116 *	518	1045 *	4.9	4.4 ^{ns}	1.3	1.2 *
3 cm - 129 kg ha ⁻¹ de N	137	122 *	532	1003 *	5.0	4.7 ^{ns}	1.3	1.3 ^{ns}
4 cm - 172 kg ha ⁻¹ de N	126	112 *	465	1142 *	5.0	5.1 ^{ns}	1.2	1.1 *

¹ ns não significativo e * significativo a 5% pelo teste 't', comparando antes e depois para cada variável.



maior efeito da mamona se justifica pela sua maior composição em K (2,2% na mamona, contra 2,0% na leucena). Os teores de cálcio no solo não foram influenciados pelo aporte das biomassas e os teores de magnésio sofreram redução.

As espessuras das camadas não apresentaram ajustes significativos aos modelos de regressão para os atributos químicos do solo, à exceção do teor de potássio, que foi favorecido com o aumento das quantidades de biomassas de leucena e mamona aplicadas, apresentando ajustes lineares significativos, conforme mostrado na Figura 2A e 2B, respectivamente. Pela maior inclinação da reta, verifica-se aporte de K foi mais intenso para a mamona, provavelmente, devido apresentar maior teor de K nos seus tecidos.

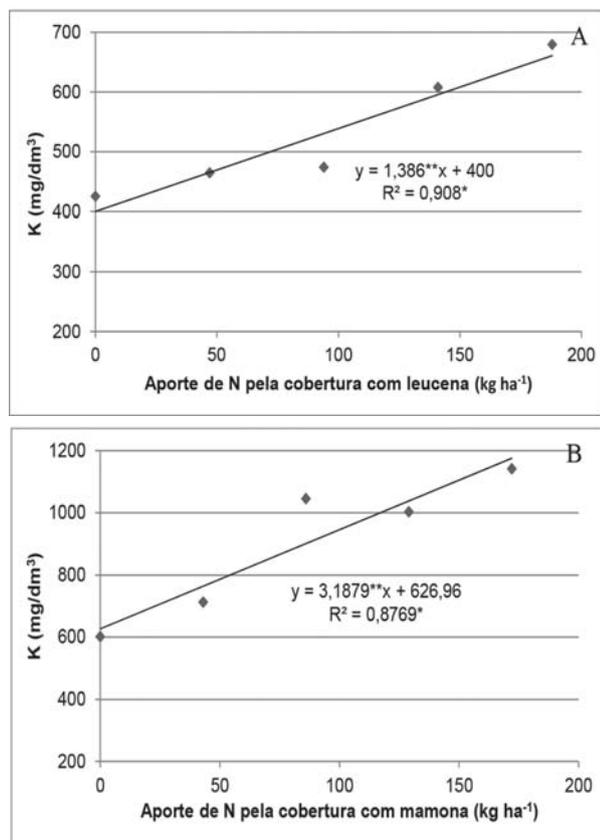


Figura 2 - Teores de potássio no solo em função do aporte de N pela adubação de cobertura com biomassa de leucena (A) e mamona (B), 28 dias após a aplicação.

CONCLUSÃO

O uso de biomassa verde triturada de leucena e mamona como adubos de cobertura proporcionaram efeitos positivos sobre o desenvolvimento inicial das plantas de repolho, especialmente nas maiores espessuras, com efeitos mais expressivos ocorrendo no final do período avaliado, aos 28 dias após a adubação.

Não foram verificados efeitos significativos sobre os atributos do solo pH, CTC, V, MO, P, Ca e Mg para as diferentes espessuras de aplicação das biomassas de leucena e mamona, à exceção do teor de potássio, que foi favorecido com o aumento das quantidades de biomassas aplicadas.

Tanto a biomassa de leucena como de mamona, apresentam potencial de uso como adubação em cobertura em cultivo orgânico de repolho.

LITERATURA CITADA

AGUYOH, J.N.; AUDI, W.; SAIDI, M. et al. Growth, yields and quality response of watermelon (*Citrullus lanatus* (Thumb) Mansf. & nakai) cv. Crimson Sweet) subjected to different levels of tithonia manure. **International Journal of Science and Nature**, v.1, n.1, p.7-11, 2010.

AITA, C.; GIACOMINI, S.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.601-612, 2003.

BAGGIO, A.J.; SOARES, A.O. **Comportamento do morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) sob adubação verde com Timbó (*Ateleia glazioviana* Baillon)**. Colombo, PR: EMBRAPA Florestas, 2002. 4p.

BARRETO, A.C.; FERNANDES, M.F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.10, p.1287-1293, 2001.

EKBLADH, G.; WITTER, E.; ERICSSON, T. Ontogenetic decline in the nitrogen concentration of field grown white cabbage – Relation to growth components. **Scientia Horticulturae**, v.112, p.149-155, 2007.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p. 2ed.

FERREIRA, W.R.; RANAL, M.A.; FILGUEIRA, F.A.R. Fertilizantes e espaçamento entre plantas na produtividade da couve-da-malásia. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.635-640. 2002.

JAMA, B.; PALM, C.A.; BURESH, R.J. et al. *Tithonia diversifolia* as a green manure for soil fertility improvement in western Kenya: A review. **Agroforestry Systems**, v.49, n.2, p.221-221, 2000.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

MOREIRA, M.A.; VIDIGAL, S.M.; SEDIYAMA, M.A.N. et al. Crescimento e produção de repolho em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.1, p.117-121, 2011.

OLIVEIRA, F.F.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L.A. et al. Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v.26, p.216-220, 2008.

RIBEIRO JÚNIOR J.I.; MELO, A.L.P. **Guia prático para utilização do SAEG**. Viçosa: Folha Editora, 2009. 288p.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, n.13, p.1467-1476, 1988.

Recebido para publicação em 28/6/2017 e aprovado em 5/9/2017



DESEMPENHO AGRONÔMICO E ATIVIDADE FOTOSSINTÉTICA DE RABANETES NAS CONDIÇÕES AMAZÔNICAS

Antonia Mirian Nogueira de Moura Guerra^{1*}, Júlia Batista Azevedo Ferreira², Thaís Silva Vieira³, Jaci Roecker Franco⁴

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico de cultivares de rabanete (*Raphanus sativus* L.) nas condições climáticas amazônicas. Adotou-se o delineamento em blocos ao acaso com quatro tratamentos, sendo as variedades de rabanete: Gigante Siculo, Saxa, Spakler e Zapp, todas da empresa ISLA Sementes®. As avaliações foram realizadas aos 15 e 30 dias após a emergência (DAE). Avaliou-se: número de folhas, altura da planta, diâmetro da raiz, massa fresca e seca das folhas e da raiz, produtividade, razão de massa de folhas e raiz, taxa de assimilação líquida de carbono (A), condutância (g_s), taxa transpiratória (E), eficiência instantânea no uso da água (A/E) e relação entre as concentrações interna e externa de carbono (C_i/C_a). A cultivar Saxa apresentou maior altura de plantas, diâmetro da raiz, massa fresca das folhas e da raiz, enquanto que a cultivar Zapp apresentou maior razão de massa foliar (RMF), e as cultivares Spakler e Saxa mostraram maior razão de massa radicular (RMR) aos 15 DAE. Aos 30 DAE a cultivar Zapp apresentou maior número de folhas, a Gigante Siculo apresentou maior massa fresca das folhas, da raiz e RMR em relação as demais cultivares. Quanto a produtividade, não houve diferença estatística entre as cultivares, entretanto, Saxa, Spakler e Zapp tenderam a maiores produtividades, com 17, 21, 16,12 e 15,23 t ha⁻¹, respectivamente. No intervalo de 15 dias entre avaliações, todas as cultivares passaram a apresentar o dobro de massa fresca em suas raízes, e as cultivares Gigante Siculo e Saxa apresentaram raízes com 39,78 e 39,92g, com um ganho diário de 1,97 e 1,41g, respectivamente. Zapp e Spakler apresentaram maior taxa fotossintética ($A = 19,96 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e transpiração ($E = 5,00 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) em relação as demais, respectivamente. Spakler apresentou maior condutância estomática e relação C_i/C_a com incrementos de 10,87% e 5,63%, respectivamente, em relação à Zapp, bem como menor eficiência instantânea no uso da água frente as demais. Zapp e Saxa foram as cultivares com maior taxa fixação de carbono e eficiência no uso da água a custo de menor transpiração e abertura estomática e maior eficiência da maquinaria fotossintética. Podemos indicar para o cultivo nas condições de Santarém-PA, as cultivares Saxa, Spakler e Zapp, pois apresentaram-se como as mais produtivas.

Palavras-chave: partição de assimilados, produtividade, *Raphanus sativus* L., Santarém- PA.

AGRONOMIC PERFORMANCE AND PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF RADISHES IN AMAZONIAN CONDITIONS

ABSTRACT - The objective of this work was to evaluate the agronomic performance of radish cultivars (*Raphanus sativus* L.) under the Amazon climatic conditions. A randomized complete block design was used with four treatments: radish: Gigante Siculo, Saxa, Spakler and Zapp, all from the company ISLA Sementes®. The spacing adopted was 0.10 x 0.10 m. The evaluations were performed at 15 and 30 days after the emergency (DAE). The number of leaves, plant height, root diameter, fresh and dry leaf and root mass, yield, leaf and

¹ Docente do curso de Agronomia da Universidade Federal do Oeste da Bahia, Centro Multidisciplinar Campus de Barra, Av. 23 de Agosto s/nº, Bairro Assunção, CEP: 47100-000, Barra - BA. E-mail: mirianagronoma@hotmail.com. *Autor para correspondência.

² Discente do curso de Agronomia da Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Biodiversidade e Florestas (Unidade Tapajó), Rua Vera Paz, s/nº, Bairro Salé, CEP:68035-110, Santarém - PA.

³ Discente do curso de Agronomia da Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Biodiversidade e Florestas (Unidade Tapajó), Rua Vera Paz, s/nº, Bairro Salé, CEP:68035-110, Santarém - PA.

⁴ Discente do curso de Agronomia da Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Biodiversidade e Florestas (Unidade Tapajó), Rua Vera Paz, s/nº, Bairro Salé, CEP:68035-110, Santarém - PA.



root mass ratio, net carbon assimilation rate (A), conductance (g_s), Transpiration rate (E), instantaneous water use efficiency (A/E), and the relationship between internal and external carbon ((C_i/C_a) concentrations. *Saxa* cultivar showed higher plant height, root diameter, fresh leaf and root mass, while cultivar *Zapp* presented higher RMF, and cultivars *Spakler* and *Saxa* showed higher RMR at 15 DAE. At 30 DAE, the *Zapp* cultivar presented the highest number of leaves, *Giant Siculo* presented a higher fresh leaf mass, root and RMR in relation to the other cultivars. As for productivity, there was no statistical difference between cultivars, however, *Saxa*, *Spakler* and *Zapp* tended to higher yields, with 17.21, 16.12 and 15.23 t ha⁻¹, respectively. In the interval of 15 days between evaluations, all cultivars started to show twice the fresh mass in their roots, and the cultivars *Gigante Siculo* and *Saxa* showed roots with 39.78 and 39.92g, with a daily gain of 1.97 and 1.41g, respectively. *Zapp* and *Spakler* presented higher photosynthetic rates ($A = 19.96 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) and transpiration ($E = 5.00 \text{ } \mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) relative to the others, respectively. *Spakler* presented higher stomatal conductance and C_i/C_a ratio with increments of 10.87% and 5.63%, respectively, in relation to *Zapp*, as well as lower instantaneous efficiency in water use compared to the others. *Zapp* and *Saxa* were the cultivars with higher rate of carbon fixation and efficiency in water use at the expense of lower transpiration and stomatal opening and greater efficiency of the photosynthetic machinery. We can indicate the cultivars *Saxa*, *Spakler* and *Zapp* for the cultivation in the conditions of Santarém-PA, because they presented themselves as the most productive.

Keywords: partition of assimilates, productivity, *Raphanus sativus* L., Santarém - PA.

INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) pertence à família das Brassicaceae e é originária da região mediterrânea, possui porte reduzido e tolerância a condições adversas do clima (Filgueira, 2008). Sua raiz consiste de um bulbo comestível de cor vermelha e sabor picante, com propriedades medicinais, expectorante natural e estimulante do sistema digestivo, contendo vitaminas A, B1, B2, potássio, cálcio, fósforo e enxofre (Oliveira et al., 2010). É uma olerícola que tem como característica principal o seu ciclo de produção muito curto.

É uma cultura ainda de pouca expressividade no mercado nacional (Puliti et al., 2009), mesmo assim é explorado em muitas propriedades de pequeno porte dos cinturões verdes das grandes cidades (Oliveira et al., 2010), pois o seu cultivo possibilita um retorno financeiro rápido, com obtenção de renda no período entre duas outras culturas de ciclo mais longo (Matos et al., 2015), além de ser uma opção para a rotação de cultura.

Pode ser usada como cultura “cash” entre outras de ciclo longo, com épocas definidas de plantio, além de ser relativamente rústica e apresentar retorno rápido (Minami et al., 1998). É uma espécie exigente em solo fértil principalmente para evitar distúrbios fisiológicos, como rachadura da raiz e podendo responder a doses de adubo orgânico na faixa de 15 a 45 t ha⁻¹ de húmus de minhoca ou esterco bovino curtido (Costa et al., 2006).

A região Norte como um todo, e mais especificamente o estado do Pará, carece de muitas informações técnicas sobre a produção de hortaliças, e sobretudo exploração de cultivares adaptadas às condições de produção na região amazônica. O clima quente e úmido favorece a ocorrência de pragas e doenças, que contribuem para a diminuição da produtividade e redução da qualidade da maioria das espécies, tornando-se um desafio de produzir hortaliças nessa região.

Para a introdução de uma cultura em determinado local devemos realizar testes preliminares com a finalidade de avaliar o desempenho agrônomo, comportamento produtivo do material genético, as pragas e doenças que poderão afetá-la, bem como ajustar as estratégias de manejo antes de disseminá-lo aos produtores, para assim garantir o bom êxito de sua exploração. O estudo da análise de crescimento é amplamente utilizado para acompanhar o padrão de crescimento da planta ou de partes dela, permitindo inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos para o crescimento vegetal, sendo útil no estudo de variações entre plantas geneticamente diferentes ou sob diferentes condições ambientais (Aguilera et al., 2004).

Considerando as características peculiares que envolvem a exploração agrícola no ecossistema amazônico, devemos sempre que possível adotar o emprego de técnicas agroecológicas de forma a não agridem o meio ambiente e ao mesmo tempo possibilitar aos agricultores a disponibilidade de materiais adaptados a exploração



nas condições locais. Assim, estudos de comportamento de cultivares nas condições locais são de fundamental importância para uma posterior indicação de sua exploração comercial.

Nesse contexto, a região Norte como um todo, é aquela que apresenta um baixo consumo de hortaliças em função de aspectos culturais, preço elevado, que causa uma dificuldade de acesso por boa parte da população local e também pela dificuldade de produzir, carecendo de muitas informações técnicas sobre a produção de hortaliças. Assim para incentivar o cultivo de rabanete por produtores locais, antes de tudo, faz-se necessário o estudo do comportamento produtivo e adaptativo de algumas cultivares as condições locais para posteriormente, indicar o seu cultivo. Desse modo, este trabalho objetivou avaliar o desempenho produtivo e a atividade fotossintética de cultivares de rabanete nas condições climáticas amazônicas.

MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área comercial de um horticultor na comunidade rural do Tabocal, município de Santarém - PA (02° 24' 52" S; 54° 42' 36" W; 152 m de altitude) na mesorregião do Baixo Amazonas. O clima da região é do tipo Ami, tropical com uma estação anual seca de dois a três meses e precipitação anual média de 2.000 mm (Silva & Nechet, 2006).

A análise do solo da área experimental (0-20 cm) apresentou as características apresentadas na Tabela 1.

O experimento foi disposto em quatro blocos inteiramente casualizado, com quatro repetições, constando de 16 parcelas. As parcelas foram constituídas por quatro cultivares de rabanete (Gigante Siculo, Saxa, Spakler e Zapp, todas da empresa ISLA Sementes®). As parcelas apresentaram 1,20 m de largura por 2,00 m de comprimento com uma área total de 2,40 m², sendo que a área útil foi de 1,00 x 1,80 m, perfazendo 1,80 m². O espaçamento adotado foi de 0,10 x 0,10 m a uma profundidade de semeadura de 2 cm.

O solo foi preparado por meio de uma gradagem e o preparo dos canteiros foi realizado de forma manual. Cada canteiro correspondeu a um bloco, em que cada um possuía dimensão de 1,2 x 10,0 m, altura de aproximadamente 0,25 m e o espaçamento entre canteiros foi de 0,50 m. Na adubação de plantio foi utilizado o esterco bovino que apresentava a seguinte composição: N = 10,3 g kg⁻¹; P = 11,3 g kg⁻¹; K₂O = 1,3 g kg⁻¹; Ca = 27,6 g kg⁻¹; Mg = 1,5 g kg⁻¹; S = 0,8 g kg⁻¹; pH = 5,2; matéria orgânica (MO) = 109,7 g kg⁻¹; cinzas = 856,1 g kg⁻¹. Foi utilizada uma dose de 30 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido.

O controle de plantas daninhas foi efetuado através de capina manual e a irrigação foi realizada via microaspersão, visando manter o a umidade do solo próximo à capacidade de campo. Foi realizada uma pulverização com calda de alho e pimenta do reino para controle da mosca branca (*Bemisia tabaci*) aos 10 dias após a emergência.

As avaliações foram realizadas aos 15 e 30 dias após a emergência (DAE). Foram avaliadas dentre as plantas úteis, dez plantas por repetição com a análise destrutiva das mesmas. Avaliou-se: número de folhas, altura da planta (cm), diâmetro da raiz (cm), massa fresca das folhas (g), massa fresca da raiz (g), massa seca das folhas (g), massa seca da raiz (g) e produtividade (t ha⁻¹). Calculou-se a razão de alocação de biomassa nas folhas e nas raízes através da razão de massa de folhas (RMF - razão entre a massa seca das folhas e a massa seca total) e da raiz (RMR - razão entre a massa seca da raiz e a massa seca total). A massa seca foi obtida pela pesagem após secagem em estufa com circulação de ar a 70 °C até massa constante, conforme Hunt (1990).

As trocas gasosas foram avaliadas aos 28 dias após a emergência no período compreendido entre as 9h e 11h da manhã, tomando-se as leituras na folha completamente expandida de cinco plantas por parcela. Para tal, foi utilizado um analisador de gases infravermelhos – IRGA (LC pro+, Analytical Development

Tabela 1 - Características do solo da área experimental na camada de 0 - 20 cm

pH em	P (Mehlich 1)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	S	V	M.O
H ₂ O	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³				%	g kg ⁻¹
6,2	8,9	94	4,6	1,3	1,9	6,1	76	28,7

Company, Hoddesdon, Reino Unido). Durante as avaliações, a umidade relativa do ar foi de aproximadamente $76 \pm 5\%$, a temperatura foliar variou de 28 a 32 °C e a concentração ambiente de CO_2 foi cerca de $380 \mu\text{mol mol}^{-1}$ e irradiância de saturação de $1000 \mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Foram tomados os parâmetros: taxa de assimilação líquida de carbono ($A - \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); condutância estomática ao vapor de água ($g_s - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); taxa transpiratória ($E - \text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); eficiência instantânea no uso da água ($A/E - (\mu\text{mol de CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ de H}_2\text{O})$) e relação entre as concentrações interna e externa de carbono (C_i/C_a).

Os resultados obtidos, das características avaliadas, foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico SAEG (Ribeiro Júnior, 2001), sendo os tratamentos comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi constatado aos 15 DAE efeito significativo das cultivares para todas as variáveis avaliadas, exceto o número de folhas, e aos 30 DAE houve mesma tendência de comportamento, exceto para altura de plantas e diâmetro da raiz (Tabela 2).

A cultivar Saxa mostrou-se superior as demais quanto a altura de plantas, diâmetro da raiz, massa fresca das folhas e da raiz, enquanto que a cultivar Zapp apresentou maior RMF, e as cultivares Spakler e Saxa mostraram maior RMR aos 15 DAE (Tabela 2).

Aos 30 DAE constatou-se que a cultivar Zapp apresentou maior número de folhas, enquanto que a Gigante Siculo apresentou maior massa fresca das folhas, da raiz e RMR em relação as demais cultivares. Quanto a produtividade, não houve diferença estatística entre as cultivares, entretanto, Saxa, Spakler e Zapp tenderam a maiores produtividades, com 17,21, 16,12 e 15,23 t ha^{-1} , respectivamente (Tabela 2). De acordo com Costa et al. (2006) variações de umidade e temperatura no solo durante o desenvolvimento das plantas podem prejudicar a produtividade e a qualidade das raízes.

As cultivares Gigante Siculo e Zapp lançaram em média, 2 folhas/planta num intervalo de 15 dias, e todas as cultivares avaliadas mostram um incremento médio de 3 cm no diâmetro da raiz no mesmo intervalo de tempo (Tabela 2). Melo et al. (2014) alcançaram plantas com média de 7,2 folhas que proporcionaram uma produtividade de 13,8 t ha^{-1} .

Incrementos no número de folhas por planta é um parâmetro de extrema importância, pois estes órgãos são os responsáveis pela produção de fotossimilados que serão exportados e acumulados na raiz, e desse modo, podemos evidenciar uma relação diretamente proporcional entre o aumento no número de folhas e o diâmetro da raiz. Podemos atribuir que as cultivares Gigante Siculo e Zapp apresentaram um melhor aproveitamento da adubação fornecida, uma vez que o esterco bovino apresentava bons níveis de N e K, vindo a corroborar com o observado por Linhares (2013) em rabanetes com diâmetro máximo de 4,12 cm planta⁻¹ em condições de adubação verde com jirirana (*Merremia aegyptia*) incorporada ao solo. Esse comportamento, possivelmente, foi devido a maior disponibilidade de nutrientes que a adubação orgânica forneceu, particularmente N e K, principais responsáveis pelo aumento e expansão foliar e radicular, levando a maior número de folhas e de diâmetro da raiz.

Em um intervalo de 15 dias entre avaliações, todas as cultivares passaram a apresentar o dobro de massa fresca em suas raízes, sendo que aos 30 DAE as cultivares Gigante Siculo e Saxa apresentaram raízes com 39,78 e 39,92g, o que gerou um ganho diário de 1,97 e 1,41 g, respectivamente (Tabela 2). Costa et al. (2006) afirmam que a partição da massa seca em rabanete apresenta acúmulo contínuo de massa seca na raiz a partir dos 13 dias após a semeadura (DAS), e em nosso estudo podemos evidenciar estes acúmulos são diferentes entre as cultivares e muito influenciados pelo meio de produção.

Constatou-se até os 15 DAE uma tendência de maior acúmulo de biomassa nas folhas em relação a raiz em todas as cultivares, no entanto, a cultivar Zapp apresentou maior RMF. Já aos 30 DAE, pode-se observar uma inversão no acúmulo de biomassa, sendo que as raízes passaram a ser os detentores de maior quantidade de matéria seca, e a cultivar Gigante Siculo apresentou maior RMR (Tabela 2).

Pedó et al. (2010) verificaram valores iniciais para a relação parte aérea/raiz de 2,59 para cultivar Crimson com tendência decrescente ao longo da ontogenia, atingindo 0,89 g g^{-1} , assemelhando-se aos obtidos no presente estudo. Este fato está associado a relação fonte/dreno desempenhada pelas folhas e as raízes, onde num primeiro momento o maior acúmulo de biomassa concentrava-se nas folhas que serviam de



Tabela 2 - Número de folhas, altura de plantas, diâmetro da raiz, massa fresca das folhas e da raiz, razão de massa de folhas (RMF), razão de massa da raiz (RMR) e produtividade avaliados em cultivares de rabanete aos 15 e 30 dias após a emergência (DAE) em Santarém - PA

Variáveis avaliadas	15 DAE				
	Cultivares				CV (%)
	Gigante Siculo	Saxa	Spakler	Zapp	
Número de folhas por planta ^{ns}	5,75 ^{ns}	6,10 ^{ns}	6,15 ^{ns}	6,25 ^{ns}	9,1
Altura de plantas (cm)**	2,45b	3,15a	2,23b	2,45b	9,1
Diâmetro da raiz (cm)**	1,19b	1,68a	1,28b	1,17b	7,2
Massa fresca das folhas (g)**	21,41a	21,25a	14,63c	18,59b	11,8
Massa fresca da raiz (g)**	10,24b	18,68a	13,03b	13,04b	12,3
RMF**	0,64b	0,58c	0,57c	0,72a	3,13
RMR**	0,36b	0,42a	0,43a	0,28c	5,33
Variáveis avaliadas	30 DAE				
	Cultivares				CV (%)
	Gigante Siculo	Saxa	Spakler	Zapp	
Número de folhas por planta**	7,35b	7,83ab	7,45ab	8,65a	7,2
Altura de plantas (cm) ^{ns}	25,88a	25,20a	22,75a	25,40a	10,7
Diâmetro da raiz (cm) ^{ns}	4,86a	4,90a	4,83a	4,76a	3,94
Massa fresca das folhas (g)*	26,07a	23,28ab	21,61b	24,48ab	7,4
Massa fresca da raiz (g)**	39,78a	39,92a	30,57b	32,61b	3,3
RMF*	0,22b	0,32ab	0,42a	0,34ab	12,2
RMR*	0,78a	0,68ab	0,58b	0,66ab	11,3
Produtividade (t ha ⁻¹)**	11,75b	17,21a	16,12a	15,23a	7,7

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação. ^{ns}, ** ou *: não significativo, significativo a 1% ou 5% de probabilidade pelo teste *F*, respectivamente.

órgãos fotossintetizantes para a produção de fotossimilados que seriam posteriormente exportados e acumulados nas raízes, bem como, neste momento aquelas ainda estavam em fase de formação. Isso demonstra a força de dreno desenvolvida pelas raízes de modo que é favorecido um incremento de massa em um curto intervalo de tempo. Pedó et al. (2011) estudando a partição de assimilados e atributos morfológicos em três cultivares de rabanete observaram quantidade de matéria seca de raiz baixa até os 19 dias após a semeadura, no entanto próximo ao final do ciclo da cultura a produção de fitomassa seca aumentou de forma acentuada estudando a mesma cultivar do presente experimento. Estes resultados também foram similares aos obtidos por Costa et al. (2006) ao avaliar o crescimento do rabanete.

As cultivares avaliadas neste trabalho não apresentaram diferenças significativas para a taxa fotossintética (*A*) e a transpiração (*E*), porém Zapp ($A = 19,96 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e Spakler ($E = 5,00 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) tenderam a se destacar em relação as demais, respectivamente (Tabela 3).

A cultivar Spakler apresentou maior condutância estomática (g_s) e relação C_i/C_a com incrementos de 10,87% e 5,63%, respectivamente, em relação à Zapp. Por outro lado, a Spakler foi a única cultivar que apresentou menor eficiência instantânea no uso da água (*A/E*) frente as demais (Tabela 3). Assim, essa cultivar tendeu a ser menos eficiente no uso de água em relação as demais, pois a manutenção do maior influxo interno de CO_2 foi as expensas de maior quantidade de água.

Os dados do presente estudo corroboram parcialmente com os observados por Santos et al. (2010) que verificam que aumentos da g_s levaram ao aumento do C_i , aumentando, conseqüentemente a fotossíntese, porém constatamos redução na fotossíntese, e que a maior fotossíntese ocorreu na cultivar Zapp em condições de menor g_s e C_i/C_a .

Alterações na taxa fotossintética podem ser ocasionadas por limitações estomáticas com mudanças na abertura dos estômatos e resistência ao influxo de CO_2 , ou limitações nas reações bioquímicas e inibição da atividade da rubisco, desse modo, através da relação C_i/C_a podemos constatar a eficiência ou ineficiência

Tabela 3 - Taxa assimilatória líquida de carbono (A), transpiração (E), condutância estomática (g_s), eficiência instantânea no uso da água (A/E) e relação entre as concentrações interna e externa de carbono (C_i/C_a) de cultivares rabanetes aos 28 dias após a emergência em Santarém - PA

Cultivares	A (mmol $\text{CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ^{ns}	E (mmol $\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ^{ns}	g_s (mmol $\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) ^{**}	A/E ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol H}_2\text{O}^{-1}$) ^{**}	C_i/C_a ^{**}
Zapp	19,96 ^a	4,81 ^a	491,67 ^c	4,16 ^a	0,67 ^b
Gigante Siculo	19,26 ^a	4,90 ^a	526,67 ^b	3,90 ^a	0,69 ^{ab}
Spakler	19,20 ^a	5,00 ^a	551,66 ^a	3,80 ^b	0,71 ^a
Saxa	19,36 ^a	4,85 ^a	499,16 ^c	4,00 ^a	0,68 ^b
CV (%)	4,9	9,2	8,7	2,5	2,8

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV: coeficiente de variação. ^{ns}, ^{**} ou ^{*}: não significativo, significativo a 1% ou 5% de probabilidade pelo teste F , respectivamente.

nas reações de fixação de carbono, sendo que quanto mais se aproximar de 1 essa razão, menos eficiente é esse processo, em razão de problemas na maquinaria fotossintética. Dessa forma podemos inferir que as condições de cultivos de Santarém – PA, levaram a cultivar Spakler a apresentar uma menor eficiência na fixação de carbono.

Edmond et al. (1967) observaram que em uma cultura, quando conduzida dentro de variação ótima de luminosidade com outros fatores favoráveis, a fotossíntese é elevada e a quantidade de carboidratos utilizados para o crescimento e desenvolvimento da planta é alta. Em estudos realizados em couve chinesa, *Brassica oleracea* (Issarakraisila et al., 2007) e orégano (*Origanum vulgare* L.) (Marques et al., 2009) verificaram correlação positiva entre a fotossíntese e a transpiração em plantas desenvolvidas em ambiente protegidos. Outros estudos constataram que em diferentes espécies cultivadas em ambiente protegido, com concentração de CO_2 elevada, ocorreu aumento instantâneo da eficiência do uso da água, relacionados com a diminuição da condutância e transpiração (Canizares et al., 2004; Erismann et al., 2006).

Podemos afirmar que Zapp e Saxa foram as cultivares fotossinteticamente mais eficiente, pois apresentaram maior taxa de fixação de carbono e eficiência no uso da água a custo de menor transpiração e abertura estomática, refletindo em maior eficiência da maquinaria fotossintética garantindo maiores produtividades. Isso nos leva a acreditar que houve uma maior eficiência na partição e acúmulo dos fotossimilados nas raízes.

Os incrementos observados nos componentes de produtividade e nos parâmetros de trocas gasosas se devem a interação entre a cultivar e o ambiente, onde cada material genético demonstrou o seu comportamento

frente as condições ambientais que puderam proporcionar maior condutância estomática, influxo de CO_2 , fotossíntese e por fim, produção e acúmulo de biomassa.

CONCLUSÕES

As cultivares Gigante Siculo e Saxa apresentaram as maiores raízes em diâmetro e peso, com 39,78 e 39,92g, 4,86 e 4,90cm, o que gerou um ganho diário de 1,97 e 1,41 g, respectivamente.

A cultivar Zapp apresentou maior número de folhas aos 30 DAE.

Gigante Siculo apresentou maior massa fresca das folhas, da raiz e RMR em relação as demais cultivares aos 30 DAE.

Zapp e Saxa foram as cultivares com maior taxa de fixação de carbono e eficiência no uso da água a custo de menor transpiração e abertura estomática e maior eficiência da maquinaria fotossintética.

Podemos indicar para o cultivo nas condições de Santarém – PA, as cultivares Saxa, Spakler e Zapp, pois apresentaram-se como as mais produtivas.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa IC ao segundo autor; à Canto Verde Hortaliças pela área para condução do experimento.

LITERATURA CITADA

AGUILERA, D.B.; FERREIRA, F.A.; CECON, P.R. Crescimento de *Siegesbeckia orientalis* sob diferentes condições de luminosidade. **Planta daninha**, v.22, p.43-51, 2004.



- CANIZARES, K.A.L.; RODRIGUES, J.D.; GOTO, R. Crescimento e índices de troca gasosa em plantas de pepino irrigadas com água enriquecida com CO₂. **Horticultura Brasileira**, n.22, v.4, p.706-711, 2004.
- COSTA C.C.; OLIVEIRA C.D.; SILVA C.J.; TIMOSSI, P.C.; LEITE I.C. Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.118-122, 2006.
- EDMOND, J.B.; SENN, T.L.; ANDREWS, E.S. **Princípios de horticultura**. México: Continental, 1967. p.119-134.
- ERISMANN, N.M.; MACHADO, E.C.; GODOY, I.J. Capacidade fotossintética de genótipos de amendoim em ambiente natural e controlado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.7, p.1099-1108, 2006.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, UFV, 2008. 421p.
- HUNT, R. Basic growth analysis. London: Unwin Hyman, Academic Division of Unwin Hyman Ltd, 1990. 112p. <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-010-9117-6>
- ISSARAKRAISILA, M.; MA, Q.; TURNER, D.W. Photosynthetic and growth responses of juvenile Chinese kale (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*) and Caisin (*Brassica rapa* subsp. *parachinensis*) to waterlogging and water deficit. **Scientia Horticulturae**, v.111, p.107-113, 2007.
- LINHARES, P.C.F. Adubação verde como condicionadora do solo. **Revista Campo e Negócios**, v.11, n.127, p.22-23, 2013.
- MARQUES, P.A.A.; BERNARDI FILHO, L.; SANTOS, A.C.P. Crescimento, produção de óleo essencial e trocas gasosas em orégano influenciados por diferentes lâminas de irrigação. **Ciência Rural**, v.39, n.6, p.1888-1892, 2009.
- MATOS, R.M.; SILVA, P.F.; LIMA, S.C. et al. Partição de assimilados em plantas de rabanete em função da qualidade da água de irrigação. **Journal of Agronomic Sciences**, v.4, n.1, p.151-164, 2015.
- MELO, F.N.B.; LINHARES, P.C.F.; SILVA, E.B.R.; NEGREIROS, A.M.P.; DANTAS NETO, J.B. Desempenho produtivo do rabanete sob diferentes quantidades de palha de carnaúba mais esterco bovino em cobertura. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.10, n.3, p.47-52, 2014.
- MINAMI, K.; CARDOSO, A.I.I.; COSTA, F.; DUARTE, R. Efeito do espaçamento sobre a produção em rabanete. **Bragantia**, v.57, p.169-173, 1998.
- OLIVEIRA, F.R.A. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.4, p.519-526, 2010.
- PEDÓ, T.; LOPES, N.F.; AUMONDE, T.Z.; MORAES, D.M. Partição de assimilados e atributos morfológicos em três cultivares de rabanete. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.5, n.2, p.23-28, 2011.
- PEDÓ, T.; LOPES, N.F.; MORAES, D.M.; AUMONDE, T.Z.; SACCARO, E.L. Crescimento de três cultivares de rabanete (*Raphanus sativus*) ao longo da ontogenia das plantas. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.4, n.3, p.17-21, 2010.
- PULITI, J.P.M.; REIS, H.B.; PAULINO, H.D.M. et al. Comportamento da cultura do rabanete em função de fontes e doses de cálcio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, p.3003-3008, 2009.
- RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999. 359p.



RIBEIRO JÚNIOR, I.R. **Análises estatísticas no SAEG**. Viçosa: UFV, 2001. 301p.

SANTOS, C.M.; GONÇALVES, E.R.; ENDRES, L.; GOMES, T.C.A.; JADOSKI, C.J.; NASCIMENTO, L.A.; SANTOS, E.D. Atividade fotossintética em alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas a diferentes compostagens de resíduos agroindustriais. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v.3, n.3, p.103-112, 2010.

SILVA, A.R.; NECHET, D. Características climáticas de alguns municípios produtores de soja do estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14. **Anais...** Florianópolis-SC, 2006. Disponível em: http://www.cbmet.com/edicoes.php?pageNum_Recordset_busca=4&totalRows_Recordset_busca=1006&cgid=14. Acesso em: 10 de Setembro de 2012.

Recebido para publicação em 27/6/2017 e aprovado em 06/9/2017



DIFFERENT SOURCES OF INOCULUM TO THE BOKASHI PROVIDES DISTINCT EFFECTS ON THE SOIL QUALITY

Juliana Cristina Scotton¹, Juliana da Silva Pereira¹, Amália Aparecida Busoni Campos¹, Diego Fontebasso Pelizari Pinto^{1,2}, Wesley Luiz Fialho Costa¹, Sérgio Kenji Homma¹

ABSTRACT - Bokashi soil conditioner aims to assist in the resilience of natural microbiota and its associated functions. Currently, there are several formulations of this conditioner, however, little is known about the influence of the sources of inoculum on its quality. This study objective was to evaluate the effects of different sources of bokashi inoculum on microbiological and physical attributes of the soil. The experiment was conducted in tubes designated as microcosms, incubated at 24 °C for 32 days, with four treatments and ten replications: C - control; SI - bokashi bran without inoculum; IN1 - bokashi with forest inoculum; IN2 - bokashi with consortium inoculum. The microbiological parameters of colony forming units of fungi and bacteria, microbial biomass carbon, basal soil respiration, metabolic and microbial quotient were evaluated. Among the physical parameters evaluated were dispersed clay, geometric mean diameter (GMD) and organic carbon. The data were submitted to ANOVA and the measurements compared by the Tukey test at 5%. The fungal density was significantly higher for SI and IN1, as compared to the other treatments. In regards to the bacteria, there was an increase for IN1, in comparison with the control. The IN1 treatment demonstrated higher microbial activity and higher carbon uptake in the soil. Regarding the physical attributes, there was greater clay dispersion for IN2 and greater GMD for C. The bokashi formulation with forest inoculum and cropping field provides higher microbiological quality to the soil under controlled conditions.

Keywords: organic agriculture, soil conditioner, inoculation.

DIFERENTES FONTES DE INÓCULO DO BOKASHI PROMOVEM EFEITOS DIVERSOS NA QUALIDADE DO SOLO

RESUMO - O condicionador de solo bokashi possui o objetivo de auxiliar na resiliência da microbiota natural e de suas funções associadas. Atualmente, existem várias formulações de bokashi, no entanto, pouco se sabe sobre a influência das fontes de inóculo na qualidade do mesmo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes fontes de inóculo do bokashi, nos atributos microbiológicos e físicos do solo, em condições controladas. O experimento foi conduzido em tubos denominados microcosmos, incubados em B.O.D. a 24°C por 32 dias, com quatro tratamentos e dez repetições: C – controle; SI – farelos do bokashi sem inóculo; IN1 – bokashi com inóculo de mata; IN2 – bokashi com inóculo de consórcio. Foram avaliados os parâmetros microbiológicos de unidades formadoras de colônia de fungos e bactérias, carbono da biomassa microbiana, respiração basal do solo, quociente metabólico e microbiano. Dentre os parâmetros físicos foram avaliados argila dispersa, diâmetro médio geométrico (DMG) e carbono orgânico. Os dados foram submetidos a ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. A densidade de fungos foi maior nos tratamentos SI e IN1, em relação aos demais. Para as bactérias houve aumento para IN1 em relação ao controle. O tratamento IN1 apresentou maior atividade microbiana e maior aporte de carbono no solo. Dentre os parâmetros físicos maior dispersão de argila para o IN2 e maior DMG para C. A formulação de bokashi com inóculo de mata e campo de cultivo proporciona maior qualidade microbiológica ao solo em condições controladas.

Palavras-chave: agricultura orgânica, condicionador de solo, inoculação.

¹ Centro de Pesquisa Mokiti Okada, Setor de Pesquisa em Manejo de Solo e Planta, juliana.scotton@cpmo.org.br.

² Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, Programa de Pós Graduação Solos e Nutrição de Plantas



INTRODUCTION

The search for quality food that stimulates human health has increased the demand for products from organic production systems (Dias et al., 2015). Organic agriculture seeks more sustainable alternatives to food production, making the soil the main target. For this agriculture model, the biological processes in soil are crucial to maintaining sustainability (Kaschuk et al., 2010). As such, better usage of these processes is indispensable, and forms the basis for balance of the system and soil resilience. Pristine soils, as in the case of forests, exhibit high microbial and functional diversity (Rodrigues et al., 2013; Paula et al., 2014), which guarantees a more efficient utilization of available resources, such as carbon sequestration and biogeochemical cycling of nutrients.

Within this concept is bokashi, a soil conditioner that originated in Japan in the 19th century (Fundação Mokiti Okada, 2002). This soil conditioner is an organic compound composed of vegetable bran and microbial inoculum, which, when submitted to a controlled fermentation process, results in a product with microorganisms that are capable of aiding in the improvement of soil structure. Therefore, through bioaugmentation (Inoculation of the substrate by previously selected microorganisms) and biostimulation (Stimulation of microorganisms by the addition of nutrients), recovery of natural microbiota is sought as well as a variety of the metabolic functions performed by these microorganisms, which are essential for the processes of plant nutrition and health (Siqueira & Siqueira, 2013).

Currently, studies involving bokashi have been focusing on plant nutrition (Ferreira et al., 2013), rhizosphere disease control (Duarte et al., 2006) and on the characterization of the fungal microbiota (Magrini et al., 2011). Nevertheless, there are several formulations of bokashi available, about which there is no knowledge regarding the influence of the different inoculum sources on the fermentation process and on the possible improvement of the microbial and physical attributes of the soil. As such, this study objective was to evaluate the effects of different sources of bokashi inoculum on the microbiological and physical attributes of soil, under controlled conditions.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was conducted in cylindrical tubes with a known volume of 272 cm³, designated as

microcosms. The experiment design was completely randomized, with four treatments and ten replications.

The soil used in the assembly of this experiment was collected at a depth of 0-10 cm with the aid of a hoe, along the planting row of a conventional citrus orchard; the signalgrass, *Brachiaria decumbens*, was removed from between the rows of the same orchard. The soil was passed through a sieve with 2 mm mesh, and the grass dried in a greenhouse at 65 °C for 24 hours, and then ground up manually and homogeneously.

The treatments and their compositions are shown below (Table 1).

The bokashi was prepared with a mixture of 4.0 kg of rice bran; 3.7 kg of wheat bran; 2.0 kg of castor cake; 100 mL of prebiotic, based on starch and glucose; and 3.5 L of non-chlorinated water. The ingredients of each batch of bokashi were homogeneously mixed and poured out in 20 cm deep furrows and covered with 80% shade cloth. The fermentation process occurred over three days and the temperature was monitored, so as to never exceed 50 °C.

The microcosms were assembled in a laminar flow chamber, with the following proportions by mass, 94.4% of the soil, 3.1% of the dried brachiaria and 2.5% of bokashi or bran, in accordance with each treatment. The moisture in the microcosms was standardized with deionized water to 75% of the field capacity, and maintained throughout the experiment. In order to equalize the conditions between the treatments, after the microcosms were prepared, they were sealed with 80% shade cloth and immediately inserted into B.O.D. at 4 °C. Upon completion of preparation, the microcosms were randomly arranged and, immediately thereafter, subjected to a gradual increase in temperature until reaching 24 °C, with a relative humidity of 87% and without photoperiod.

The experiment was evaluated over a period of 32 days after B.O.D. incubation. Fungi and bacteria were quantified using the serial dilution technique, followed by plating in specific culture media; PDA (Potato Dextrose Agar) + chloramphenicol for fungi and PCA (Plate Count Agar) for bacteria, in accordance with the methodology of Moreira & Siqueira (2006).

For the microbial biomass carbon (MBC) analysis, the procedure proposed by Vance et al. (1987) was used. The fumigated soil samples were incubated for



Table 1 - Treatments and their respective descriptions

Treatments	Descriptions	Composition of the inoculum
Control (C)	Soil, brachiaria, without addition of bran or inoculum	-
Without inoculum (SI)	Soil, brachiaria, bokashi bran, without inoculum	-
Inoculum 1 (IN1)	Soil, brachiaria, bokashi with forest inoculum	Collected in cropping field and Permanent Preservation Area (APP) and composed of plant litter, transition zone (area located between plant litter and soil) and soil, collected at 0-10cm depth
Inoculum 2 (IN2)	Soil, brachiaria, bokashi with consortium inoculum	Consortium of bacteria and yeasts collected from several places and environment (soil and plant). They were isolated based on plant disease control and mineral solubilizing criteria.

two days, after which the carbon was extracted from the fumigated and non-fumigated samples, and determined by titration. The determination of carbon was expressed according to the following formula:

$$MBC=2,64 \times Ec$$

Where:

2.64 = correction factor;

Ec = difference between fumigated and non-fumigated soil.

The basal respiration rate was estimated by the CO₂ released from 50 g of soil during incubation for seven days, and the metabolic quotient was determined through the relationship between basal respiration and microbial biomass carbon (Silva et al., 2007). The microbial quotient was expressed between the carbon ratio of the microbial biomass and the organic carbon (OC), and calculated in accordance with Powlson et al. (1987).

For the determination of soil aggregates, the samples were submitted to the wet sieving process proposed by Kemper & Chepil (1965). The stability of the aggregates was expressed by the geometric mean diameter (GMD) in accordance with the equation proposed by Mazurak (1950):

$$GMD = \exp \left[\frac{\sum_{i=1}^n w_i \log \bar{x}_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \right]$$

Where:

w_i = mass of the aggregates retained in each of the sieves of the 5 classes (g);

Log \bar{x}_i = logarithm of the average diameter of the classes of sieves used (mm).

The dispersed clay (DC) was determined in accordance with a methodology adapted from Dexter & Czyz (2000). Basically, 10 g of soil were weighed and mixed in 100 mL of deionized water. The samples were agitated in an orbital shaker at 140 rpm for 5 minutes, followed by a resting period of 10 minutes. A 30 mL aliquot was pipetted in order to achieve a turbidimeter reading. The result was expressed in NTU.g⁻¹ (Nephelometric Turbidity Units).

Data were submitted to the Shapiro-Wilk normality test and those with abnormal distribution were transformed by Box-Cox. Afterwards, they were submitted to variance analysis (ANOVA) and the means were compared by the Tukey test, at 5% significance.

RESULTS AND DISCUSSION

Treatments SI and IN1 presented a higher number of fungi when compared to the others. While for the bacteria, only the IN1 treatment showed an increase in the number of CFU about the control group (Table 2).

The addition of organic bran stimulated the growth of fungi for the SI and IN1 treatments, functioning as a pre-biotic. However, for IN2, fungal growth was not different from the control. In relation to the bacteria, only the IN1 treatment showed a higher number of CFU in comparison to the control group, demonstrating that the type of inoculum was also an important factor for bacterial growth.

The increase in the number of fungi and bacteria in the soil is beyond the addition of organic materials. The ecological structure of the microbial community of inoculum may be directly associated with these results as it has a direct influence on numerous processes in the soil such as organic material mineralization, nutrient cycling, formation of humus and biological balance, among others (Moreira & Siqueira, 2006). Thus, the inoculum source is an important factor for the fungi and bacteria increment on soil.

Table 3 shows the data of the indicators of soil quality, demonstrating the differential of the IN1 treatment in three of the four parameters evaluated.

Among the bioindicators of soil quality, there was a significant increase in the microbial biomass carbon (MBC) for the IN1 treatment. The basal respiration of the soil (C-CO₂) increased in all treatments to which organic material bran had been added. In regards to the action on the metabolic quotient (qCO₂), there was a significant difference between the SI and IN1 treatments, with the latter demonstrating the lower level. However, the microbial quotient (qMIC) presented a greater level in the IN1 treatment.

The results showed that the source of the inoculum was a determining factor in the improvement of the microbiological quality of the soil. Even with the SI presenting similar quantities of fungi and bacteria, an improvement in the evaluated parameters was not guaranteed, as well as with the IN2 which, despite being inoculated, showed no improvement in said parameters.

Higher levels of soil quality bioindicators are observed in forest soil (Kaschuck et al., 2010). The diversity of organic composts from forest plant litter is directly proportional to the plant diversity enabling the coexistence of microbial communities with different nutritional requirements (Moreira et al., 2013). As such, the fact that the IN1 treatment presents greater microbiological quality is closely linked to the composition of the inoculum which, in this case, was composed of three different layers (plant litter, transition zone and soil) of one APP and cropping field. Furthermore, there had been no selection of specific microbial groups resulted in the preservation of pre-existing ecological relationships within the soil, which fostered better usage of the available nutrients.

Table 2 - Averages for fungi and bacteria in the soil (CFU.g-1 soil)

Treatment	Fungi	Bacteria
	(CFU x 10 ⁶ g ⁻¹ soil)	(CFU x 10 ⁸ g ⁻¹ soil)
C	4.38 b	3.79 b
SI	10.51 a	5.01 ab
IN1	10.88 a	8.16 a
IN2	2.35 b	5.16 ab
CV%	25.45	33.69

C = control; SI = without inoculum; IN1 = Inoculum 1; IN2 = Inoculum 2. Averages in the column, followed by the same letter, do not differ statistically among themselves (P>0.05) by Tukey test. The data were processed by Box-Cox.

Table 3 - Average of the microbial biomass carbon (MBC), basal respiration of the soil (C-CO₂), metabolic quotient (qCO₂) and microbial quotient (qMIC)

Treatment	MBC	C-CO ₂	qCO ₂	qMIC
	(mg C kg ⁻¹ soil)	(mg C-CO ₂ /kg ⁻¹ soil day ⁻¹)	(mgC-CO ₂ .g ⁻¹ /BMS-C.day ⁻¹)	(%)
C	821.08 b	99.27 b	0.13 ab	2.90 b
SI	913.30 b	133.14 a	0.15 a	2.88 b
IN1	1,238.98 a	132.75 a	0.11 b	3.93 a
IN2	927.40 b	125.61 a	0.14 ab	3.06 b
CV%	12.57	32.16	25.54	14.26

C = control; SI = without inoculum; IN1 = Inoculum 1; IN2 = Inoculum 2. Averages in the column, followed by the same letter, do not differ statistically among themselves (P>0.05) by Tukey test. The C-CO₂ data were processed by Box-Cox.



Despite this, upon evaluating the growth of green onions and cilantro using bokashi inoculated with fermented milk, Mota (2013) observed a significant increase in the MBC, suggesting that the conditioner provides a stimulus to soil microbiota.

The increase in basal respiration (C-CO₂) as of the addition of bran material had been anticipated as it is a source of nutrients for the micro-organisms, which in turn favors the microbial activity. A similar result was found by Poças et al. (2009) who, upon adding different organic materials to the soil, verified an increase in basal respiration.

The metabolic quotient (qCO₂) showed that the IN1 presented lower losses of CO₂ per unit of biomass in relation to the SI, being more efficient in the conversion of organic material in soil microbial biomass. This index expresses the efficiency substrate usage by the soil microorganisms and lower values demonstrate greater efficiency (Anderson & Domsch, 1993).

The microbial quotient provides clues about the quality of organic matter, and shows that the IN1 treatment demonstrated a greater ability to utilize the organic material added, i.e. it managed to convert more readily assimilable carbon into microbial biomass, culminating in a greater increase of carbon in the soil. According to Sampaio et al. (2008), the higher the value of this index, the greater input of carbon into the system.

Therefore, the simple biostimulation of soil microbiota with the addition of bran is not sufficient to change the quality standards of the same, which indicates that the composition of the bokashi inoculum is a factor to be considered in order to obtain compost that is able to improve the microbiological quality of the soil.

The results of the clay dispersion, geometric mean diameter and the organic carbon as a function of the treatments are shown in Table 4.

The greatest dispersion of clay particles was observed in the IN2 treatment which had the lowest average GMD. The fact that this treatment contains higher levels of clay dispersion can be associated with the source of the inoculum. Consortium inoculum, despite demonstrating potential in various areas of biotechnology (Pindi & Satyanarayana, 2012; Mandalaywala & Trivedi, 2016) does not maintain the original ecological structure, which may result in the rupture of ecosystemic functions

Table 4 - Average values of clay dispersion (CD), geometric mean diameter (GMD) and organic carbon (OC) submitted to different treatments

Treatment	CD	GMD	OC
	(NTU g ⁻¹)	(mm)	g.kg ⁻¹
C	23.16 b	2.45 a	28.41 c
SI	19.01 b	1.70 b	31.79 a
IN1	24.64 b	1.78 b	31.53 ab
IN2	44.46 a	1.60 b	30.25 b
CV%	3.90	25.45	3.64

C = control; SI = without inoculum; IN1 = Inoculum 1; IN2 = Inoculum 2. Averages in the column, followed by the same letter, do not differ statistically among themselves (P>0.05) by Tukey test.

that are important when compared with the forest inoculum. Moreover, a smaller amount of fungi was found in this treatment (Table 2), which may have influenced these results.

Soils that are susceptible to dispersion of clay and low stability of aggregates are prone to densification due to clogging of the capillary pores by clay. As a result, the temperature of the soil rises, there is a decrease in the rate of water infiltration and, consequently, restriction of gas exchange between the soil and the atmosphere (Dexter & Czyz, 2000) which negatively influences soil microbial activity and its processes (Cardoso et al., 2013).

With respect to the GMD, a significant difference in the C treatment was observed. Included among the numerous factors promoting the aggregation and stabilization of the soil are the exudates of micro-organisms, production of fungal mycelium, organic matter content, wetting and drying cycles and the source material of the soil (Moreira & Siqueira, 2006; Voroney, 2007). The greatest GMD value in the C treatment is not attributed to microbial activity as this was inferior to that found in the other treatments (Table 3). The organic carbon (OC) of the soil was statistically lower in C because there was no addition of soybean meal (Table 4). Therefore, this result is due to the natural densification process of the soil, in comparison to the other treatments which received the organic material. Soils with the same texture present GMD which is close to this level, as demonstrated by Costa Jr. et al. (2012).

As such, the composition of the inoculum, which proved decisive for the changes in the microbiological processes of soil in the short term, did not influence the physical properties of the same.

CONCLUSIONS

The source of bokashi's inoculum is a relevant factor for its effect on soil quality. The bokashi made with inoculum collected from soil of cropping area and natural forest provided greater amount of microbial biomass carbon and better efficiency to make available the organic carbon for microorganism in the soil. The bokashi with consortium inoculum showed a higher soil clay dispersion.

CITED LITERATURE

- ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environment conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biology & Biochemistry*, v.25, n.3, p.393-395, 1993.
- CARDOSO, E.J.B.N.; VASCONCELLOS, R.L.F.; BINI, D. et al. Soil health: looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health? *Scientia Agricola*, v.70, n.4, p.274-289, 2013.
- COSTA JR, C.; PÍCCOLO, M.C.; NETO, M.S. et al. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no bioma cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, n.4, p.1311-1321, 2012.
- DEXTER, A.R.; CZYZ, E.A. Effects of soil management on the dispersibility of clay in a sandy soil. *International Agrophysics*, v.14, n.3, p.269-272, 2000.
- DIAS, V.V.; SCHULTZ, G.; SCHUSTER, M.S. et al. O mercado de alimentos orgânicos: um panorama quantitativo e qualitativo das publicações internacionais. *Ambiente & Sociedade*, v.18, n.1, p.161-182, 2015.
- DUARTE, M.L.R.; LIMA, W.G.; CHU, E.Y. et al. Controle da podridão-das-raízes da pimenteira-do-reino com diferentes bokashi. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 22p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 168). Available in: <<https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/busca-de-publicacoes/-/publicacao/889667/controle-alternativo-da-podridao-das-raizes-da-pimenteira-do-reino-com-microorganismos-eficazes-em>> Acess in: September, 21, 2016.
- FERREIRA, S.; SOUZA, R.J.; GOMES, L.A.A. Produtividade de brócolis de verão com diferentes doses de bokashi. *Revista Agrogeoambiental*, v.5, n.2, p.31-38, 2013.
- FUNDAÇÃO MOKITI OKADA - MOA. Micro-organismos eficazes EM na agricultura. 2.ed. Ipeúna: FUNDAÇÃO MOKITI OKADA, 2002. 29p.
- KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. *Soil Biology and Biochemistry*, v.42, n.1, p.1-13, 2010.
- KEMPER, W.D.; CHEPIL, W.S. Size distribution of aggregates. In: BLACK, C.A.; EVANS, D.D.; WHITE, J.L.; ENSMINGER, L.E.; CLARK, F.E. *Methods of soil analysis - Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling*. American Society of Agronomy, v.39, n.1, p.499-510, 1965.
- MAGRINI, F.E.; CAMATTI-SARTORI, V.; FINKLER, R. et al. Características químicas e avaliação microbiológica de diferentes fases de maturação do biofertilizante. *Agrarian*, v.4, n.12, p.146-151, 2011.
- MANDALAYWALA, H.P.; TRIVEDI, R. Effective microbial consortium of bacteria isolated from hydrocarbon polluted soils of Gujarat, India. *Journal of Advanced Research in Biotechnology*, v.1, n.1, p.1-9, 2016.
- MAZURAK, A.P. Effect of gaseous phase on water-stable synthetic sand aggregates. *Soil Science*, v.69, n.2, p.135-148, 1950.
- MOREIRA, F.M.S.; CARES, J.E.; ZANETTI, R.B. et al. In: _____. *O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal*. Lavras: UFLA, p.13-30. 2013.
- MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. 2.ed. Lavras: UFLA, 2006. 729p.
- MOTA, N. F. Efeito do Bokashi no crescimento da cebolinha, do coentro e em alguns atributos químicos e biológicos do solo. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Fortaleza, CE: UFC, 2013. 66p.



- PAULA, F.S.; RODRIGUES, J.L.M.; ZHOU, J. et al. Land use changes alters functional gene diversity, composition and abundance in Amazon forest soil microbial communities. *Molecular Ecology*, v.23, n.12, p.2988-2999, 2014.
- PINDI, P.K.; SATYANARAYANA, S.D.V. Liquid Microbial Consortium - A Potential Tool for Sustainable Soil Health. *Journal of Biofertilizers and Biopesticides*, v.3, n.124, p.1-9, 2012.
- POÇAS, E.C.; TEIXEIRA, E.M.; YADA, M.M. et al. Mineralização do C em solos submetidos à adição de diferentes tortas de oleaginosas. *Synergismus Scientifica*, v.4, n.1, p.1-3, 2009.
- POWLSON, D.S.; BROOKES, P.C.; CHRISTESEN, B.T. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. *Soil Biology & Biochemistry*, v.19, n.2, p.159-164, 1987.
- RODRIGUES, J.L.M.; PELLIZARI, V.H.; MUELLER, R. et al. Conversion of the Amazon rainforest to agriculture results in biotic homogenization of soil bacterial communities. *Proceedings of the National Academy Sciences of the United States of America*, v.110, n.3, p.988-993, 2013.
- SAMPAIO, D.B.; ARAÚJO, A.S.F. de; SANTOS, V.B. Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo sob sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.2, p.353-359, 2008.
- SILVA, E.E.; AZEVEDO, P.H.S.; DE-POLLI, H. Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico (qCO₂). Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. 4p. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado Técnico, 99). Available in: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/627577>> Access in: August, 15, 2014.
- SIQUEIRA, A.P.P.; SIQUEIRA, M.F.B. Bokashi: adubo orgânico fermentado. Niterói: Programa Rio Rural, 2013. 16p. (Programa Rio Rural. Manual Técnico; 40). Available in: <http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/riorural/40_Bokashi_Adubo_organico_fermentado.pdf> Access in: August, 29, 2016.
- VANCE, E.D.; BOOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass. *Soil Biology & Biochemistry*, v.19, n.6, p.703-707, 1987.
- VORONEY, R.P.; The soil habitat. In: PAUL, E.A. (Eds.). *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry*. 3.ed. Oxford: Elsevier Academic Press, p.25-52. 2007.

Recebido para publicação em 13/4/2017 e aprovado em 04/9/2017



EXTRAÇÃO DE MINERAIS PELO CAPIM MARANDU FERTILIZADO COM ESTERCO DE GALINHA SEM E COM ESCARIFICAÇÃO

Edson Sadayuki Eguchi¹, Ulysses Cecato², Antonio Saraiva Muniz³, Samuel Laudelino da Silva⁴, Cristiano da Cruz⁵

RESUMO - O uso de esterco de aves como fonte de nutrientes para pastagens em áreas degradadas é uma forma de destinação ambientalmente correta para reduzir os impactos ambientais. O objetivo do trabalho foi avaliar ao final de um ano os minerais presentes e sua extração pelo capim Marandu fertilizado com esterco de galinha sem e com uso de arado escarificador no solo. O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com quatro repetições num arranjo fatorial 5 x 2, com cinco doses (0; 1,037; 2,074; 4,148; 6,222 Mg ha⁻¹) de esterco, sem e com manejo de escarificação do solo e mais um tratamento adicional com adubação mineral NPK contidos em 2,074 Mg ha⁻¹. Os cortes foram efetuados conforme interceptação luminosa de 95% do dossel na altura de 0,15 m de resíduo. Na interação dose de esterco x manejo foi significativa para Ca, Mg, N, Cu e Zn, efeito de dose para P e sem efeito significativo para o K. Na extração anual a interação dose de esterco x manejo com escarificação houve ajuste linear, o N é o mineral de maior extração, seguido pelo K, Ca, Mg, P e Zn. Na extração mineral por corte efetuado com interação dose sem escarificação houve ajuste ao modelo linear decrescente entre as doses para o Ca, relacionado ao efeito da diluição em razão dos números de cortes. As fertilizações com esterco de galinha e manejo do solo alteram a extração anual dos principais minerais relacionados.

Palavras-chave: braquiária, extração, fertilização, manejo, química.

CORRETO: MINERALS EXTRACTION BY MARANDU GRASS FERTILIZED WITH CHICKEN MANURE WITH OR WITHOUT SOIL CHISELING

ABSTRACT - *The use of poultry manure as a source of nutrients for pasture in degraded areas is an environmentally sound form of disposal to reduce environmental impacts. The objective of this work was to evaluate at the end of one year the minerals present and their extraction by the Marandu grass fertilized with chicken manure without and with the use of chiseling plowing in the soil. The experimental design was a randomized block design with four replications in a 5 x 2 factorial arrangement, with five doses (0; 1.037; 2.074; 4.148; 6.222 Mg ha⁻¹) of manure, without and with soil chiseling management. And, an additional treatment with NPK mineral fertilization contained in 2.074 Mg ha⁻¹. The cuts were done according to light interception of 95% of the canopy at a height of 0.15 m of residue. In the interaction between dose of manure and management, it was significant for Ca, Mg, N, Cu and Zn, dose effect for P and no significant effect for K. N is the mineral with the highest extraction, followed by K, Ca, Mg, P and Zn. In the mineral extraction per cut performed with dose interaction without chiseling, there was adjustment to the linear model decreasing between the doses for Ca related to the effect of the dilution due to the number of cuts. Fertilization with chicken manure and soil management significantly altered the annual extraction of the main related minerals.*

Keywords: chemical, extraction, fertilization, management, palisadegrass.

¹ Professor do Departamento de Zootecnia, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT. Caixa Postal Nº 181 CEP 78250-000 Pontes e Lacerda (MT). E-mail: eguchi@unemat.br

² Professor do Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá - UEM. CEP 87020-900 Maringá (PR). E-mail: ucecato@uem.br

³ Professor do Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá - UEM. CEP 87020-900 Maringá (PR). E-mail: asmuniz@uem.br

⁴ Professor do Departamento de Zootecnia, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT. Caixa Postal Nº 181 CEP 78250-000 Pontes e Lacerda (MT). E-mail: samuel@unemat.br

⁵ Professor do Departamento de Zootecnia, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT. Caixa Postal Nº 181 CEP 78250-000 Pontes e Lacerda (MT). E-mail: cristianodacruz@unemat.br



INTRODUÇÃO

Restabelecer os níveis adequados de disponibilidade de nutrientes, por meio de correção e fertilização é a forma mais eficiente de recuperação dos processos produtivos das pastagens. Segundo Ashjaei et al. (2011), o esterco de galinha é um importante fertilizante orgânico. Além da sua composição química e sua relação C/N, a mineralização é contínua ao longo do tempo com a liberação de NH_4^+ e consequente formação de nitrato no solo (Azeez & Averbek, 2010).

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2009), é permitido o uso da cama ou esterco de aves em pastagens e capineiras, com 40 dias de carência após processo de fertilização e incorporação. Sem definir o processo de incorporação mecânica, o uso racional deste resíduo orgânico se faz necessário com estudos sobre o potencial aumento na produção do capim Marandu em áreas degradadas.

A escarificação do solo rompe camadas compactadas na superfície, reduz a densidade e aumenta a macroporosidade e porosidade total, favorece a aeração e ação de microrganismos sobre o esterco aplicado (Eguchi et al., 2016). A fertilidade do solo e as estratégias de manejo podem resultar em variações na estrutura do dossel no momento do pastejo ou corte com influência no desempenho animal (Pedreira et al., 2009) em decorrência dos seus efeitos nos teores minerais e no valor nutritivo da forragem ofertada e consumida (Trindade et al., 2007; Difante et al., 2009).

O estudo na concentração e extração mineral pelo capim Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich.) Stapf cv. Marandu), sob doses e fontes de nitrogênio com intervalos fixos entre cortes, foram realizados por Primavesi et al. (2006) e Costa et al. (2009ab). Segundo Pedreira et al. (2009), a melhor estratégia de desfolhação é de 95% de interceptação luminosa com altura de resíduo de 0,15 m para o acúmulo de folhas. Para Voltolini et al. (2010), com esse manejo, possibilita aplicar intervalos variados e menores de pastejo com efeitos positivos na produção e no valor nutritivo da planta forrageira.

Dentro deste contexto, objetivou-se avaliar os minerais presentes e extraídos pela massa produzida com 95% de interceptação luminosa pelo capim Marandu fertilizado com esterco de galinha e manejado sem e com escarificação do solo.

MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi (23° 25'S e 51° 57'W a 550m de altitude), da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá - PR. Com 10 anos de pastejo, o capim Marandu foi estabelecido em Latossolo Vermelho distrófico com 87,25% de areia na camada 0-0,2 m. Na área experimental a análise química do solo coletado a 0-0,2 m, apresentou entre bloco os teores médios de $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})=6,00$; $\text{C}=8,23 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{P}=6,28 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{H}^++\text{Al}^{3+}=2,54$; $\text{Ca}^{+2}=0,87$; $\text{Mg}^{+2}=0,57$; $\text{K}^+=0,13 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $\text{Fe}=180,86$; $\text{Zn}=4,04$; $\text{Cu}=3,20$; $\text{Mn}=144,21$ e $\text{S-SO}_4^{2-}=3,25 \text{ mg dm}^{-3}$.

O esterco de galinha da linhagem Hy Line W36 em postura com gaiolas, foi armazenado à sombra por 45 dias e coberto com lona. A análise química do esterco apresentou 60% de matéria orgânica, $\text{N}_{\text{total}} = 6,64\%$; $\text{CaO} = 3,53\%$; $\text{MgO} = 5,51\%$; $\text{K}_2\text{O} = 3,73\%$; $\text{P}_2\text{O}_5 = 2,41\%$; $\text{C/N} = 4,96:1$; $\text{Cu} = 220,10 \text{ mg kg}^{-1}$; $\text{Mn} = 1226,90 \text{ mg kg}^{-1}$; $\text{Zn} = 368,00 \text{ mg kg}^{-1}$ e $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = 6,98$.

Para elevação da saturação de bases do solo em 50% fez a aplicação manual de 490 kg ha^{-1} de calcário dolomítico (32% CaO e 15% MgO) sobre o capim Marandu no mês de agosto de 2012 e depois de 25 dias corte de uniformização com roçadora a 0,10 m do solo.

A dose de 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 foi baseada na manutenção de espécies do grupo III (Menezes et al., 2004; Oliveira, 2003) presente em $2,074 \text{ Mg ha}^{-1}$ de esterco. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições num arranjo fatorial 5×2 , cinco doses (0, 1,037, 2,074, 4,148, 6,222 Mg ha^{-1}) de esterco de galinha e dois manejos sem e com escarificação do solo. Foi acrescentado um tratamento com adubação mineral em NPK contido em $2,074 \text{ Mg ha}^{-1}$ de esterco de galinha com 138 kg ha^{-1} (N_{total} -Nitrato de Amônio), 50 kg ha^{-1} (P_2O_5 - Superfosfato triplo), 77 kg ha^{-1} (K_2O - Cloreto de Potássio) para efeito de comparação de médias.

No mês de setembro foram aplicados na área experimental 270 kg ha^{-1} de gesso agrícola e em cada parcela correspondente (6 x 4) m dose única de esterco. No tratamento com adubação mineral uma dose única de P_2O_5 e 1/3 da dose para N_{total} e K_2O parcelados a cada 60 dias. E, posterior escarificação com Arado Descompactador Tandem da marca IKEDA (DPT320M) que apresentava disco de corte posicionado anteriormente a cada haste helicoidal com ponteira inclinada de laminas de aço, a 0,2 m de profundidade.

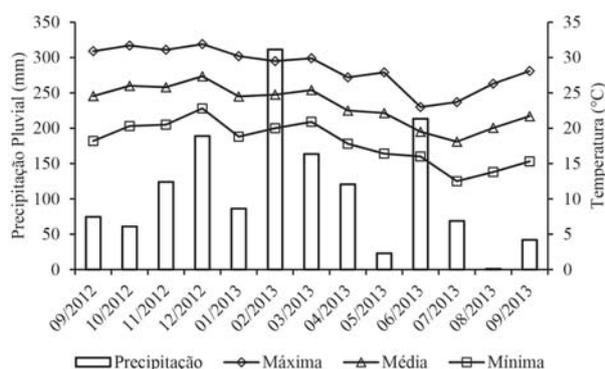


Figura 1 - Precipitação pluvial e temperaturas, no período experimental de setembro de 2012 a 2013. Fonte: Eguchi et al. (2016).

O manejo do capim Marandu foi baseado na interceptação luminosa (IL) de 95% do dossel forrageiro medido com aparelho AccuPAR modelo LP-80 PAR/LAI Ceptometer com leituras semanais e rebaixado com aparador mecânico a altura de resíduo de 0,15 m e remoção de toda a massa cortada. Um quadrado de ferro com 0,25 m² de área (0,50 x 0,50 m) foi utilizado na coleta, duas amostras ao nível do solo com IL de 95% e duas com resíduo a 0,15 m. Toda a massa colhida foi acondicionada em sacos plásticos e pesada, de uma subamostra homogênea foi novamente pesada, acondicionada em saco de papel identificado e colocada em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C por 72 horas. Após a secagem, as subamostras foram pesadas novamente para obtenção da massa seca de forragem (Mg ha⁻¹). A massa seca acumulada foi calculada pela diferença de produção entre IL de 95% e resíduo a 0,15 m, sendo utilizado na extração mineral pelo capim Marandu.

A avaliação química do capim Marandu foi realizada ao final do período experimental aos 350 dias, na condição de manejo adotado. As amostras colhidas foram pesadas e secas em estufa a 55 °C por 72 horas e moídas em moinho tipo Willey em peneira de 1mm. Procedeu-se análise de K, Mg, Ca, Cu e Zn (espectrometria de absorção atômica em amostra digerida com solução nitro-perclórica); Fósforo total (P) (espectrofotometria UV-Vis em amostra digerida por solução nitro-perclórica) e Nitrogênio total (N) (método clássico de Kjeldahl). A extração dos nutrientes foi calculada: Extração Anual (kg ha⁻¹) = matéria seca (kg ha⁻¹) x teor do nutriente (g kg⁻¹)/1000 e Extração Anual por corte = Extração Anual (kg ha⁻¹) / Número de corte.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (5% de probabilidade) e análise de regressão aos modelos lineares e quadráticos com uso do software Sisvar (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os minerais presentes na massa de forragem do capim Marandu com IL de 95%, houve interação dose de esterco de galinha x manejo do solo para Ca, Mg, N, Cu e Zn, efeito de dose para P e sem efeito significativo para o K (Tabela 1).

Houve redução nos teores de Ca e Mg com aumento de dose sem escarificação do solo, talvez em razão da maior frequência e menores intervalos de cortes efetuados com formação de maior número de perfilhos com folhas e colmos mais jovens. Que pode ser explicado possivelmente pelo efeito da diluição (Malavolta et al., 1997). Nessas doses os teores de Ca e Mg estão acima de 3 a 6 g kg⁻¹ e 1,5 e 4,0 g kg⁻¹, respectivamente para *Brachiaria brizantha* (Werner et al., 1997). Os resultados confirmam Azevedo & Bonumá (2004) onde coloides inorgânicos e orgânicos adsorvem, eletrostaticamente, esses minerais, retendo-os em forma trocável disponível às plantas. Os resultados corroboram com Silva et al. (2013), que verificaram redução nas concentrações de Mg com aumento de aplicação de esterco de galinha poedeira (média de 2,87 g kg⁻¹) aos 95 dias após aplicação em capim Marandu.

Para Batista & Monteiro (2010), o segundo corte na dose de 261 mg dm⁻³ de N obteve o teor mais elevado de Ca (10 g kg⁻¹) em lâminas de folhas recém-expandidas do capim Marandu. Barnabé et al. (2007), verificaram aumentos médios de Ca com dejetos líquidos de suínos, com intervalo de corte fixo de 33 dias.

Na adubação mineral os teores de Ca e Mg foram semelhantes às menores doses de esterco e semelhante a dose base. Estes resultados podem ser explicados pelo maior período gasto pelo capim Marandu em atingir 95% de IL em razão dos menores níveis de pH e presença desse mineral no solo. De acordo com Eguchi et al. (2016) para a dose zero na profundidade de 0 a 0,10 m, foram observados teores de 1,02 cmol_c dm⁻³ de Ca e de 0,70 cmol_c dm⁻³ para o Mg. Primavesi et al. (2006) verificaram na massa do capim Marandu a concentração de Ca de 4,0 g kg⁻¹, com aplicação 100 kg ha⁻¹ de nitrato de amônio por corte.



Tabela 1 - Resumo da análise de variância e teste de média para os minerais Ca, Mg, K, N, P (g kg^{-1}), Cu e Zn (mg kg^{-1}), presentes na parte aérea do capim Marandu fertilizado com esterco de galinha e manejo sem e com escarificação do solo

	FV (Quadrados médios)					ef	Dose (Mg ha^{-1})					
	Dose (D)	Manejo (M)	DXM	Re	CV(%)		0	1,037	2,074	4,148	6,222	NPK
Ca	20,44	7,61	22,66*	3,50	14,47	s e	15,45c 13,55a	14,95c 11,27a	13,93bc 10,46a	9,08a 12,92a	10,20ab 13,29a	16,40c 13,75a
Mg	0,54	0,46	1,33*	0,43	10,37	s e	6,27ab 5,955a	6,27ab 6,12a	6,32ab 6,37a	5,46a 6,90a	5,99ab 6,89a	7,20b 6,45a
K	7,58	31,29	3,88	3,67	17,92	-	10,14	11,61	10,26	9,60	12,15	10,41
N	28,15	0,25	36,96*	8,89	19,51	s e	10,62a 14,62a	14,62a 15,33a	14,65a 14,98a	22,30b 13,94a	15,34a 17,79a	14,59a 14,58a
P	1,34*	0,94	0,05	0,09	9,90	D	2,41a	3,21bc	3,36c	3,41c	3,38c	2,77b
Cu	206,25	57,20	95,61*	3,19	10,16	s e	15,12b 14,62b	8,05a 23,80c	21,90c 21,30c	22,70c 20,72c	20,50c 23,45c	10,70a 8,17a
Zn	23,28	46,61	150,05*	55,31	13,45	s e	59,75a 51,07a	52,35a 56,60a	57,50a 59,47a	51,85a 58,57a	61,47a 45,47a	54,75a 54,65a

CV - Coeficiente de variação, Re - Resíduo, NPK - Fonte mineral. * significativo ($P < 0,05$), média seguida de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($P > 0,05$). Manejo sem escarificação (s) e com escarificação (e).

No manejo com escarificação para o Ca e Mg, não houve diferença entre as médias em razão da mobilização do solo pela haste do escarificador que proporcionou um aumento de ação por microrganismo na decomposição da matéria orgânica mesmo com baixa dose de esterco aplicado na superfície.

Pela importância do K, com exceção da dose de $6,222 \text{ Mg ha}^{-1}$, os teores estão abaixo da faixa adequada para essa forrageira, que é de 12 a 30 g kg^{-1} (Werner et al., 1997). Os resultados são semelhantes aos de Barnabé et al. (2007) que não verificaram variações significativas na concentração de K com aplicação de jeto líquido de suíno. Silva Neto et al. (2009), com aplicação de resíduo líquido de frigorífico não conseguiram manter as concentrações adequadas de K no tecido vegetal do capim Marandu. No segundo corte da *Brachiaria decumbens*, Lana et al. (2010), com uso de doses de $6,25, 9,375$ e $12,50 \text{ Mg ha}^{-1}$ de cama de frango, observaram aumentos de 6,1, 8,1 e $7,1 \text{ g kg}^{-1}$ na concentração de K em relação ao controle.

Com uso de esterco e manejo sem escarificação, os teores de N variaram de $14,62$ a $22,30 \text{ g kg}^{-1}$, sendo maiores que Silva Neto et al. (2009) que observaram aumento de $2,80 \text{ g kg}^{-1}$ na concentração de nitrogênio (N) na biomassa do capim Marandu após receber doses $112,50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de resíduo líquido de frigorífico, sendo faixa adequada para essa forrageira de 13 a 20 g kg^{-1}

(Werner et al., 1997). No tratamento mineral em ambos os manejos os teores de N se mostraram semelhantes às doses de esterco, favorecido talvez pelo parcelamento da adubação com N. Os resultados corroboram com Costa et al. (2009b) que observaram no primeiro ano de corte teores de $13,51 \text{ g kg}^{-1}$ com dose de 100 kg ha^{-1} de N.

Com uso de esterco de galinha, houve aumento nos teores de P, sendo maior que a faixa preconizada por Werner et al. (1997), de 0,8 a $3,0 \text{ g kg}^{-1}$. Silva et al. (2013), com 15 Mg ha^{-1} de esterco de galinha, verificaram $3,0 \text{ g kg}^{-1}$, superior aos demais tratamentos. Silva et al. (2012) observaram concentração de P de 0,32 e 0,21 mg dm^{-3} nos tecidos do capim Marandu em períodos de chuva e seca, respectivamente. Lana et al. (2010) observaram no segundo corte concentração $3,12 \text{ g kg}^{-1}$ de P com aplicação de $12,50 \text{ Mg ha}^{-1}$ de cama de frango de cama, ou seja, aumento de 1,78 vezes em relação ao controle. No tratamento com adubação mineral o valor de P se assemelha a menor dose, pelo aumento no intervalo entre cortes ao final e maior produção de massa seca durante todo o período.

Houve interação significativa para os fatores dose de esterco e manejo do solo para os teores de Cu e de Zn. Para ambos os manejos as concentrações destes minerais estão acima da faixa mínima adequada, de 7 mg kg^{-1} e 29 mg kg^{-1} , respectivamente (Werner

et al., 1997). O resultado do tratamento mineral sem escarificação do solo foi semelhante ao tratamento com 1,037 Mg. ha⁻¹ de esterco de frango e com escarificação menor que o tratamento zero, em razão da maior produção e de frequências de corte.

Na extração anual, as doses de esterco de galinha provocaram alterações significativas para o Ca, Mg, K, P e Zn e para os demais minerais ocorreu interação dose de esterco e manejo do solo (Tabela 2). Para o N e Cu, sem e com manejo de escarificação do solo, as maiores extrações ocorreram com maiores doses de esterco de galinha e com tratamento mineral, em razão da maior produção de massa seca com IL de 95%, mesmo com efeito climático principalmente de baixa temperatura nesta região, (Figura 1). Devido a maior produção de massa seca no tratamento mineral, os resultados foram maiores que Costa et al. (2009a), com três cortes realizados ao ano e por Primavesi et al. (2006) com nitrato de amônio após quatro cortes consecutivos na estação chuvosa.

Com as maiores doses de esterco de galinha x manejo do solo o N foi o mineral de maior extração, mas com

efeito de dose houve maior extração anual de K, Ca, Mg, P e Zn e com tratamento mineral foram observadas maiores extrações de Ca, K, Mg, P e Zn, o Ca pode ser devido ao maior período entre cortes com efeito da diluição. Primavesi et al. (2006) com uso de duas fontes de nitrogênio e em todos os tratamentos, as extrações dos macronutrientes foram maiores para K seguidas de N, Ca, Mg, P e S e dos micronutrientes na seguinte ordem decrescente: Fe, Mn, Zn e Cu. E na extração anual por corte houve efeito significativo para interação dose e manejo para Ca e Cu, efeito de dose para P e demais mineral sem variações mesmo com aumento de número de cortes efetuados nas maiores doses, mas certamente os resultados contribuem para o planejamento do número pastejo com animais para reposição desses minerais ao solo.

A extração de Mg, K e P foi linear com efeito de doses de esterco e para N foi linear com interação entre dose de esterco x manejo (Figura 2) e somente para o Ca não houve ajuste aos dois modelos propostos. Os ajustes lineares com incremento de minerais extraídos

Tabela 2 - Resumo da análise de variância e teste de média para extração (kg kg⁻¹) e extração por número de corte (kg kg⁻¹ NC⁻¹), pela parte aérea do capim Marandu fertilizado com esterco de galinha e manejo sem e com escarificação do solo

	FV (Quadrados médios)				CV(%)	df	Dose (Mg ha ⁻¹)					NPK
	Dose(D)	Manejo(M)	DXM	Re			0	1,037	2,074	4,148	6,222	
Extração anual (kg. ha ⁻¹)												
Ca	25070,64*	89,56	5422,12	2268,29	23,03	D	147,32a	173,45ab	192,10ab	194,90ab	224,21b	308,58c
Mg	6142,86*	479,07	764,23	503,49	21,69	D	62,38a	83,56ab	101,97bc	109,80cbd	123,29cd	139,80d
K	16714,97*	11819,93	2357,04	2771,73	29,96	D	105,16a	157,50ab	169,99ab	171,81ab	236,16b	213,61b
N	47860,41	61,45	17820,94*	6209,42	30,98	s	104,77a	194,90ab	200,65ab	422,15c	297,72bc	312,76bc
						e	159,47a	219,42ab	269,36ab	239,21ab	344,30b	287,62ab
P	1727,77*	512,85	72,25	105,20	20,17	D	25,01a	42,97b	54,39bc	60,75c	65,11c	56,84bc
Cu	0,10	0,01	0,02*	0,004	24,29	s	0,10a	0,15a	0,30bc	0,42c	0,40c	0,23ab
						e	0,15a	0,33b	0,38b	0,35b	0,45b	0,15a
Zn	0,32*	0,0001	0,07	0,030	19,49	D	0,56a	0,73ab	0,93bc	0,98bc	1,02c	1,10c
Extração anual por corte (kg. ha ⁻¹ .NC ⁻¹)												
Ca	390,07	58,11	376,57*	122,49	27,08	e	46,44ab	47,86ab	50,04b	26,08a	25,29a	56,12b
						s	38,81a	35,40a	35,31a	42,73a	38,97a	47,41a
Mg	43,59	11,39	35,10	24,26	24,62	-	17,93a	19,68a	22,28a	19,22a	17,58a	23,35a
K	91,92	386,47	40,13	100,27	29,92	-	29,34a	36,59a	36,73a	29,42a	33,28a	35,38a
N	313,97	12,20	269,46	165,70	26,98	-	36,88a	47,99a	50,25a	55,61a	45,50a	49,96a
P	20,46*	15,36	3,81	6,16	25,52	D	7,11a	10,13ab	11,93b	10,51ab	9,21ab	9,49ab
Cu	0,002	0,0006	0,001	0,0002*	25,65	s	0,04ab	0,02ab	0,08c	0,06bc	0,05ab	0,03ab
						e	0,04ab	0,07c	0,07bc	0,06bc	0,06bc	0,02a
Zn	0,003	0,000004	0,001	0,001	24,72	-	0,16a	0,17a	0,20a	0,17a	0,14a	0,18a

CV - Coeficiente de variação, Re - Resíduo, NPK - Fonte mineral. * significativo (P<0,05), média seguida de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05). Manejo sem escarificação (s) e com escarificação (e).



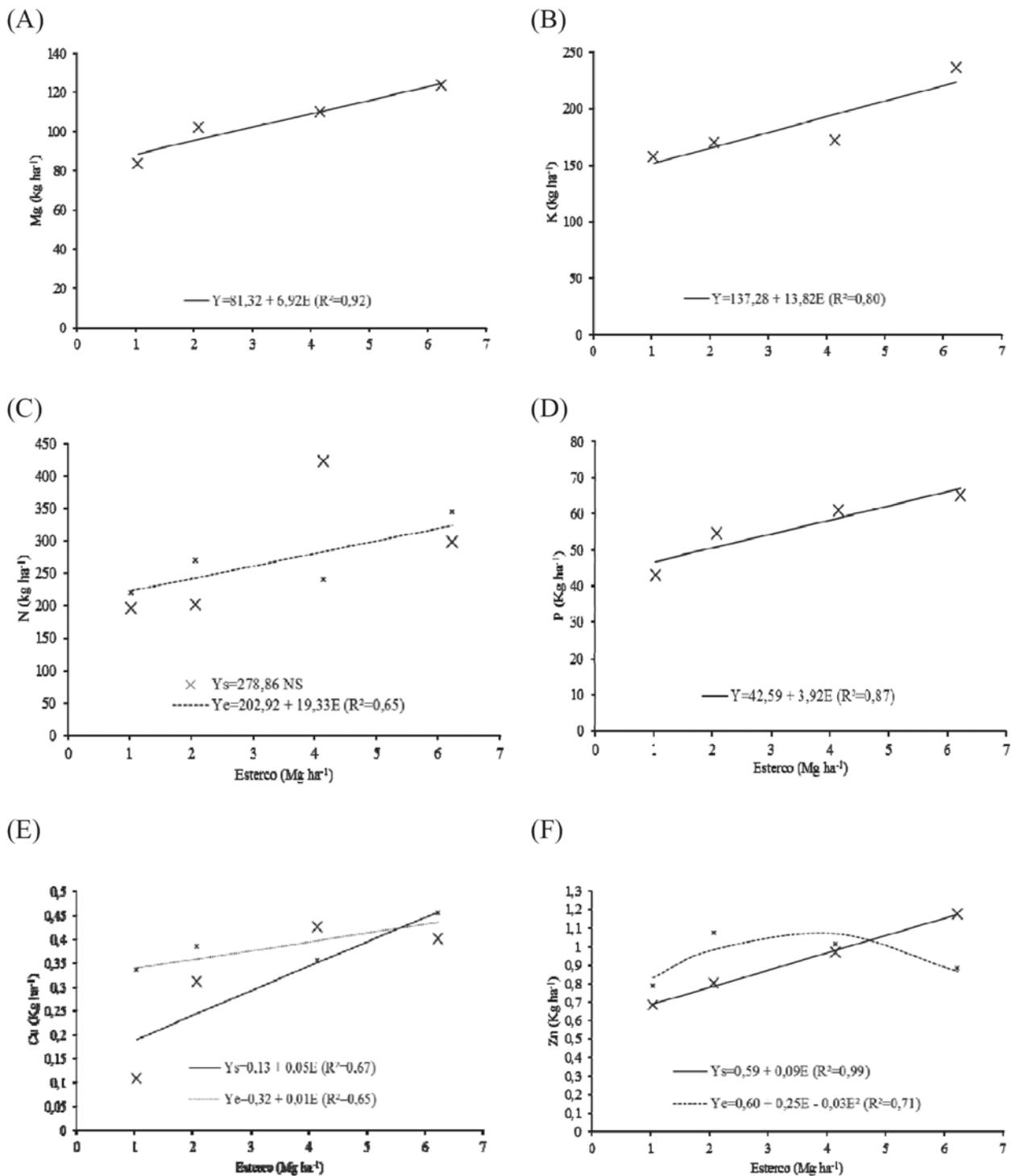


Figura 2 - Extração mineral pela massa de forragem do capim Marandu fertilizado com esterco de galinha e manejo sem e com escarificação do solo (s,e).

pela massa de forragem do capim Marandu foram motivados pelo aumento na produção de forragem acumulada devido ao número de cortes efetuados com aumento de fertilização de esterco de galinha.

Na extração de Mg entre as doses de 1,037 e 6,222 Mg ha⁻¹ de esterco de galinha houve aumento de 39,72 kg ha⁻¹ devido a massa seca acumulada (MS) de 5,91Mg ha⁻¹ durante os 350 dias (Figura 2A). Os resultados confirmam Costa et al. (2009a), que observaram no ajuste linear um aumento de quatro vezes em relação à testemunha, com o acréscimo de doses de nitrogênio nas extrações de magnésio pelo capim Marandu. Primavesi et al. (2006) constataram ajuste quadrático com aumento de 5,4 vezes na extração de Mg na dose de 400 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N aplicado, em relação à testemunha.

O aumento da extração do K pelo capim Marandu em relação à menor dose de esterco de galinha foi de 7,92, 9,08 e 49,94% para as doses de 2,074, 4,148 e 6,222 Mg ha⁻¹, respectivamente. Os resultados de certa forma, corroboram com Costa et al. (2009a), que verificaram extração próximas de K de 251,87 kg ha⁻¹ no segundo ano de avaliação de capim Marandu e de Primavesi et al. (2006) que relataram extração de 429 kg ha⁻¹, sendo ambos com maior adubação e produção de massa seca.

Na interação dose de esterco x manejo com escarificação, a extração de N com dose de 6,222 Mg ha⁻¹ foi de 344,30 kg ha⁻¹, ou seja, aumento de 56,91% em relação dose de 1,037 Mg ha⁻¹ de esterco (Figura 2C). A escarificação do solo manteve constante a concentração de N no capim Marandu mesmo com aumento de dose de esterco. Segundo Azeez e Averbeke (2010), aos 120 dias 80% do N presente no esterco de galinha é mineralizada, com dependência contínua de ação e morte de microrganismos. Primavesi et al. (2006) verificaram que a extração de nitrogênio foi linear para duas fontes (ureia e o nitrato de amônio) e entre doses de 200 e 800kg/ha/ano de N, a extração foi 2,5 e 2,86 vezes maior, respectivamente. Com fertilização de esterco de galinha os valores verificados de extração de N são maiores do que K. Relacionado também, pelo sistema de manejo adotado com IL de 95% com maiores números de cortes e produção acumulada de massa de forragem do capim Marandu. Os resultados diferem de Primavesi et al. (2006) e Costa et al. (2009a), que verificaram extração maior de K em relação ao N pelo capim Marandu.

O aumento de extração de P entre as doses de esterco aplicado foi de 22,14 kg ha⁻¹. Costa et al. (2009a) observaram no modelo quadrático o aumento na extração de P de 6,26 kg ha⁻¹ no primeiro ano de avaliação entre doses de 100 e 300 kg ha⁻¹ de N. Os resultados corroboram com Primavesi et al. (2006) que verificaram entre mesmas doses de N aumento de extração de 13 e 23 kg ha⁻¹ para ureia e nitrato de amônio, respectivamente.

Na interação entre doses de esterco e manejo do solo houve ajuste linear para o Cu (Figura 2E). Comparando a extração desse micronutriente na dose 6,222 Mg ha⁻¹ em relação à dose de 1,037 Mg ha⁻¹ de esterco, o aumento foi de 3,72 e 1,35 vezes, sem e com escarificação do solo, respectivamente. A maior variação de extração com aplicação de esterco de galinha sem a escarificação do solo é por causa do aumento na massa seca acumulada (MS) pelo capim Marandu nas maiores doses. Braz et al. (2004) encontraram extração de Cu de 0,69 kg ha⁻¹ nas folhas do capim Marandu aos 105 dias.

Na interação dose de esterco e manejo sem escarificação do solo houve ajuste linear para o Zn com aumento de 0,49 kg ha⁻¹ entre doses de esterco aplicado (Figura 2F). E na interação entre dose de esterco e manejo com escarificação do solo o ajuste foi quadrático com extração máxima de 1,06 kg ha⁻¹ com dose de 2,77 Mg ha⁻¹ de esterco. Braz et al. (2004) observaram valor máximo de extração de Zn de 0,204 kg ha⁻¹ nas folhas de capim Marandu. A extração de Zn foi maior que Cu no capim Marandu, estando de acordo com Primavesi et al. (2006) e Costa et al. (2009a).

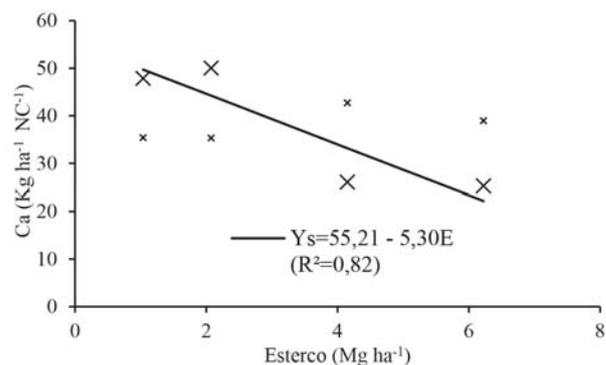


Figura 3 - Extração mineral por corte no capim Marandu fertilizado com esterco de galinha e manejo sem e com escarificação do solo (s,e).



Na interação dose de esterco e sem o manejo de escarificação do solo para extração mineral de Ca por corte efetuado no capim Marandu houve ajuste ao modelo linear decrescente entre as doses de esterco (1,037 e 6,222 Mg ha⁻¹), o que demonstra nas maiores doses de esterco de galinha o efeito da diluição em razão do maior número perfilhos, maior quantidade de folhas jovens em razão dos cortes efetuados ao longo do ano.

CONCLUSÃO

ON foi o mineral mais extraído pela massa de forragem do capim Marandu com uso de esterco de galinha e manejo mecânico do solo.

Em razão do aumento da dose de esterco de galinha e da produção de massa de forragem do capim Marandu houve aumento na extração de K, Ca, Mg, P, Zn e Cu.

LITERATURA CITADA

- ASHJAEI, S.; MILLER, W.P.; CABRERA, M.L. et al. M. Arsenic in Soils and Forages from Poultry Litter-Amended Pastures. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.8, p.1534-1546, 2011.
- AZEEZ, J.O.; AVERBEKE, V.W. Nitrogen mineralization potential of three animal manures applied on a Sandy Clay loam soil. **Bioresource Technology**, v.101, n.14, p.5645-5651, 2010.
- AZEVEDO, A.C. de; BONUMÁ, A.S. Partículas coloidais, dispersão e agregação em latossolos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.609-617, 2004.
- BARNABÉ, M.C.; BENEVAL, R.; LOPES, E.L. et al. Produção e composição químico-bromatológica da *Brachiaria Brizantha* cv. marandu adubada com dejetos líquidos de suínos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.8, n.3, p.435-446, 2007.
- BATISTA, K.; MONTEIRO, F.A. Variações nos teores de potássio, cálcio e magnésio em capim-marandu adubado com doses de nitrogênio e de enxofre. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.1, p.151-161, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 25, de 23 de julho de 2009. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 de julho de 2009. Seção 1, p.20, 2009.
- BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M. da; KLIEMANN, H.J. et al. Acumulação de nutrientes em folhas de milho e dos capins braquiária e mombaça. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.34, n.2, p.83-87, 2004.
- COSTA, K.A. de P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P. et al. Extração de nutrientes do capim-marandu sob doses e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.10, n.4, p.801-812, 2009 (a).
- COSTA, K.A. de P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, I.P. et al. Doses e fontes de nitrogênio na nutrição mineral do capim-marandu. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.10, n.1, p.115-123, 2009 (b).
- DIFANTE, G. dos S.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JUNIOR, D. et al., Ingestive behaviour, herbage intake and grazing efficiency of beef cattle steers on Tanzania guineagrass subjected to rotational stocking managements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1001-1008, 2009.
- EGUCHI, E.S.; CECATO, U.; MUNIZ, A.S. et al. Physical and chemical changes in soil fertilized with poultry manure with and without chiseling. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.20, n.4, p.316-321, 2016.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.
- LANA, R.M.Q.; ASSIS, D.F. de; SILVA, A. de A. et al. Alterações na produtividade e composição nutricional de uma pastagem após segundo ano de aplicação de diferentes doses de cama de frango. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.2, p.249-256, 2010.
- MALAVOLTA, E.; VITTI G.C.; OLIVEIRA S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2ª ed. Piracicaba, Potafós. 1997. 319p.
- MENEZES, J.F.S.; ALVARENGA, R.C.; SILVA, G.P. et al. **Cama-de-frango na agricultura: perspectivas e viabilidade técnica e econômica**. Boletim Técnico, 3. Rio Verde, GO: Fundação do Ensino Superior de Rio Verde, 2004. 28p.



OLIVEIRA, E.L. de. **Sugestão de adubação e calagem para culturas de interesse econômico no Estado do Paraná.** Londrina: IAPAR, 2003. 30p.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, S.C. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.4, p.618-625, 2009.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A. et al. Nutrientes na fitomassa de capim-Marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p.562-568, 2006.

SILVA NETO, S.P. da; SILVA, J.E.C. da; SANTOS, A.C. dos. et al. Características agrônomicas e nutricionais do capim-Marandu em função da aplicação de resíduo líquido de frigorífico. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.32, n.1, p.9-17. 2009.

SILVA, A.A.; SIMIONI, G.F.; LUCENA, A. Efeito da adubação orgânica no crescimento do capim *Brachiaria Brizantha* cv. Marandu em Parecis/Rondônia. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.9, n.16, p.923-932, 2013.

SILVA, C.C.; SANTOS, A.C. dos; SILVA, G.F. et al. Resposta do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf) a aplicação de NPK e fontes de matéria orgânica. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v.7, p.43-57, 2012.

TRINDADE, J.K. da; DA SILVA, S.C.; SOUZA JÚNIOR, S.J. et al. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.883-890, 2007.

VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C. et al. Características produtivas e qualitativas do capim-elefante pastejado em intervalo fixo ou variável de acordo com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, n.5, p.1002-1010, 2010.

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H. et al. Forrageiras. In: RAIJ, B. VAN; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1997. p.263-273.

Recebido para publicação em 5/4/2017 e aprovado em 4/9/2017



ÓLEO ESSENCIAL DE PITANGUEIRA NA GERMINAÇÃO E SANIDADE DE SEMENTES DE VARIEDADES CRIOULAS DE FEIJOEIRO

Gabriela Silva Moura^{1*}, Silmara Rodrigues Pietrobelli¹, Idaiane Maria Ribeiro de Oliveira¹, Ivan Junior de Oliveira¹, Gilmar Franzener¹

RESUMO - Diversos fitopatógenos podem afetar a sanidade de sementes de feijoeiro. Esse trabalho objetivou avaliar o efeito do óleo essencial (OE) de pitanga na incidência de patógenos e germinação de sementes de feijoeiro. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições. O OE de pitangueira foi avaliado nas concentrações de 0; 0,05 %; 0,1%; 1% e 2%. As sementes foram imersas nos tratamentos por cinco minutos e acondicionadas em gerbox contendo papel de germinação. Foram avaliadas a porcentagem de germinação, plântula normal e anormal, comprimento de parte aérea e de raiz e massa da matéria fresca e seca. Também foi realizado teste de patologia de sementes com avaliação da incidência de fungos e bactérias. Foram utilizadas as variedades Mourinho e Rajado Vermelho. Foram identificados nas duas variedades os patógenos dos gêneros *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Colletotrichum*, *Bacillus* e *Xanthomonas*. O OE de pitanga promoveu redução na incidência do fungo *Fusarium* na variedade Rajado Vermelho. Embora tenha apresentado efeito protetor, o óleo essencial, nas maiores concentrações, também apresentou efeito inibitório sobre o desenvolvimento de plântulas normais e sobre atributos do desenvolvimento das plântulas, indicando efeito fitotóxico nas maiores concentrações.

Palavras-chave: *Eugenia uniflora*, patologia de sementes, *Phaseolus vulgaris*.

ESSENTIAL OIL OF SURINAM CHERRY IN THE GERMINATION AND SANITY OF BEAN LANDRACE VARIETIES

ABSTRACT - Several phytopathogens can affect the health of common bean seeds. The aim of this work was evaluate the effect of essential oil (EO) of Surinam Cherry on the pathogen incidence and seed germination of common bean. The experimental design was completely randomized with four replicates. The Surinam Cherry EO was evaluated at concentrations of 0; 0.05; 0.1; 1 and 2%. The seeds were immersed in the treatments for five minutes and packed in a gerbox containing germination paper. The percentage of germination, normal and abnormal seedling, area and root length and fresh and dry matter mass were evaluated. A seed pathology test was also carried out, evaluating the incidence of fungi and bacteria. The Mourinho and Rajado Vermelho varieties were used. Pathogens of the genus *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Colletotrichum*, *Bacillus* and *Xanthomonas* were identified in both varieties. The OE promoted a reduction in the incidence of *Fusarium* fungus in the Rajado Vermelho variety. Although it had a protective effect, the essential oil, at the highest concentrations, also had an inhibitory effect on the development of normal seedlings and on attributes of seedling development, indicating a phytotoxic effect at the highest concentrations.

Keywords: *Eugenia uniflora*, *Phaseolus vulgaris*, seed pathology.

¹ Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS, Campus Laranjeiras do Sul-PR, BR 158, km 405, CEP 85301-970. *Autor para correspondência: bismoura@hotmail.com



INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um das leguminosas mais importantes do mundo, sendo de grande relevância econômico-social (Stone et al., 2013).

O Brasil foi considerado o maior produtor mundial de feijão, na safra de 2015\2016 a produção nacional de grãos foi 2.593,1 toneladas, e estima-se que para 2016\2017 chegue a 3.052,3 milhões de toneladas, segundo dados da Conab (2017).

A cultura do feijoeiro pode ser afetada por diversas doenças que afetam a produtividade. Grande parte dos agentes etiológicos das doenças do feijoeiro pode ser transportada pela semente (Wendland et al., 2016), contribuindo para ocorrência de epidemias nas lavouras (Souza, 2016).

A importância dos testes de detecção de fungos patogênicos em sementes, deve-se ao fato que as mesmas funcionam como meio de sobrevivência do patógeno, além de serem veículos de disseminação para outras áreas não infestadas (Rey et al., 2009). Os danos decorrentes da associação patógenos com semente resultam na redução da qualidade das sementes, dispersão de raças mais agressivas e transmissão do patógeno já nos primeiros estágios de desenvolvimento da planta (Rani et al., 2013).

Neste contexto, é importante salientar que um dos aspectos essenciais relacionados à produtividade de uma cultura é a utilização de sementes de alta qualidade sanitária. Partir de aspectos que envolvem a qualidade sanitária das sementes é essencial, pois grande número de microrganismos pode estar associado a elas, causando anormalidades nas plântulas, deterioração do tecido embrionário, afetando a germinação e vigor e consequentemente a produção (Piveta et al., 2010).

Segundo Zuchi et al. (2013), a qualidade das sementes compreende um conjunto de atributos que envolve o genótipo, condições edáficas, climáticas e fatores bióticos, além de condições adequadas de temperatura e umidade (Figueiredo Neto et al., 2012). A qualidade fisiológica das sementes é definida como a capacidade de desempenhar suas funções vitais, caracterizadas pela longevidade, viabilidade e vigor (Toledo et al., 2009). O tratamento de sementes constitui uma medida importante no manejo integrado de doenças de plantas (Menten, 1995). Para o tratamento de sementes comumente

são utilizados fungicidas, mas ainda há poucas informações de alternativas ao uso de produtos químicos. Entre essas alternativas o uso de óleos essenciais de plantas já tem demonstrado potencial (Bozic et al., 2017; Girardi et al., 2017).

Em pesquisas envolvendo a sanidade e germinação de sementes de feijão-fava, foi avaliada a eficiência de óleos essenciais na incidência de fungos e qualidade fisiológica das sementes (Gomes et al., 2016), onde os autores verificaram que os óleos essenciais de copaíba e manjeriço reduziram a incidência de fungos nas sementes.

Segundo Lopes et al. (2000), sementes de feijão-macassar tratadas com os produtos naturais à base de raspas de fumo em rolo, pó de casca dos frutos de laranja cravo e de frutos de pimenta-do-reino moídos, apresentaram baixo nível de infestação por insetos durante o armazenamento, sendo uma alternativa em substituição ao tratamento químico das sementes.

Conforme mencionam Barrocas & Machado (2010), a utilização de produtos naturais como o uso de óleos essenciais no controle de patógenos presentes nas sementes, pode reduzir o uso de produtos químicos, além de diminuir os riscos à saúde humana e ao ambiente. No entanto, ainda são poucos estudos realizados com sementes crioulas, também conhecidas como locais ou tradicionais. Alguns óleos essenciais, como o de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), tem conhecidas atividades antimicrobianas e antioxidantes (Victoria et al., 2012), mas são escassas as informações do potencial para o tratamento de sementes. Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de diferentes concentrações do óleo essencial de pitangueira na germinação e na incidência de patógenos em sementes de feijão var. Mourinho e var. Rajado Vermelho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal da Fronteira Sul no Campus Laranjeiras do Sul-PR, em agosto de 2016. As coordenadas geográficas da região são 25°26'42" de latitude Sul e 52°26'29" longitude Oeste. Foram utilizadas duas variedades de sementes de feijão var. Mourinho e var. Rajado Vermelho, adquiridas de agricultores do município de Laranjeiras do Sul-PR. Para o teste de patologia, as sementes de feijoeiro de



cada variedade foram inicialmente desinfectadas em solução de hipoclorito de sódio 0,5% por um min, e em seguida lavadas em água destilada. As sementes foram imersas por cinco minutos nos seguintes tratamentos: óleo essencial de pitanga (OE) na concentração de 0; 0,05 %; 0,1%; 1% e 2%. Para todos os tratamentos utilizou-se 0,5% de Tween 20. Após as sementes foram secas em papel absorvente, foram distribuídas em caixas tipo gerbox contendo duas folhas de papel de germinação previamente umedecido com água destilada equivalente a 2,5 vezes o peso seco. Foram dispostas 25 sementes por gerbox em quatro repetições, totalizando 100 sementes por tratamento, em seguida incubadas em germinador do tipo BOD a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, no escuro. Após 24 horas de incubação as sementes foram transferidas para congelador a -20°C , sendo mantidas por 12 horas. Após esse período foram novamente incubadas em BOD. Sete dias após, foi realizada a avaliação da incidência de fungos e bactérias nas sementes pela contagem de sementes infectadas e auxílio de chaves de identificação (Barnett & Hunter, 1982).

No teste de germinação, foram adotados os mesmos procedimentos citados anteriormente para o teste de patologia, mas nesse caso as sementes foram mantidas somente em BOD, sem congelamento. Aos nove dias após a implantação do experimento avaliou-se as seguintes variáveis: porcentagem de germinação, plântulas normais e anormais, comprimento da parte aérea e da raiz e peso total da matéria fresca. Após 24h avaliou-se o peso total da matéria seca das amostras submetidas a 70°C (Brasil, 2009).

Os bioensaios foram conduzidos em delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições sendo cada repetição constituída por vinte e cinco sementes, totalizando 100 sementes por tratamento. Para análise estatística os resultados foram submetidos inicialmente a testes de normalidade e homogeneidade, sendo transformados para análise quando necessário. Os resultados foram submetidos à análise de variância e estudo da regressão para as concentrações do óleo essencial de pitanga. Análises foram realizadas com auxílio do programa computacional Sisvar 5.6. (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No teste de patologia de sementes foram identificados, em ambas as variedades de sementes

de feijoeiro, var. Mourinho e var. Rajado Vermelho, os fitopatógenos dos gêneros *Fusarium*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Colletotrichum*, *Bacillus* e *Xanthomonas* (Figura 1).

O gênero *Fusarium* apresentou maior incidência, e para o qual o óleo essencial de pitangueira promoveu redução linear, principalmente na variedade Rajado Vermelho com inibição de 48,2% na incidência do fungo na concentração de 2%. (Figura 1). Para os demais gêneros encontrados não houve diferença significativa. De maneira geral, maiores valores de incidência de potenciais fitopatógenos foi observada na var. Rajado Vermelho.

Os fitopatógenos que ocorreram nesse trabalho são comuns em feijoeiro e podem causar sérios danos

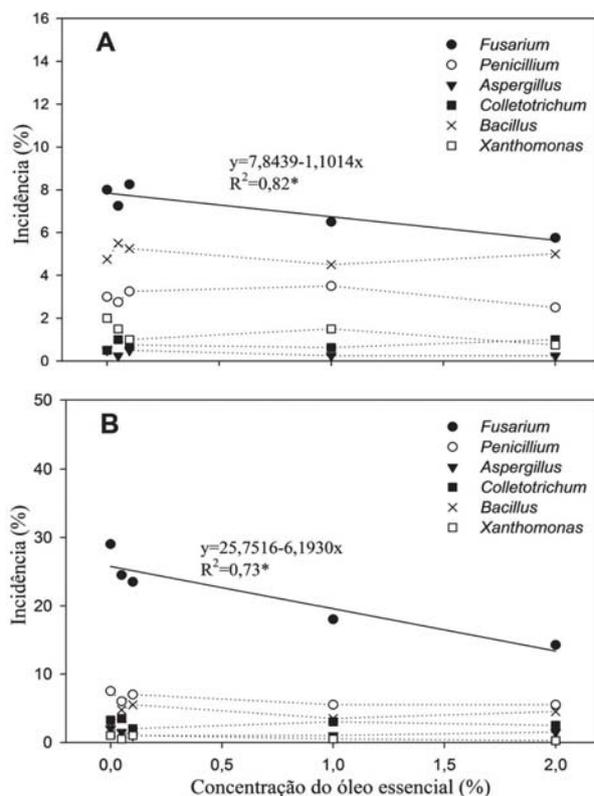


Figura 1 - Incidência de fungos e bactérias em sementes de feijoeiro var. Mourinho (A) e var. Rajado Vermelho (B) submetidas ao tratamento com diferentes concentrações do óleo essencial de pitangueira. *Significativo a 5% de probabilidade.

às sementes da cultura. O fato de o óleo essencial de pitanga reduzir significativamente a incidência do fungo *Fusarium*, o de maior ocorrência em ambas as variedades, indica o potencial do óleo essencial dessa espécie. Embora derivados vegetais tenham sido mais estudados no controle de doenças de parte aérea (Costa et al., 2017), alguns trabalhos já relataram o potencial de outros óleos essenciais na sanidade de sementes (Gomes et al., 2016). O tratamento de sementes com óleos essenciais pode representar importante alternativa em sistemas de base ecológica, pois podem ser utilizados mesmo em baixas concentrações, o que também pode viabilizar o uso em maior escala. O desenvolvimento de novas tecnologias no tratamento de sementes torna-se fundamental para ganhos na produção das culturas (Aguilera & Martín, 2016). Entre os trabalhos recentes que demonstraram o potencial de óleos essenciais no tratamento de sementes, Girardi et al. (2017), avaliaram o efeito da microencapsulação com óleo essencial de *Lipia turbinata* em sementes de amendoim e verificaram eficiência na redução de fungos nas sementes, principalmente dos gêneros *Penicillium* e *Aspergillus*. No trabalho desenvolvido por Bozik et al. (2017), além de ser verificado efeito antifúngico sobre *Aspergillus* spp. em sementes de aveia por diversos óleos essenciais, também verificaram que houve alteração na característica sensorial das sementes, com exceção para óleo essencial de capim-limão. No entanto, a característica sensorial é de menor importância para o caso de tratamento de sementes que não serão destinadas diretamente para o consumo. Efeito do óleo essencial de outras espécies também tem sido observado sobre fungos do gênero *Fusarium* spp. (Hashem et al., 2010), de acordo com os resultados obtidos nesse trabalho.

Sobre a germinação das sementes de feijoeiro não foi observada diferença significativa pela utilização do óleo essencial, mesmo em maiores concentrações (Figura 2). Tal comportamento foi observado para ambas as variedades.

Por outro lado, o óleo essencial de pitangueira promoveu diminuição na porcentagem de plântulas normais (Figura 3A) e aumento no desenvolvimento de plântulas anormais (Figura 3B). Foi observado efeito semelhante para ambas as variedades.

A ausência de efeito tóxico do óleo essencial de pitanga na germinação de sementes de feijoeiro é desejada, no entanto foi observado que em maiores

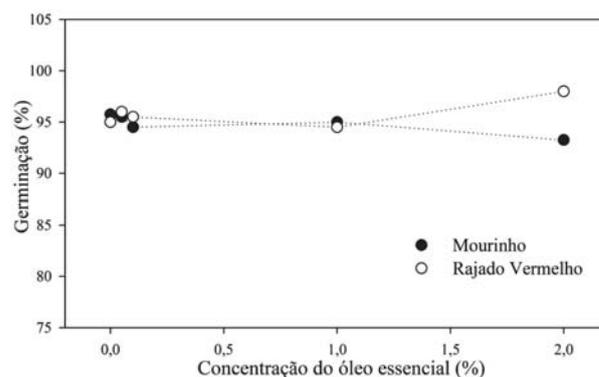


Figura 2 - Porcentagem de germinação sementes de feijoeiro após tratamento das sementes com diferentes concentrações do óleo essencial de pitangueira.

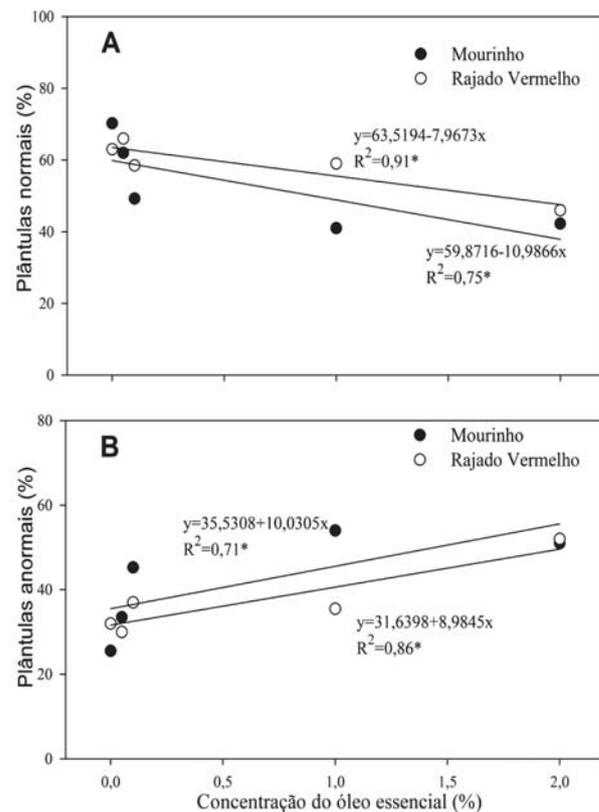


Figura 3 - Porcentagem de plântulas normais (A) e anormais (B) de plântulas de feijoeiro após tratamento das sementes com diferentes concentrações do óleo essencial de pitangueira. *Significativo a 5% de probabilidade.



concentrações o óleo essencial pode afetar atributos relacionados ao desenvolvimento das plântulas, indicando efeito fitotóxico em maiores concentrações. Os óleos essenciais tendem a possuir composição complexa (Mesquita et al., 2017) e concentrada, o que contribui para justificar seu efeito mesmo em baixas concentrações e efeitos tóxicos em altas concentrações.

Para o comprimento da parte aérea houve comportamento distinto entre as variedades, sendo que o óleo essencial promoveu inibição apenas sobre a variedade Mourinho, que foi de 38,6% em relação ao tratamento sem óleo essencial (Figura 4A). Quanto ao desenvolvimento da radícula também apenas houve efeito sobre a var. Mourinho, nesse caso com efeito quadrático e ponto de máximo comprimento da radícula promovido na concentração de 0,99% do óleo essencial (Figura 4B).

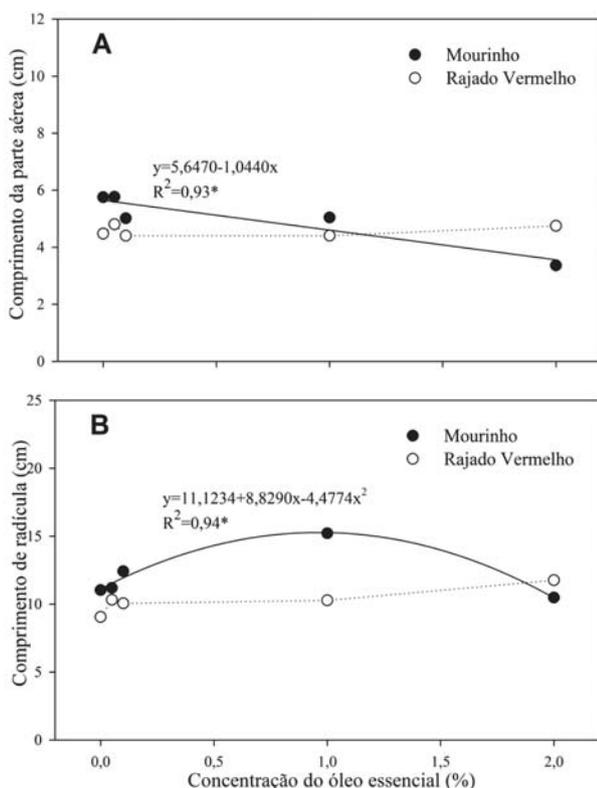


Figura 4 - Comprimento da parte aérea (A) e da radícula (B) de plântulas de feijoeiro após tratamento das sementes com diferentes concentrações do óleo essencial de pitangueira. *Significativo a 5% de probabilidade.

Para massa da matéria fresca houve redução linear para var. Mourinho, sendo de 52,8% na concentração de 2% do óleo essencial. Para variedade Rajado Vermelho não foi observada diferença significativa. Também não foi observada diferença para massa da matéria seca, independentemente da variedade utilizada (Figura 5).

Os resultados obtidos nesse trabalho são reforçados por Gomes et al. (2016) que ressaltam que os óleos essenciais, quando utilizados puros, podem apresentar toxicidade elevada nos vegetais. Em função disso, recomenda-se a utilização de pequenas dosagens onde desenvolvem funções que estão relacionadas à sua volatilidade (Bozik et al., 2017), agindo na proteção de plantas. No entanto, a presença de efeito fitotóxico dependerá das espécies vegetais estudadas. Lobato et al. (2007) mostraram que a ação do óleo essencial

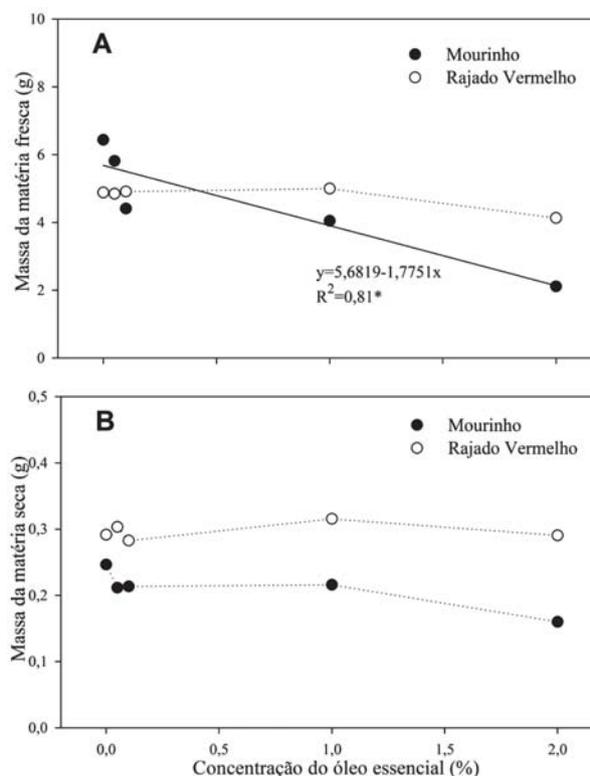


Figura 5 - Massa de matéria fresca (A) e seca (B) de plântulas de feijoeiro após tratamento das sementes com diferentes concentrações do óleo essencial de pitangueira. *Significativo a 5% de probabilidade.

de *Piper aducum* no tratamento de sementes de feijão *Vigna unguiculata* não apresentou respostas fitotóxicas sobre a germinação, mesmo em altas concentrações do óleo.

Outro aspecto importante observado foi o efeito diferencial entre as duas variedades de feijoeiro avaliadas para aspectos do desenvolvimento de plântulas. Embora houveram resultados semelhantes para incidência de fitopatógenos, germinação e porcentagem de plântulas normais, a variedade Mourinho se mostrou mais sensível ao efeito do óleo essencial de pitangueira para comprimento de radícula, da parte aérea e matéria fresca. Assim, essas respostas diferenciais entre as variedades ao tratamento com óleo essencial é um aspecto importante a ser considerado em pesquisas ou mesmo na recomendação prática do tratamento de sementes com óleos essenciais, de maneira que possam ser utilizadas concentrações eficientes, mas que não venham a comprometer negativamente o desenvolvimento de determinadas variedades.

Delgado & Barbedo (2011), avaliaram o potencial inibidor de extratos de sementes germinantes de pitangueira sobre a germinação de suas próprias sementes e de sementes de feijão e aquênios de alface. Esses autores verificaram que os extratos de pitangueira não apresentaram inibição da germinação para a própria espécie. Porém, para os aquênios de alface e sementes de feijão houve inibição da germinação e do desenvolvimento inicial das plântulas.

Singh et al. (1991) avaliaram o efeito direto de compostos voláteis liberados pelas folhas de eucalipto (*Eucalyptus globulus* e *Corymbia citriodora*) no crescimento de feijoeiro. Os autores verificaram que, os vapores do óleo essencial de eucalipto, quando adsorvidos nas partículas do solo, retêm sua atividade e inibem a germinação de sementes e crescimento de mudas de feijoeiro. Ainda ressaltam que, o efeito inibitório dos óleos de folhas de eucalipto ou dos seus componentes ricos (cineol e limoneno) é aumentado se o ar acima do substrato tiver também os vapores destes óleos adsorvidos ou suspensos.

Os resultados obtidos nesse trabalho com óleo essencial de *E. uniflora* demonstram o potencial uso do mesmo mas também reforçam a necessidade de

aprofundar os estudos para compreensão de concentrações e formas mais adequadas de utilização para viabilizar o emprego.

CONCLUSÕES

O óleo essencial de pitanga promoveu redução na incidência do fungo *Fusarium* na variedade Rajado Vermelho.

O óleo essencial de pitanga, nas maiores concentrações, apresentou efeito inibitório no desenvolvimento das plântulas de feijoeiro, indicando efeito fitotóxico nas maiores concentrações.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa PNPd.

LITERATURA CITADA

AGUILERA, J.G.; MARTÍN, R.M. Água tratada magneticamente estimula a germinação e desenvolvimento de mudas de *Solanum lycopersicum* L. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.6, n.1, p.47-53, 2016.

BARNETT; H.L.; HUNTER, B.B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 3.ed. Minnessota: Burgess, 1982. 242p.

BARROCAS, E.N.; MACHADO, J.C. Inovações tecnológicas em patologia de sementes. Introdução a patologia de sementes e testes convencionais de sanidade de sementes para a detecção de fungos fitopatogênicos. **Informativo ABRATES**, v.20, n.3. p.10-13, 2010.

BOZIK, M.; CÍSAROVÁ, M.; TANCINOVÁ, D. et al. Selected essential oil vapours inhibit growth of *Aspergillus* spp. in oat with improved consumer acceptability. **Industrial Crops and Products**, v.98, p.146-152, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.



CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Observatório Agrícola. Acompanhamento da safra brasileira grãos.** Safra 2016/2017, v.4, n.1, Brasília, 2017.

COSTA, R.C.; ISHIDA, A.K.N.; MIRANDA, V.S. et al. Extratos vegetais, formulações a base de extrato vegetal e produtos químicos no controle da mancha bacteriana do maracujazeiro. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.7, n.1, p.23-33, 2017.

DELGADO, L.F.; BARBEDO, C.J. **Atividade inibidora da germinação em extratos de sementes *Eugenia uniflora* L.** Revista Brasileira de Sementes, v.33, n.3, p.463-471, 2011.

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

FIGUEIREDO NETO, A.; LIMA, M.S.; SILVA, M.F. et al. Armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de abóbora. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.2, n.2, p.44-50, 2012.

GIRARDI, N.S.; GARCÍA, D.; PASSONE, M.A. et al. Microencapsulation of *Lippia turbinata* essential oil and its impact on peanut seed quality preservation. **International Biodeterioration & Biodegradation**, v.116, p.227-233, 2017.

GOMES, R.S.S.; NUNES, M.C.; NASCIMENTO, L.C. et al. **Efficiency of essential oils in the sanitary and physiological quality of lima bean seeds (*Phaseolus lunatus* L.).** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v.18, n.1, p.279-287, 2016.

HASHEM, M.; MOHARAM, A.M.; ZAIED, A.A. et al. Efficacy of essential oils in the control of cumin root rot disease caused by *Fusarium* spp. **Crop Protection**, v.29, p.1111-1117, 2010.

LOBATO, A.K.S.; SANTOS, D.G.C.S.; OLIVEIRA, F.C. et al. Ação do óleo essencial de *Piper aduncum* L. utilizado como fungicida natural no tratamento de sementes de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl.2, p. 915-917, 2007.

LOPES, K.P.; BRUNO, R.L.A.; BRUNO, G.B. et al. Produtos naturais e fosfeto de alumínio no tratamento de sementes de feijão-macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) armazenadas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.22, n.2, p.109-117, 2000.

MENTEN, J.O.M. **Patógenos em Sementes, Detecção, Danos e Controle Químico.** São Paulo: Ciba Agro, 1995.

MESQUITA, P.R.R.; NUNES, E.C.; SANTOS, F.N. et al. Discrimination of *Eugenia uniflora* L. biotypes based on volatile compounds in leaves using HS-SPME/GC-MS and chemometric analysis. **Microchemical Journal**, v.130, p.79-87, 2017.

PIVETA, G.; MENEZES, V.O.; PEDROSO, D.C. et al. Superação de dormência na qualidade de sementes e mudas: influência na produção de *Senna multijuga* (L. C. Rich.) **Acta Amazônica**, v.40, n.2, p.281-288, 2010.

RANI, P.R.; CHELLADURAI, V.; JAYAS, D.S. et al. Storage studies on pinto beans under different moisture contents and temperature regimes. **Journal of Stored Products Research**, v.52, p.78-85, 2013.

REY, M.S.; LIMA, N.B.; SANTOS, J. et al. Transmissão semente-plântula de *Colletotrichum lindemuthinum* em feijão (*Phaseolus vulgaris*). **Arquivos do Instituto Biológico**, v.76, n.3, p.465-470, 2009.

SINGH, D.; KOHLI, R.K.; SAXENA, D.B. Effect of eucalyptus oil on germination and growth of *Phaseolus aureus* Roxb. **Plant and Soil**, v.137, p.223-227, 1991. DOI: 10.1007/BF00011200.

SOUZA, A.L. **Sanidade de Sementes de feijão em função da palhada antecessora em área de semeadura direta.** TESE (doutorado). Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho – UNESP, 2016. 59p.

STONE, L.F.; FERREIRA, E.P.B.; DIDONET, A.D. et al. Correlação entre a produtividade do feijoeiro no sistema de produção orgânica e atributos do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.1, p.9-25, 2013.



TOLEDO, M.Z.; FONSECA, N.R.; CÉSAR, M.L. et al. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, n.2, p.124-133, 2009.

VICTORIA, F.N.; LENARDÃO, E.J.; SAVEGNAGO, L. et al. Essential oil of the leaves of *Eugenia uniflora* L.: antioxidante and antimicrobial properties. **Food and Chemical Toxicology**, v.50, p.2668-2674, 2012.

WENDLAND, A.; MOREIRA, A.S.; BIANCHINI, A. et al. Doenças do Feijoeiro. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. et al. **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. 5 ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, Cap.39, p.383-396, 2016.

ZUCHI, J.; FRANÇA-NETO, J.B.; SEDIYAMA, C.S. et al. **Physiological quality of dynamically cooled and stored soybean seeds**. *Journal of Seed Science*, v.35, n.3, p.353-360, 2013.

Recebido para publicação em 17/6/2017 e aprovado em 5/9/2017.



PRODUÇÃO DE MINI-REPOLHO OBTIDO POR REBROTA EM SISTEMA ORGÂNICO, COM NÍVEIS DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

Jacimar Luiz de Souza¹, Luiz Fernando Favarato², Maria da Penha Angeletti³, Rogério Carvalho Guarçoni⁴, Gabriel Pinto Guimarães⁵, Gabriel Peterle⁶

RESUMO - Uma das limitações à expansão do mercado de alimentos orgânicos no Brasil é a carência de estudos e tecnologias apropriadas a estes sistemas de produção. O mercado de mini-hortaliças no Brasil é crescente e de grande valor comercial. São produtos que possuem elevado valor agregado, com boa rentabilidade para pequenas escalas de produção e são menos suscetíveis a oscilações de preços em relação as hortaliças tradicionais. Na produção de repolhos orgânicos no Brasil, observa-se dificuldade em se obter um produto comercial com peso médio desejado pelo consumidor. Com esse trabalho objetivou-se avaliar a eficiência agrônômica e a rentabilidade econômica da produção de mini-repolho por rebrota, em função de níveis de adubação nitrogenada residual. O trabalho foi desenvolvido na Unidade de Referência em Agroecologia do INCAPER, localizada no município de Domingos Martins-ES, a uma altitude de 950 m. O experimento foi disposto no delineamento blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de adubações à base de composto orgânico com cinco níveis de N, com aporte de 0, 450, 600, 750 e 900 kg/ha de N-total. O número, peso médio, diâmetro médio, produtividade total e comercial de cabeças de repolho, tanto na produção primária quanto de mini-repolhos apresentaram crescimento significativo com o aumento dos níveis de nitrogênio. No maior nível de adubação nitrogenada, obtiveram-se produtividades comerciais de 59.628 kg/ha de repolhos e de 30.575 kg/ha de mini-repolho, proporcionando receitas líquidas de R\$ 61.559,00 e R\$ 141.815,90, respectivamente. A produção de mini-repolhos confirmou-se como alternativa de grande vantagem econômica, com gastos menores que a produção primária, de 34% em mão-de-obra e 45,8% com custo de produção. A rentabilidade da produção de mini-repolhos foi 130% maior que a produção primária de repolho.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. capitata, cultivo orgânico, mini-hortaliças.

PRODUCTION OF ORGANIC MINI-CABBAGE FOR REGROWTH UNDER DIFFERENT LEVELS OF NITROGEN FERTILIZATION

ABSTRACT - The lack of innovative and appropriate technologies for organic cultivation is a limitation to the expansion of the organic food market in Brazil. Mini and baby vegetables are high value-added products and good profitability for small production scales and are less susceptible to price fluctuations than traditional vegetables. The market is growing in Brazil and worldwide. In the production of organic cabbages in Brazil, it is difficult to obtain commercial products in line with new consumption tendencies, like products smaller

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Centro Regional Centro-Serrano, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Br 262, Km 94, 29375-000 Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo, Brasil. jacimarsouza@yahoo.com.br (Autor para correspondência)

² Engenheiro Agrônomo, Doutor, Centro Regional Centro-Serrano, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Br 262, Km 94, 29375-000 Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo, Brasil. Iffavarato@gmail.com

³ Engenheira Agrônoma, Mestre, Centro Regional Centro-Serrano, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Br 262, Km 94, 29375-000 Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo, Brasil. penha.incaper@gmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Centro Regional Centro-Serrano, Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Br 262, Km 94, 29375-000 Venda Nova do Imigrante, Espírito Santo, Brasil. rogerio.guarconi@incaper.es.gov.br

⁵ Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Produção vegetal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, 29500-000, Guararema, Alegre, Espírito Santo, Brasil. gabryelpg@yahoo.com.br

⁶ Graduando em Agronomia, Instituto Federal do Espírito Santo, campus de Santa Tereza, Rodovia ES-080, Km 93, s/n, 29660-000, São João de Petrópolis, Santa Teresa, Espírito Santo, Brasil. gabrielpeterle@gmail.com



than standard. The objective of this study was to assess the efficacy and the economic profitability of mini-cabbages produced from secondary buds, after harvest of the initial crop, related to residual nitrogen levels. This work was developed in Reference Unit in Agroecology of INCAPER - URA, in municipality of Domingos Martins-ES, at an altitude of 950 m. The experiment was arranged in a randomized block design with four replications. Treatments consisted of organic compost based on five levels of N, with input of 0, 450, 600, 750 and 900 kg/ha of N-total. The number, weight, diameter, total production and commercial cabbage heads, in primary production and mini cabbages showed a significant increase in nitrogen levels. In the higher level of nitrogen fertilization the commercial production was 59,628 kg/ha of cabbages and 30,575 kg/ha of mini-cabbages, providing net revenues of R\$ 61,559.00 and R\$ 141,815.90, respectively. The production of mini-cabbages is alternative of great economic advantage, with manual labor expense 34.0% and cost of production 45.8% lower than primary production. The profitability of production of mini-cabbages was 130% higher than the primary production of cabbage.

Keywords: Brassica oleracea var. capitata, organic crop, mini-vegetables.

INTRODUÇÃO

A produção de alimentos orgânicos tem apresentado crescimento constante em todo o mundo. No Brasil, em 2014, o crescimento médio do mercado de produtos orgânicos foi de 35% (ORGANICSNET, 2014). Uma das limitações à expansão deste mercado é a carência de estudos e tecnologias apropriadas aos sistemas orgânicos de produção.

A popularização das hortaliças baby começou na Europa, no início da década de 1990, seguida pelo seu uso em restaurantes finos nos Estados Unidos da América. A demanda cresceu tão rápido que criou uma das mais rápidas expansões no mercado de ‘specialty crops’ nos Estados Unidos (Bachmann, 2002), influenciando também a agricultura, o padrão de consumo e o mercado de hortaliças em países como o Brasil.

A explicação para o aumento da demanda de hortaliças baby pode estar relacionada à forte tendência de consumo de alimentos benéficos para a saúde, de sabor agradável, frescos, fáceis de preparar e fáceis de consumir, de apelo ecológico, para atender aos novos hábitos dos consumidores (Rosaro et al., 2013; Monarem, 2013).

As mini-hortaliças são produtos de elevado valor agregados, apresentam boa rentabilidade para pequenas escalas de produção e são menos suscetíveis a oscilações de preços do que as tradicionais (Monarem, 2013; Sabio et al., 2013). Mainard (2006) afirma que a produção de hortaliças especiais oferece aos grandes produtores oportunidades de diversificação e aos pequenos agricultores a oportunidade de serem competitivos no mercado. Podem ser produzidas pela colheita antecipada do produto, antes de alcançar o tamanho de mercado

convencional, pelo uso de variedades genéticas de tamanho reduzido, denominadas de hortaliças baby ou pelo manejo combinado de cultivar com técnicas de cultivo (Mainard, 2006; Beale, 2013; Monarem, 2013).

O mercado de mini-hortaliças tem demonstrado oportunidades economicamente muito vantajosas. Algumas empresas de alimentos já oferecem hortaliças embaladas, de tamanho menor, mais apropriado ao desejo da família moderna, a exemplo de repolho orgânico de 400 g (Qualitá, 2015).

Na produção de repolhos orgânicos no Brasil, observa-se dificuldade na obtenção de um produto comercial com peso médio desejável pelo consumidor. Geralmente as cabeças de repolho apresentam elevados valores de diâmetro e peso médio, pelo fato da nutrição das plantas com fontes orgânicas, de liberação lenta, proporcionar também crescimento mais lento, alongando o ciclo da cultura, fazendo com que as cabeças atinjam a firmeza adequada para a colheita mais tardiamente. Souza & Resende (2014), estudando 26 campos de repolhos orgânicos, relataram médias de ciclo cultural de 135 dias e peso médio de cabeça de 1,7 kg, destacando a necessidade de ajustar tecnologias de cultivo de repolho para obtenção de cabeças menores, pois em sistemas convencionais este ciclo varia de 100 a 110 dias.

Uma alternativa, a questão mencionada anteriormente, seria a utilização de sementes de híbridos selecionados para tamanho reduzido da cabeça, como o ‘Nozomi’ (Sakata, 2015), ‘Yakko’ (Feltrim, 2015) e ‘Gonzales’ (Park Seed, 2015), que permitem a produção de cabeças de 0,8 a 1,0 kg. Outra alternativa refere-se ao manejo cultural, visando obter-se uma segunda



colheita de repolhos ainda menores, aplicando uma técnica inovadora de manejo das brotações secundárias originadas da rebrota das plantas adultas após o corte/colheita da cabeça única, a exemplo do que reporta Coolong (2013) para a cultura do brócoli.

O repolho é uma planta de alta exigência em nitrogênio, nutriente esse que altera o desempenho da cultura e o padrão comercial das cabeças colhidas. Aquino et al. (2005), estudando cinco doses de N (0, 75, 150, 225 e 300 kg ha⁻¹) associadas a 3 espaçamentos nas entrelinhas do repolho, comprovaram a importância do nitrogênio para esta cultura, relatando maior peso médio de “cabeça” na maior dose (300 kg de N ha⁻¹) e espaçamento (0,8 x 0,3 m) de cultivo.

A técnica de obtenção mini-repolhos orgânicos, manejando os brotos secundários que surgem após a colheita das cabeças da produção primária, pode ser uma alternativa eficiente para aumentar a rentabilidade comercial dos agroecossistemas orgânicos de produção. Além de melhorar o padrão comercial, o ajuste do o peso médio ao desejado pelo consumidor, pode resultar em redução de custos e aumento de renda, devido ao maior valor agregado do produto no mercado de mini-hortaliças. Assim, objetivou-se, com esse trabalho, avaliar a eficiência agrônômica e a rentabilidade econômica da produção de mini-repolhos por rebrota, em função de níveis de adubação nitrogenada residual, em comparação com a produção primária de repolhos com cabeças de tamanho convencional.

MATERIALE MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido na Unidade de Referência em Agroecologia do INCAPER, localizada no município de Domingos Martins-ES, a uma altitude de 950 m. Nesta região, a temperatura média máxima nos meses mais quentes varia entre 26,7 e 27,8°C e a média mínima nos meses mais frios entre 8,5 e 9,4°C. A área é cultivada com manejo orgânico desde 1990, possuindo 2,5 ha, subdivididos em 15 talhões de solos, onde as experimentações são realizadas. A pesquisa foi desenvolvida em um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico Argiloso, no Talhão 07, no ano de 2012 e 2013, com a seguinte caracterização inicial segundo Embrapa (2011) e Yeomans & Bremner (1988), na profundidade 0-20 cm: pH em água (6,1); matéria orgânica (4,7 dag/kg⁻¹); fósforo (300 mg/dm⁻³); potássio (291 mg/dm⁻³); cálcio (8,0 cmol_c/dm⁻³); magnésio (1,4 cmol_c/dm⁻³); soma de bases (10,2 cmol_c/

dm⁻³); H+Al (3,1 cmol_c/dm⁻³); Al³⁺ (0,0 cmol_c/dm⁻³); capacidade de troca catiônica potencial (13,4 cmol_c/dm⁻³) e saturação por bases (76 %).

Para avaliar o potencial de produção de mini-repolho em função dos níveis de adubação nitrogenada, foi implantado um campo primário de repolho em 01/10/2012, utilizando-se o híbrido Shinsei, que tem potencial para produzir cabeças de tamanho grande, como reportaram Fracaro et al. (1999), indicando peso médio de 2,19 kg e diâmetro médio de 19,0 cm nas condições do Rio Grande do Sul. Adotou-se o espaçamento de 0,6 x 0,4 m, em parcelas com área total de 6,80 m por 4,20 m (28,56 m², comportando 102 plantas) e área útil de 3,0 m por 6,0 m (18 m², comportando 75 plantas). As parcelas do campo secundário dos mini-repolhos foram compostas por 10 plantas da linha central da parcela primária, desbastando-se as brotações, deixando-se apenas três por planta, totalizando 30 brotos por parcela.

O experimento foi disposto no delineamento blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de adubações à base de composto com cinco níveis de N: 1) ausência de adubação (0,0% de N); 2) composto com 1,5 % de N; 3) composto com 2,0% de N; 4) composto com 2,5% de N e 5) composto com 3,0% de N. Os cinco níveis de N proporcionaram um aporte de 0, 450, 600, 750 e 900 kg/ha de N-total, respectivamente. As adubações de todas as parcelas do campo primário foram feitas na dose única de 3,0 kg m⁻² de compostos com níveis de N de acordo com cada tratamento, exceto a parcela testemunha sem adubação.

A obtenção dos tratamentos com diferentes níveis de N no composto orgânico, ocorreu mediante a mistura de composto com teor de N abaixo de 1,5% (composto “pobre”) e composto com teores de N acima de 3,0% (composto “rico”). A proporção volumétrica de mistura destes dois tipos de compostos permitiu a obtenção dos níveis de N no composto de cada tratamento, ou seja, baseou-se no princípio de que a mistura de partes iguais de um composto com 1,0% de N com um composto com 3,0% de N, origina um composto com 2,0% de N.

Os compostos “pobres” foram formulados apenas com capim cameron picado e palha de café, sem uso de inoculante, para limitar o teor de N até 1,5%. Os compostos “ricos” foram formulados com a mesma proporção destes resíduos, acrescentando-se farelo

de soja como inoculante, para elevar o teor de N final do composto acima de 3,0%. Para os compostos “pobres”, a caracterização química média foi: umidade (73%), MO (52%), C/N (21/1), pH (7,4) e 1,43; 0,3; 0,88; 0,56; 0,11; 0,10 dag kg⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente. Para os compostos “ricos”, a caracterização química média foi: umidade (76%), MO (74%), C/N (14/1), pH (6,8) e 3,09; 0,55; 1,22; 1,02; 0,21; 0,14 dag/kg⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente.

As adubações do campo primário foram feitas na cova de plantio, irrigando-se com mangueira antes do transplântio das mudas. O campo secundário dos mini-repolhos não recebeu adubação, sendo conduzido apenas no resíduo do cultivo anterior. As irrigações foram realizadas quando necessário, complementando as precipitações locais.

No primeiro campo da produção primária de repolho foram avaliados o número total e comercial de cabeças por parcela, denominados NTPP (Número Total de cabeça da Produção Primária) e NCPP (Número de cabeça comercial da Produção Primária), respectivamente; produtividade total e comercial das cabeças (kg/ha), denominados PTPP (Produtividade Total da Produção Primária) e PCPP (Produtividade Comercial da Produção Primária), respectivamente; porcentagem da produtividade comercial em relação à total (%), denominado PCPP (Porcentagem Comercial Produção Primária); peso e diâmetro médios das cabeças de repolho, expressos em gramas e centímetros, denominados PMPP (Peso Médio da Produção Primária) e DMPP (Diâmetro Médio da Produção Primária), respectivamente; a firmeza das cabeças pelo índice de compacidade, avaliado por nota em escala de 0 a 10, denominado CpPP (Compacidade das cabeças de repolho); o gasto de mão-de-obra em toda fase de cultivo, expresso de D/H por hectare, denominado MoPP (Mão-de-obra da Produção Primária) e o custo de produção por hectare, expresso em Reais, denominado CuPP (Custo da Produção Primária). A classificação comercial de repolho foi determinada pelo diâmetro transversal de cabeça igual ou superior a 12 cm.

De forma similar, as mesmas características foram avaliadas no segundo campo da produção de mini-repolhos, sendo denominadas respectivamente de: NTMini (Número Total de Mini-repolho); NCMini (Número Comercial de Mini-repolhos); PTMini (Peso Total de Mini-repolhos); PCMini (Peso Comercial de Mini-

repolhos); PCMini (Porcentagem Comercial Mini-repolhos em relação à produção total); PMMini (Peso Médio da cabeça de Mini-repolhos); DMMini (Diâmetro Médio da cabeça de Mini-repolhos); CpMini (Compacidade das cabeças de Mini-repolhos); MoMini (Mão-de-obra da produção de Mini-repolhos) e CuMini (Custo da produção de Mini-repolhos). A classificação comercial de mini-repolhos foi determinada pelo diâmetro transversal da cabeça igual ou superior a 6,0 cm.

Os custos de produção de cada parcela da produção primária foram obtidos com base nos coeficientes técnicos indicados na Tabela 1, para uma produtividade média de 55.000 kg/ha de repolho, (Souza & Resende, 2014).

Para a composição dos custos da produção secundária de mini-repolhos foi inserido o custo com a desbrota manual e retirados os custos com adubo orgânico, sementes, aração/gradagem, produção de mudas, preparo de covas, adubação orgânica de covas, plantio de mudas e adubação em cobertura, por não serem demandados neste sistema, já que a produção é obtida da rebrota. Os custos de cada parcela de mini-repolhos foram obtidos com base nos coeficientes técnicos mostrados na Tabela 1, para uma produtividade média de 25.000 kg/ha. Para o cálculo dos gastos de mão-de-obra e os custos de cada parcela, tanto de repolho como de mini-repolho, considerou que estes gastos na colheita, limpeza/classificação e transporte interno são proporcionais ao volume comercial produzido em cada uma.

O semeio para produção de mudas do campo primário ocorreu em 16/08/2012, o transplântio das mudas foi em 01/10/2012 e a colheita foi feita numa única etapa em 26/12/2012, com o corte das cabeças das plantas adultas, sendo caracterizada como produção primária.

Após a colheita do campo primário, as brotações secundárias nos caules remanescentes foram desbastadas em 21/01/2013, aos 25 dias após a colheita do campo primário, visando à produção de mini-repolhos, deixando-se os 03 brotos mais vigorosos por planta, conforme ilustrado na Figura 1. As colheitas dos mini-repolhos foram feitas de forma escalonada, em 04, 18 e 25/04/2013, na medida em que as pequenas cabeças atingiam compacidade adequada.

O ciclo cultural da produção primária foi de 87 dias a partir do transplântio das mudas e de 131 dias a partir do semeio. Para a produção de mini-repolhos o ciclo cultural médio das três colheitas foi de 83 dias



Tabela 1 - Coeficientes técnicos do custo de produção primária para 1,0 ha de repolho e de mini-repolho em sistema orgânico

Produção primária de repolhos ¹				
Especificação	Ud	Valorunit. (R\$)	Q ^{de}	Valor total (R\$)
1. Insumos:				
Composto orgânico	t	70,00	30	2.100,00
Sementes	g	1,50	300	450,00
2. Serviços:				
Aração e gradagem	H/T	80,00	6	480,00
Produção de mudas	D/H	40,00	3	120,00
Preparo de covas	D/H	40,00	12	480,00
Adubação orgânica de covas	D/H	40,00	22	880,00
Plantio de mudas	D/H	40,00	34	1.360,00
Adubação em cobertura	D/H	40,00	8	320,00
Capinas	D/H	40,00	25	1.000,00
Irrigações (5 vezes)	D/H	40,00	30	1.200,00
Colheita (s)	D/H	40,00	7	280,00
Limpeza / classificação	D/H	40,00	22	880,00
Transporte interno	D/H	40,00	8	320,00
Total de custos sem embalagem e frete			171	9.870,00
Produção de mini-repolhos ²				
Especificação	Ud	Valorunit. (R\$)	Q ^{de}	Valor total (R\$)
1. Insumos:				
Não há	-	-	-	-
2. Serviços:				
Desbrota manual	D/H	40,00	20	800,00
Capinas	D/H	40,00	15	600,00
Irrigações (5 vezes)	D/H	40,00	30	1.200,00
Colheita (s)	D/H	40,00	10	400,00
Limpeza / Classificação	D/H	40,00	30	1.200,00
Transporte interno	D/H	40,00	8	320,00
Total de custos sem embalagem e frete			113	4.520,00

¹ Os custos com colheita, limpeza/classificação e transporte interno referem-se a uma produtividade média de 55.000 kg ha⁻¹ de repolhos. Valores em R\$ em 2014. ² Os custos com colheita, limpeza/classificação e transporte interno referem-se a uma produtividade média de 25.000 kg ha⁻¹ de mini-repolhos. Os custos com desbrota manual foram inseridos e os custos com composto orgânico, sementes, aração/gradagem, produção de mudas, preparo de covas, adubação orgânica de covas, plantio de mudas e adubação em cobertura foram retirados, por não serem necessários no manejo do mini-repolho. Valores em R\$ em 2014.

a partir do desbaste e de 109 dias a partir da colheita primária.

Os modelos de regressão para os níveis de N foram testados utilizando-se o teste F e os parâmetros foram testados pelo teste de t, utilizando-se o programa para análise estatística SAEG, segundo Ribeiro Júnior & Melo (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de cabeça comercial e a produção total de cabeças de repolho, tanto na produção primária quanto de mini-repolho apresentaram aumento

significativo com os níveis de nitrogênio. O número de cabeças de repolho e de mini-repolho foi melhor estimado pelo modelo linear (Figura 2A) enquanto a produção total apresentou elevação linear para a produção primária e quadrática para o crescimento da produção de mini-repolho (Figura 2B). Verifica-se que a adubação nitrogenada foi mais importante para o número de cabeça comercial de mini-repolho, pois demonstrou incremento mais intenso com os níveis de N, evidenciado pela maior inclinação da reta.

O peso comercial de repolhos e de mini-repolhos foram beneficiados significativamente com os maiores

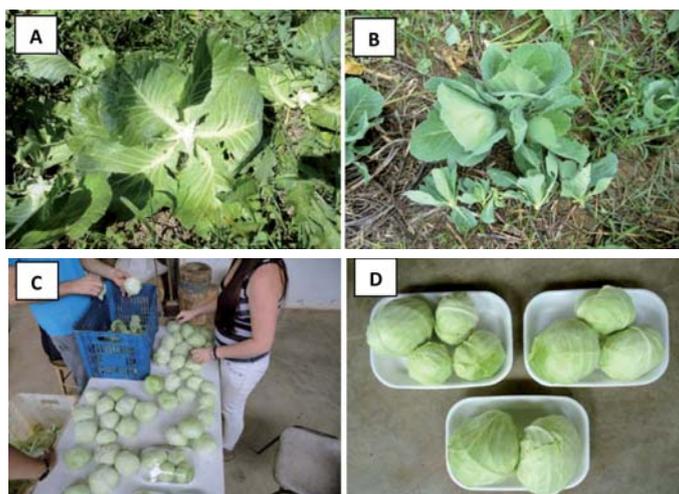


Figura 1 - Planta de repolho recém-colhida (A); planta de repolho com três brotos após desbaste (B); classificação de mini-repolhos (C) e opções de embalagens de mini-repolhos (D).

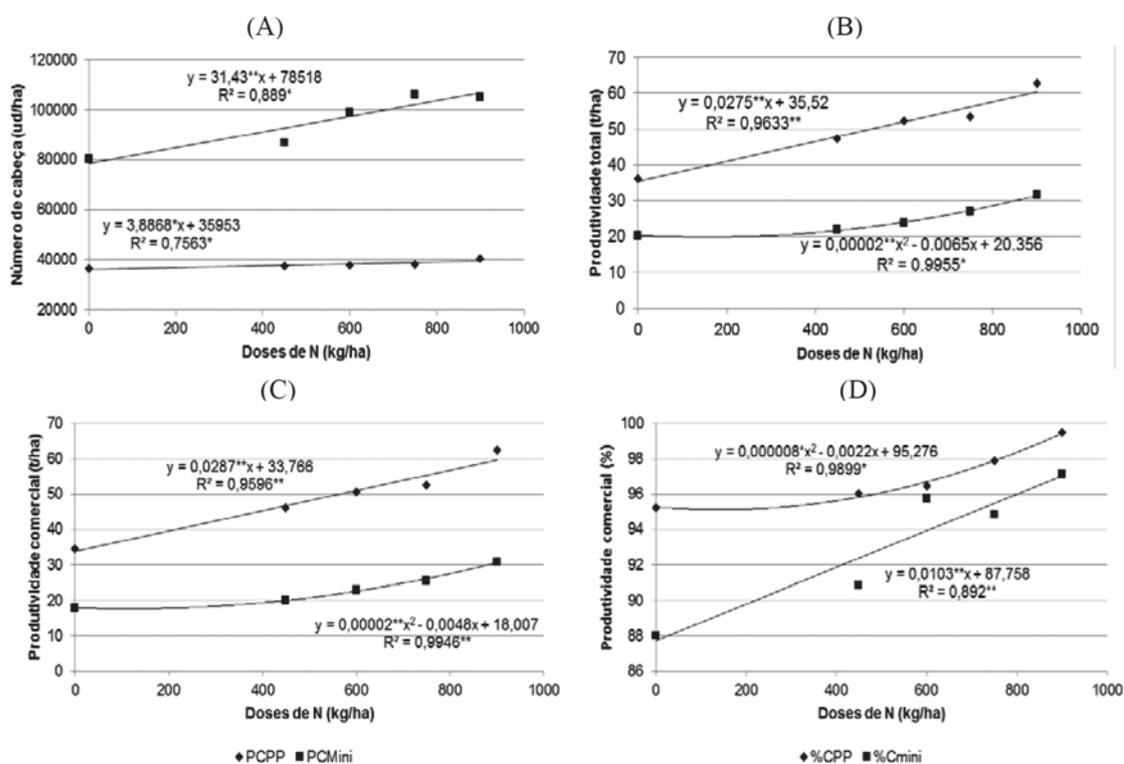


Figura 2 - Número de cabeças comerciais de repolho da produção primária - NCPP e de mini-repolho – NCMini(A); Produtividade total da produção primária de repolho - PTPP e de mini-repolho - PTMini(B); Produtividade comercial da produção primária– PCPP e de mini-repolho – PCMini(C). Percentagem da produtividade de repolho comerciais da produção primária – PCPP e percentagem da produtividade de mini-repolho comercial - PCMini, em função das doses crescentes de nitrogênio (D). (*) e (**) – significância estatística aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

aportes de N, conferindo progressão linear para a produção primária e quadrática para a produção de mini-repolhos (Figura 2C). No maior nível de adubação nitrogenada, obtiveram-se rendimentos comerciais de 59.628 kg/ha de repolhos e de 30.575 kg/ha de mini-repolhos. Comprovou-se que a proporção do peso da produção comercial em relação ao total, foram superiores a 95% na produção primária e a 87% na produção de mini-repolhos. No maior aporte de N (900 kg/ha) obtiveram-se 99,8% de repolhos comerciais e 97,0% de mini-repolhos comerciais (Figura 2D).

Os dados médios de rendimento de mini-repolho variaram de 18,0 a 30,6 t/ha, do menor para o maior aporte de N na adubação orgânica residual (Figura 2C), indicando viabilidade agrônômica e tecnológica do manejo apresentado. Resultados experimentais de Bon (2005), trabalhando com cultivo tradicional usando uma variedade comercial de mini-repolho, indicaram produtividades médias de 14,9 e 10,5 t/ha, em cultivo protegido e campo aberto, respectivamente, trabalhando com cultivo tradicional usando uma variedade comercial de mini-repolho.

Na Tabela 1 verifica-se que os gastos de mão-de-obra e os custos de produção foram diferenciados entre a produção primária e a produção de mini-repolhos. O total de mão-de-obra da produção primária foi de 171 d/h, totalizando um custo de R\$ 9.870,00 por hectare. O consumo total de mão-de-obra no campo secundário dos mini-repolhos foi 113 d/h, totalizando um custo de R\$ 4.520,00 por hectare. Assim sendo, a produção de mini-repolhos pode ser realizada a um custo 45,8% menor que a produção primária, com gasto de mão-de-obra 34% menor. Estes indicadores, somados aos maiores preços de mercado do mini-repolho, compensam a menor produtividade total, sem considerar a vantagem de poder oferecer um padrão comercial de repolho mais apropriado ao 'mercado single', 'mercado gourmet' e aos anseios da sociedade moderna pela segurança alimentar, cabeças pequenas de repolho, que permitem o consumo total em uma única vez, evitando-se assim restos de produtos cortados expostos a contaminações pós-colheita.

Utilizando-se por base uma valoração média de mercado das mini-hortaliças em 300%, em relação ao padrão convencional, e considerando o preço médio de repolhos orgânicos de R\$ 1,20/kg, obtém-se a expectativa de venda de mini-repolho orgânico a R\$

4,80/kg. Um hectare de repolho com produtividade média de 59.628 kg/ha obtida no maior nível de adubação, pode conferir uma receita bruta de R\$ 71.553,60, se descontando os custos de R\$ 9.994,60, obtém-se uma receita líquida de R\$ 61.559,00. Um hectare de mini-repolhos, com produtividade média de 30.575,00 kg/ha, pode conferir uma receita bruta de R\$ 146.760,00, que se retirando os custos de R\$ 4.944,10, obtém-se uma receita líquida de R\$ 141.815,90, confirmando-se assim como uma alternativa de grande vantagem econômica.

Beale (2013) argumenta que no manejo de mini-hortaliças, em relação ao correspondente cultivo tradicional, a exigência em mão-de-obra pode ser um fator limitante a rentabilidade econômica, mesmo com período de tempo reduzido desde o plantio à colheita. Os resultados obtidos neste trabalho confirmam que o manejo de mini-repolho pode ser feito num ciclo cultural menor, no entanto apontam que a produção de mini-repolho consome menos 58 d/h por hectare que o cultivo tradicional, e com rentabilidade econômica superior.

Os níveis de adubação nitrogenada interferiram nos gastos de mão-de-obra e nos custos de produção de forma semelhante ao ocorrido com o rendimento comercial, elevando-se significativamente, tanto para repolho quanto o mini-repolho. A mão-de-obra e os custos elevaram-se de forma linear na produção primária e quadrática na produção de mini-repolho (Figuras 3A e 3B). Por outro lado, com o aumento da produtividade proporcionada pela maior oferta de N, os custos unitários por kg de repolho e mini-repolho reduziram significativamente de forma linear com o aumento da adubação nitrogenada (Figura 3C). Na ausência de adubação nitrogenada, o custo unitário de mini-repolho foi R\$ 0,23/kg e do repolho tradicional foi de R\$ 0,28/kg (22% maior). Porém, esta diferença apresentou redução com o aumento do aporte de N, até se igualar no maior nível de adubação.

O peso e diâmetro médio de cabeças aumentaram significativamente com os níveis de adubação nitrogenada (Figuras 4A e 4B). Para a produção primária, obtiveram-se cabeças de repolhos com pesos médios de 937g a 1503 g e diâmetros médios de 15,8 cm até 17,9 cm, valores estes acima do padrão desejado pelos consumidores (Qualitá, 2015), à exceção do peso médio obtido no nível 0 (zero) de N. De forma análoga, para mini-repolho obtiveram-se pesos médios de 227 g até

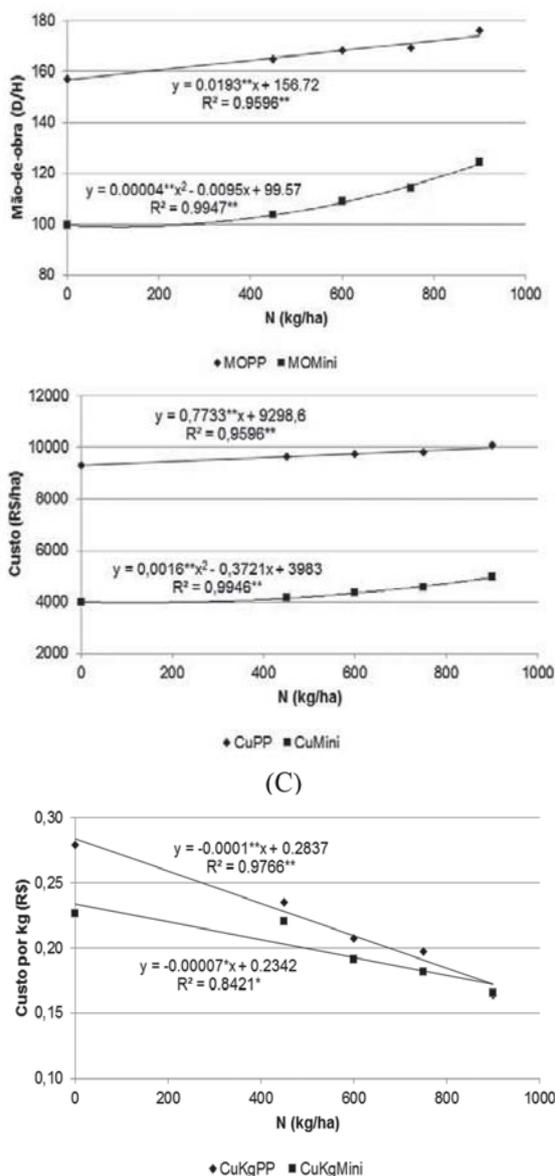


Figura 3 - Mão-de-obra gasta para a produção primária de 1,0 ha de repolho – MOPP e de mini-repolho – MOMini, em função das doses crescentes de nitrogênio (A). Custo para a produção primária de 1,0 ha de repolho – CuPP e de mini-repolho – CuMini, em função das doses crescentes de nitrogênio (B). Custo por kg de repolho da produção primária - CuKgPP e de mini-repolho – CuKgMini, em função das doses crescentes de nitrogênio (C). (*) e (**) – significância estatística aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

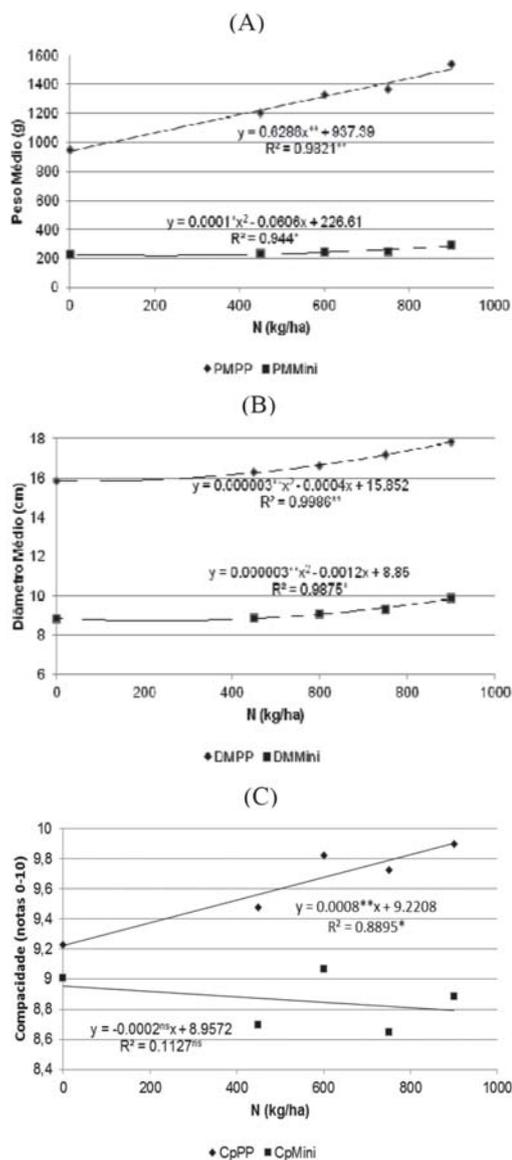


Figura 4 - Peso médio de cabeças de repolho na produção primária– PMPP e de mini-repolho - PMMini, em função das doses crescentes de nitrogênio (A). Diâmetro médio de cabeças de repolho na produção primária – DMPP e de mini-repolho – DMMini, em função das doses crescentes de nitrogênio (B). Compacidade de cabeças de repolho da produção primária – CpPP e de mini-repolhos – CpMini, em função das doses crescentes de nitrogênio (C). (*) e (**) – significância estatística aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.



253 g e diâmetros médios de 8,9 cm até 10,2 cm, valores estes mais apropriados aos desejos dos consumidores (Qualitá, 2015).

Entre os dados da produção primária houve resposta linear positiva significativa entre a compactidade/firmeza de cabeça e os níveis de N, enquanto que na produção de mini-repolho mostrou-se independente do teor de N fornecido (Figura 4C). Este comportamento pode ter sido influenciado por outros fatores de produção não avaliados no presente estudo, como por exemplo; o número de folhas e volume de cabeça de mini-repolho, entre outros.

CONCLUSÕES

No maior nível de adubação nitrogenada, obtiveram-se produtividades comerciais de 59.628 kg/ha de repolhos e de 30.575 kg/ha de mini-repolho, proporcionando receitas líquidas de R\$ 61.559,00 e R\$ 141.815,90, respectivamente.

A produção de mini-repolho confirmou-se como alternativa econômica, com gasto de mão-de-obra 34,0% e custo de produção 45,8% menores que a produção primária.

A rentabilidade da produção de mini-repolhos foi 130% maior que a produção primária de repolho.

Por se tratar de uma tecnologia inovadora, diante da escassez de produção científica no assunto, os resultados apresentados também têm o caráter de fornecer indicadores da necessidade de futuros trabalhos científicos, inclusive em outras culturas, com comportamento semelhante e de importância econômica e alimentar.

AGRADECIMENTOS

Ao INCAPER, por viabilizar apoio financeiro e logístico a este inédito estudo científico. Ao CNPq e FAPES pelos apoios financeiros.

LITERATURACITADA

AQUINO, L.A.; PUIATTI, M.; PEREIRA, P.R.G. et al. Efeito de espaçamentos e doses de nitrogênio sobre as características qualitativas da produção do repolho. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.100-104, 2005.

BACHMANN, J. Specialty vegetables. National Center for Appropriate Technology Transfer for Rural Areas. **Current Topic**, n.161, 2002. 8p.

BEALE, B. **Growing specialty vegetables**. University of Maryland Extension. 2013.

In: <https://www.extension.umd.edu/mredc/specialty-modules/specialty-vegetables> (acessado em 02 de dezembro de 2015).

COOLONG, T. **Baby vegetables**. University of Kentucky CCD Home CCD Crop Profiles College of Agriculture, Food and Environment. 2013. 3p. In: <http://www.uky.edu/Ag/CCD/introsheets/babyveggies.pdf> (acessado em 08 de fevereiro de 2015).

EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. In: DONAGEMA, G.K. et al. (Org.). 2ª ed. Revista, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. (Documentos 132). 230p.

FELTRIM. **Nossos produtos**. 2015. In: <http://www.sementesfeltrin.com.br/produto/repolho-mini-yakko-hibrido-fl> (acessado em 20 de fevereiro de 2015).

FRACARO, F.; SARTORI, M.; BIZZANI, E. et al. Comportamento agrônomico de cultivares e híbridos de repolho na região nordeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.29, p.465-468, 1999.

MAINARD, D.N. **Production of miniature vegetables in Florida**. University of Florida. Document HS-36, 2006. 5p.

MONAREM, N.N. **An economic overview of the baby vegetable industry in South Africa**. Dissertação (Mestrado). Pretoria: Universidade de Pretoria, 2013. 134p.

ORGANICSNET. 2014. **Mercado de orgânicos deve crescer 35%**. In: <http://www.organicsnet.com.br/2014/11/mercado-de-organicos-deve-crescer-35/> (acessado em 12 de dezembro de 2014).

PARK SEED. **Gonzales Hybrid Cabbage Seeds**. 2015. In: <http://parkseed.com/Product.aspx?p=05535-PK-P1> (acessado em 27 de fevereiro de 2015).

QUALITÁ. **Mini repolho verde QUALITÁ bandeja 400 g**. 2015. In: <http://www.qualita.com.br/qualita/produtos/mini-repolho-verde-qualita-bandeja-400g.htm> (acessado em 15 de março de 2015).



RIBEIRO JÚNIOR, J.I.; MELO, A.L.P. de. **Guia prático para utilização do SAEG**. Viçosa: Folha Editora. 2009. 288p. il.

ROSARO, S.; WRIGHT, A.L.; SUI, D.D. et al. **Spring Mix: an emerging crop for Florida**. University of Florida. Document SL-323, 2013. 2p.

SABIO, R.P.; VENTURA, M.B.; CAMPOLI, S.S. Mini e “baby” frutas e hortaliças. **Hortifruti Brasil**, v.11, n.120, p.8-20, 2013.

SAKATA. **Produtos**. 2015. In: <http://www.sakata.com.br/produtos/hortalicas/brassicas/repolho> (acessado em 27 de fevereiro de 2015).

SOUZA, J.L. de; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 3ª ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2014. 841p. il.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.19, p.1467-1476, 1988.

Recebido para publicação em 15/3/2017 e aprovado em 4/9/2017



PROPRIEDADES FÍSICAS DO SOLO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES MANEJOS DE PASTAGEM

Bruno Eustáquio Cirilo Silva¹, Eduardo Ferreira Medina², Marlinda Rufina Jolomba³

RESUMO - As propriedades físicas do solo são importantes indicadores de sua qualidade, visto que as plantas necessitam de solos bem estruturados para seu adequado desenvolvimento. Objetivou-se avaliar as propriedades físicas do solo sob diferentes sistemas. O experimento foi realizado em São Mateus-ES. Foram avaliadas as propriedades físicas do solo em dois sistemas: pastejo rotacionado e pastagem degradada em duas profundidades. Os dados oriundos dos diferentes sistemas foram submetidos à análise estatística pelo teste T de Student a 5 % de probabilidade. Foram observados maiores valores absolutos de densidade na área de pastejo rotacionado, tanto na profundidade de 0-5 cm quanto na de 5-20 cm. A área com lotação rotacionada, apresentou maior resistência à penetração na camada de 0-5 cm, com uma camada de compactação de 5,54 MPa, quando comparada à pastagem degradada na mesma profundidade com 1,21 Mpa, provavelmente devido às diferentes formas de uso e preparo do solo. O solo sob pastagem degradada apresentou maior quantidade de poros total nas duas profundidades analisadas. Como consequência, o teor de macroporos foi similarmente superior no solo com pastagem degradada com a tendência de maiores teores na camada de 5-20cm. O diâmetro médio geométrico variou entre 3,78 e 4,29 mm O solo com pastagem de sistema rotacionado apresentou média superior à área de pastagem degradada na profundidade de 5-20 cm, indicando maior estabilidade de agregados nesses sistemas e evidenciando as vantagens do sistema em rotação. O teor de matéria orgânica variou pouco entre os tratamentos na camada superficial. Houve uma compensação nos atributos físicos que refletem a capacidade de retenção de água no solo, resultando em umidade na capacidade de campo semelhante para a lotação rotacionada e a pastagem degradada.

Palavras-chave: área degradada, capim-marandu, capim-mombaça, compactação, pisoteio animal.

SOIL PHYSICAL PROPERTIES DUE TO DIFFERENT PASTURE MANagements

ABSTRACT - *The physical properties of the soil are important indicators of its quality, since the plants need well structured soils for their proper development. The objective was to evaluate the physical properties of the soil under different systems. The experiment was carried out in São Mateus-ES. The physical properties of the soil were evaluated in two systems: rotational grazing and degraded pasture in two depths. Data from the different systems were submitted to statistical analysis by Student's t test at 5% of probability. Higher absolute values of density were observed in the rotational grazing area, both in the depth of 0-5 cm and in the 5-20 cm depth. The area with rotational stocking showed higher resistance to penetration in the 0-5 cm layer, with a compacting layer of 5.54 MPa, when compared to degraded pasture at the same depth with 1.21 MPa, probably due to the different forms of Use and preparation of the soil. The soil under degraded pasture had a higher amount of total pores in the two depths analyzed. As a consequence, the macropore content was similarly higher in the soil with degraded pasture with the trend of higher levels in the 5-20 cm layer. The average geometric diameter ranged from 3.78 to 4.29 mm. The soil with rotated system pasture*

¹ Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil, 36570-000. E-mail: brunomukuri@gmail.com

² Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil, 36570-000. E-mail: e.medinaufv@gmail.com

³ Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, Brasil, 36570-000. E-mail: marjolomba29@gmail.com



presented a mean superior to the degraded pasture area in the depth of 5-20 cm, indicating greater stability of aggregates in these systems and showing the advantages of the system in rotation. The organic matter content varied little among the treatments in the superficial layer. There was a compensation in the physical attributes that reflect the water retention capacity in the soil, resulting in similar field capacity moisture for rotational stocking and degraded pasture.

Keywords: animal trampling, degraded pasture, marandu grass, mombaça grass, soil compaction.

INTRODUÇÃO

A maior parte das terras utilizadas na agropecuária no Brasil está ocupada com pastagens, cerca de 180 milhões de hectares, dos quais estima-se que mais da metade encontra-se em algum estágio de degradação (EMBRAPA, 2016). No estado do Espírito Santo existe cerca de 1,3 milhão de hectares de pastagens, com 15% dessa área apresentando algum nível de degradação (GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2015).

As pastagens constituem a base da alimentação na produção de ruminantes no país, porém a degradação dessas áreas, em várias regiões brasileiras, tem diminuído a produtividade das pastagens, comprometendo a sustentabilidade e a rentabilidade. À medida que a fertilidade diminui, há redução no potencial produtivo da forrageira, provocando uma queda na capacidade de suporte de animais (Oliveira et al., 2013).

A gramínea *Panicum maximum* (Jacq.) cv. Mombaça é uma forrageira utilizada para a formação de pastagens em regiões tropicais do Brasil devido à alta capacidade de produção de matéria seca, qualidade de forragem, facilidade de estabelecimento, aceitabilidade pelos animais e tolerância à seca (Müller et al., 2002; Mendonça et al., 2014), porém caracteriza-se por sua elevada exigência em fertilidade do solo (Freitas et al., 2007).

Dentre as espécies de *Brachiaria*, a mais utilizada é o capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) conhecida popularmente por braquiarião. Essa gramínea, de acordo com Euclides et al. (2010), compõe 45% da área pastagens cultivadas no Brasil e possui bom valor nutritivo e alta capacidade produtiva de matéria seca.

As propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos são importantes indicadores, visto que as plantas necessitam de solos bem estruturados para seu adequado desenvolvimento, apresentando fundamental importância para a manutenção da qualidade e da produtividade do sistema (Marchão et al., 2007; Pignataro Netto et al., 2009; Bognola et al., 2010). De acordo com o uso e manejo, os solos se diferenciam

em seu estado de agregação, textura, teor de água, matéria orgânica e possíveis tensões que o solo recebeu no passado (Llanillo et al., 2006).

O manejo animal extensivo, em geral, não obedece ao ciclo de desenvolvimento das forrageiras. Com o passar do tempo, as forrageiras não conseguem manter bom desenvolvimento, devido ao consumo da massa verde pelo animal, a falta de reposição dos nutrientes, a acidificação do solo, a perda da matéria orgânica e a compactação do solo, diminuindo a eficiência das pastagens. Com isso, pragas, plantas daninhas e, principalmente, a erosão hídrica, nos seus diversos estágios, passam a ocorrer na paisagem. Perdas do solo de aproximadamente 17 t ha⁻¹ ano⁻¹ foram relatadas em cultivos de pastagens degradadas (Santos, 1997; Moreira et al., 2005).

A utilização de práticas conservacionistas de manejo do solo tem recebido grande ênfase, basicamente no que refere-se à manutenção e à melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos cultivados e suas implicações no rendimento das culturas (Spagnollo et al., 2002). A cobertura do solo, por exemplo, tem ação direta e efetiva na redução da erosão hídrica, pois promove a dissipação da energia cinética das gotas da chuva, diminuindo a desagregação das partículas de solo e o selamento superficial, aumentando a infiltração de água. Auxiliando assim, na diminuição do potencial erosivo da enxurrada (Cogo et al., 2003).

Considerando-se a importância econômica das pastagens para o Espírito Santo e para o Brasil, assim como a importância da conservação do solo, objetivou-se avaliar as propriedades físicas do solo sob dois sistemas: pastagem rotacionada e degradada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma fazenda comercial no município de São Mateus, localizada no





Figura 1 - Foto satélite da área do experimento. Retirada do Google maps em 28 de novembro de 2016.

Km 13, cuja latitude é de 18° 42' S, longitude 39° 57' O e altitude média de 39 metros (Figura 1). O solo da região é classificado como argissolo amarelo distrófico coeso. O clima da região é quente e úmido (tipo Aw de Köppen), com estação seca no outono-inverno e estação chuvosa na primavera-verão (Alvares et al., 2013). Realizou-se a coleta do solo em setembro de 2016 e as análises físicas realizadas no laboratório de solos da Universidade Federal do Espírito Santo, UFES, campus São Mateus.

No experimento foi utilizado o delineamento em blocos casualizados. Foram amostrados solos sob pastagem submetidos a dois tipos de sistemas: lotação rotacionada, cultivado com capim-Mombaça (*Panicum maximum*) e pastagem degradada, cultivada com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sem nenhum manejo do solo. Em cada tipo de sistema foram retiradas oito amostras de solo, compreendidas em quatro pontos ao acaso e duas profundidades. A adubação foi realizada nas duas áreas de acordo com as necessidades nutricionais específicas de cada forrageiras. Em ambas as áreas, a pastagem foi irrigada nos momentos em que a precipitação fluvial foi insuficiente, sendo a lâmina aplicada calculada em função da evapotranspiração da cultura (ETc). As informações meteorológicas utilizadas para os cálculos da ETc foram fornecidas por uma estação climatológica automática instalada na área do experimento. A lotação animal foi a mesma para ambas as áreas. O solo analisado das duas áreas possui textura Argila-arenosa segundo triângulo textural (EMBRAPA, 2006). A análise textural e densidade de partícula estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Porcentagens de areia, silte e argila, e densidade de partículas de solos em área sob pastagem rotacionada e degradada em duas profundidades do solo em São Mateus - ES

Item	Areia (g kg ⁻¹)	Silte (g kg ⁻¹)	Argila (g kg ⁻¹)	Densidade de partículas (g cm ⁻³)
PR 0 - 5 cm	514,32	64,00	421,68	2,45
PR 5 - 20 cm	502,59	41,50	455,92	2,63
PD 0 - 5 cm	561,09	92,68	346,23	2,49
PD 5 - 20 cm	596,31	53,70	349,99	2,58

PR: Pastagem rotacionada. PD: Pastagem degradada. Siglas seguidas de 0-5 cm e 5-20cm indicam amostragens nas camadas entre 0-5 e 5-20 cm de profundidade, respectivamente.

Coletaram-se amostras de solo deformadas, indeformadas e torrões nas camadas de 0-5 e de 5-20 cm de profundidade. As amostras deformadas foram coletadas com trado do tipo sonda e foram utilizadas para avaliação da argila dispersa em água (ADA) e para o teor de matéria orgânica. As amostras indeformadas foram coletadas utilizando um amostrador de Uhland, com anel volumétrico (tipo Kopecky) de 90 cm³ e foram utilizadas para avaliação da densidade do solo (DS), porosidade total (PT), macro e microporosidade, umidade na capacidade de campo, umidade atual do solo e resistência do solo à penetração (RP). Os torrões foram coletados com auxílio de enxada e foram utilizados para determinação do diâmetro médio geométrico (DMG).

O teor de matéria orgânica foi obtido por oxidação via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico (EMBRAPA, 2011). A argila dispersa em água e o grau

de floculação foram determinados segundo metodologia da Embrapa (2011).

A densidade do solo foi obtida pela relação entre o peso da amostra seca a 105°C e o volume do anel. A porosidade total foi determinada por meio da relação entre densidade do solo e a densidade de partículas do solo. A microporosidade foi obtida por meio da quantidade de água retida nas amostras submetidas à tensão de 6 kPa. A macroporosidade foi calculada pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade, sendo todos os procedimentos padronizados segundo a metodologia da Embrapa (2011).

A resistência do solo a penetração foi avaliada em condições de capacidade de campo. Utilizou-se um penetrógrafo de bancada com haste metálica e cone de três milímetros de diâmetro na sua extremidade. A haste penetrou o solo em uma velocidade de vinte milímetros por minuto. A resistência à penetração (RP, em MPa) foi calculada pela relação entre a força aplicado pelo cone sobre o solo (F, em kgf) e a área do cone (A, em m²), segundo a equação:

$$RP = \frac{F \cdot 9,806648}{A \cdot 10^6}$$

Para determinação do teor de água na capacidade de campo (CC), as amostras foram submetidas à tensão de 10 KPa. A umidade atual foi determinada pela relação entre o peso da amostra imediatamente após a coleta e o peso da amostra seca em estufa (EMBRAPA, 2011).

Para determinação do diâmetro médio geométrico, procedeu-se com a análise da estabilidade de agregados pelo método de peneiramento por via úmida, de acordo com metodologia preconizada pela Embrapa (2011), utilizando um aparelho de oscilação vertical (Yoder, 1936). O diâmetro geométrico foi calculado conforme metodologia de Gardner (1956).

Os dados oriundos dos diferentes sistemas foram submetidos à análise estatística pelo teste T de Student a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando-se a Figura 2, pode-se observar maiores valores absolutos de densidade do solo tanto na camada de 0-5 cm quanto na de 5-20 cm na área de pastagem com sistema de lotação rotacionada do que na área de pastagem degradada. Corroborando com o encontrado

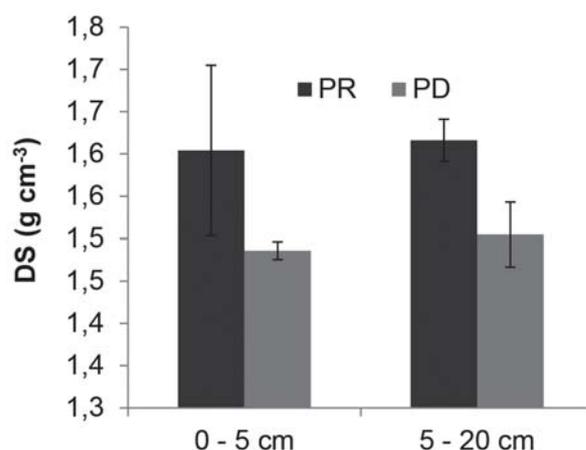


Figura 2 - Densidade do solo em área sob pastagem rotacionada e degradada em duas profundidades do solo em São Mateus - ES. PR: Pastagem rotacionada. PD: Pastagem degradada. Barras com as médias e erro padrão seguidas de asteriscos mostram diferença pelo teste t de student a 5% de probabilidade.

por Bono et al. (2013), que observaram o aumento da densidade do solo nas camadas de 0-20 cm em áreas sob o cultivo de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu.

Segundo Miguel et al. (2009), em áreas de pastagens é comum a presença de camadas compactadas devido à pressão de pisoteio dos animais. Já em trabalho realizado por Silva et al. (2012), notou-se que em áreas cultivadas com milho, cana-de-açúcar e pastagem ocorreu um aumento nos valores desse atributo em decorrência ao pisoteio animal e ao uso excessivo de máquinas.

A densidade do solo por possuir estreita relação com outros atributos do solo é amplamente usada como indicador na maioria das pesquisas e converge para o fato de que, com o aumento da densidade do solo, ocorre diminuição da porosidade total, macroporosidade, condutividade hidráulica, absorção iônica, assim como o consequente aumento da microporosidade e da resistência mecânica à penetração de raízes (Lima et al., 2007).

Analisando a Figura 3, nota-se que a área com lotação rotacionada, apresentou maior resistência à penetração na camada de 0-5 cm, com uma camada de compactação de 5,54 MPa, quando comparada à pastagem degradada na mesma profundidade com 1,21 MPa.



Em trabalho realizado Vogel & Fey (2016), os sistemas de pastagem apresentaram camadas mais compactadas nas profundidades até 20 cm.

Segundo Bavoso et al. (2010) as alterações estruturais no solo devido às diferentes formas de uso e preparo do solo promovem alterações na resistência à penetração, corroborando este trabalho, em que o uso do solo juntamente com a carga animal, proporcionaram maior resistência à penetração.

Na Figura 4 são mostradas a porosidade total e a macroporosidade nos dois tipos de sistemas. A avaliação

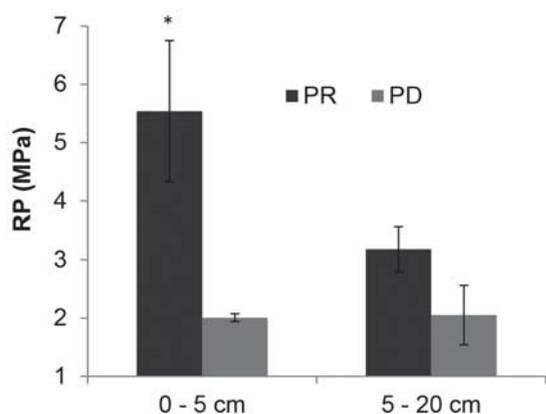


Figura 3 - Resistência à penetração em área sob pastagem rotacionada e degradada em duas profundidades do solo. PR: Pastagem rotacionada. PD: Pastagem degradada. Barras com as médias e erro padrão seguidas de asteriscos mostram diferença pelo teste t de student a 5% de probabilidade.

dos atributos físicos mostrou que o solo sob pastagem degradada apresentou maior quantidade de poros total nas duas profundidades analisadas. Como consequência, o teor de macroporos foi similarmente superior no solo com pastagem degradada (Figura 4) com a tendência de maiores teores na camada de 5-20cm. Tendo em vista que esta área possui baixa produtividade se comparada ao pastejo rotacionado, os resultados indicam que esses atributos, assim como a RP e a Ds, foram sensíveis à ação do pisoteio na superfície, independentemente dos manejos de irrigação e de fertilidade do solo.

A microporosidade do solo foi superior na camada superficial de 0-5cm, com a tendência de maiores teores na área de pastagem rotacionada (Figura 5). Entretanto, os resultados obtidos na análise estatística pelo teste T de Student a 5% de probabilidade nos dois tipos de sistemas, indica nenhuma influência do tipo de sistema neste atributo. Resultados similares foram obtidos por Lanzanova et al. (2007), onde os autores observaram a influência do pisoteio bovino na redução dos teores de macroporosidade e porosidade total, enquanto a porcentagem de microporos não sofreu alterações significativas pelos tipos de sistemas.

O diâmetro médio geométrico (DMG) variou entre 3,78 e 4,29 mm (Figura 6). O solo com pastagem de sistema rotacionado apresentou média superior à área de pastagem degradada na profundidade de 5-20 cm, indicando maior estabilidade de agregados nesses sistemas e evidenciando as vantagens do sistema em rotação. O menor valor de DMG na área de pastagem degradada pode estar relacionado à maior exposição

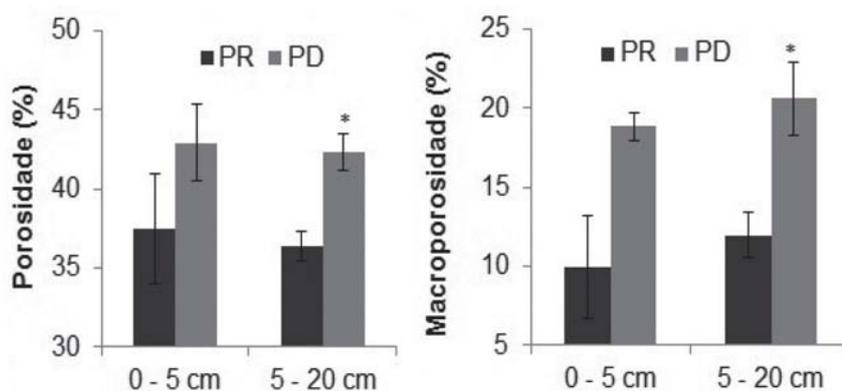


Figura 4 - Porosidade total (PT) e macroporosidade do solo em área sob pastagem rotacionada e degradada em duas profundidades do solo. PR: Pastagem rotacionada. PD: Pastagem degradada. Barras com as médias e erro padrão seguidas de asteriscos mostram diferença pelo teste t de student a 5% de probabilidade.

à desagregação física causada devido ao rápido umedecimento pelo impacto da gota da chuva e pelo cisalhamento causado por implementos agrícolas (Tisdall & Oades, 1982).

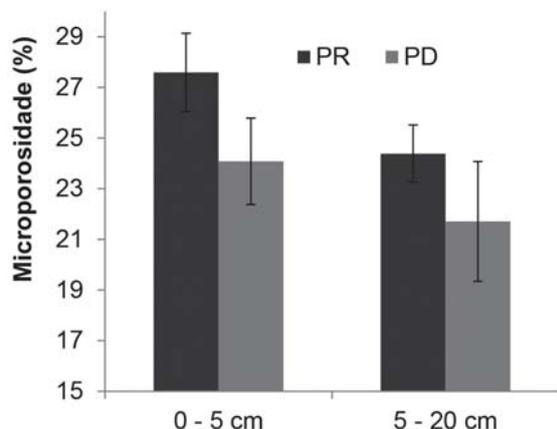


Figura 5 - Porcentagem de microporos do solo em área sob pastagem rotacionada e degradada em duas profundidades do solo. PR: Pastagem rotacionada. PD: Pastagem degradada. Barras com as médias e erro padrão seguidas de asteriscos mostram diferença pelo teste t de student a 5% de probabilidade.

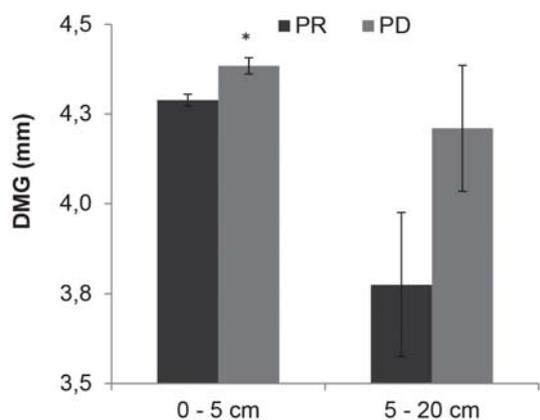


Figura 6 - Diâmetro médio geométrico (DMG) de agregados do solo em área sob pastagem rotacionada e degradada em duas profundidades do solo. PR: Pastagem rotacionada. PD: Pastagem degradada. Barras com as médias e erro padrão seguidas de asteriscos mostram diferença pelo teste t de student a 5% de probabilidade.

Nas camadas de 0-5 cm, contudo, a área degradada apresentou maior diâmetro médio geométrico que a área em sistema rotacional. Independente da área, as camadas de 0-5 cm apresentaram maior DMG que as camadas de 5-20 cm de profundidade (Figura 6), indicando menores riscos de erosão na camada superficial dos solos.

Segundo Silva et al. (2007), o diâmetro médio de agregados está relacionado com o teor de matéria orgânica, devido a atuação de compostos orgânicos na formação e estabilidade de agregados. Neste trabalho, o teor de matéria orgânica seguiu uma tendência similar ao DMG, como discutido a seguir.

O teor de matéria orgânica variou entre 1,13 e 2,83 dag kg⁻¹ (Figura 7). O teor de matéria orgânica variou pouco entre as áreas estudadas na profundidade de 0-5 cm. Em relação a camada de 5-20 cm, a área de pastejo rotacionado apresentou menor teor de matéria orgânica que a área de pastagem degradada.

A área com pastagem rotacionada apresentou teor de matéria orgânica na camada superficial 2,5 vezes superior à camada de 5-20 cm. A redução da matéria orgânica em profundidade pode estar relacionada à maior deposição superficial de resíduos vegetais e animais, o que também foi constatado por Havlin (1990).

Ao analisar a Figura 8, verifica-se que a argila dispersa em água (ADA) foi maior na camada de 5-

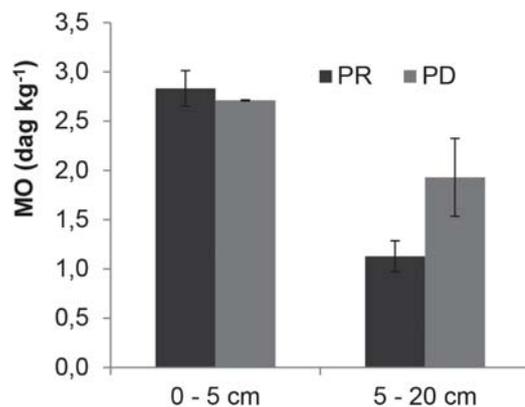


Figura 7 - Teor de matéria orgânica (MO) em área sob pastagem rotacionada e degradada em duas profundidades do solo. PR: Pastagem rotacionada. PD: Pastagem degradada. Barras com as médias e erro padrão seguidas de asteriscos mostram diferença pelo teste t de student a 5% de probabilidade.



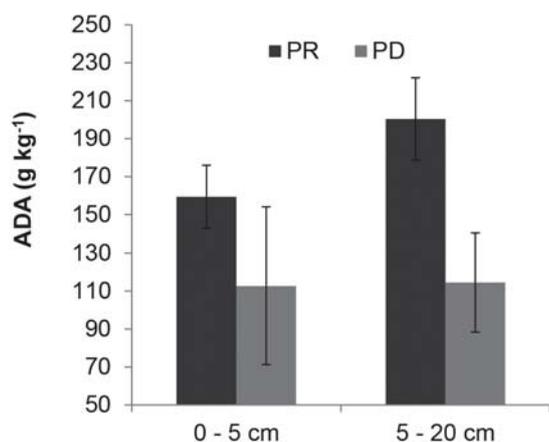


Figura 8 - Argila dispersa em água em área sob pastagem rotacionada e degradada em duas profundidades do solo. PR: Pastagem rotacionada. PD: Pastagem degradada. Barras com as médias e erro padrão seguidas de asteriscos mostram diferença pelo teste t de student a 5% de probabilidade.

20 cm, devido ao menor conteúdo da matéria orgânica, ocorrendo assim menor floculação. O aumento da ADA está diretamente relacionado com o decréscimo da infiltração de água nos latossolos brasileiros (Roth & Pavan, 1991). Corroborando com o encontrado por Prado et al. (2001) observaram aumento da ADA com o aumento da profundidade.

Analisando a Figura 9 observa-se que o grau de floculação na camada de 0-5 cm foi maior que na camada de 5-20 cm, tanto na pastagem em sistema rotacionado quanto na pastagem degradada. A maior floculação na camada superficial está relacionada ao também maior teor de matéria orgânica. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2000) visto que a matéria orgânica age como condicionador do solo mediante sua complexa e longa cadeia de carbono agregando partículas minerais.

A umidade aparente do solo no horário da coleta foi denominada Umidade atual (Figura 10). Para as duas profundidades analisadas, os valores de umidade atual foram superiores no pastejo rotacionado, valores atribuídos ao uso frequente de irrigações nesta área. Já as umidades na capacidade de campo (Figura 10), que refletem a capacidade de retenção de água no solo, foram superiores na camada mais superficial de 0-5

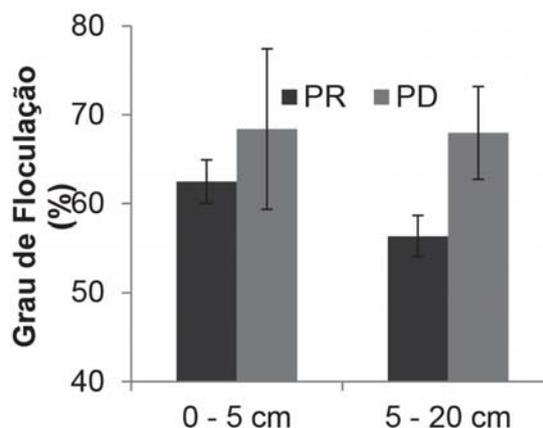


Figura 9 - Grau de floculação em área sob pastagem rotacionada e degradada em duas profundidades do solo. PR: Pastagem rotacionada. PD: Pastagem degradada. Barras com as médias e erro padrão seguidas de asteriscos mostram diferença pelo teste t de student a 5% de probabilidade.

cm, com teores de 19,42 e 18,96 g g⁻¹ de água no pastejo rotacionado e na degradada, respectivamente. Provavelmente devido ao maior teor de matéria orgânica nesta camada (Figura 7).

Entre os tratamentos estudados, não foi observado diferença nos teores de umidade na capacidade de campo. A semelhança do comportamento dos dois solos quanto a este atributo, demonstra uma compensação nas propriedades que refletem a capacidade de retenção de água no solo, como a porosidade total, micro e macroporosidade, densidade do solo e matéria orgânica. Pois os mesmos atributos quando analisados separadamente, sofreram influência dos tipos de sistemas.

CONCLUSÃO

A densidade do solo, resistência do solo à penetração, porosidade total e macroporosidade foram sensíveis a ação do pisoteio animal na superfície. O diâmetro médio geométrico e o teor de matéria orgânica variou pouco entre os tratamentos na camada superficial. Houve uma compensação nos atributos físicos que refletem a capacidade de retenção de água no solo, resultando em umidade na capacidade de campo semelhante para o pastejo rotacionado e a pastagem

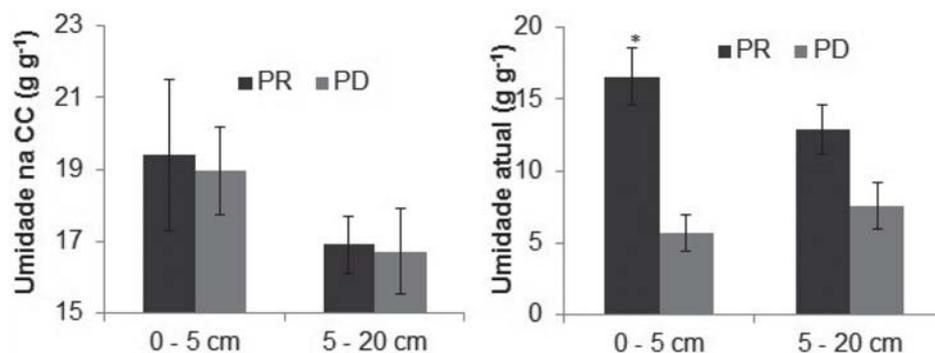


Figura 10 - Umidade atual e umidade na capacidade de campo (CC) do solo em área sob pastagem rotacionada e degradada em duas profundidades do solo. PR: Pastagem rotacionada. PD: Pastagem degradada.

degradada.

LITERATURA CITADA

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, p.711-728, 2013.

BAVOSO, M.A.; GIAROLA, N.F.B.; TORMENA, C.A. et al. Preparo do solo em áreas de produção de grãos, Silagem e pastejo: efeito na resistência tênil e friabilidade de agregados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.34, p.227-234, 2010.

BOGNOLA, I.A.; DEDECEK, R.A.; LAVORANTI, O.J. et al. Influência de propriedades físico-hídricas do solo no crescimento de *Pinus taeda*. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v.30, n.61, p.37-49, 2010.

BONO, J.A.M.; MACEDO, M.C.M.; TORMENA, C.A. Qualidade física do solo em um latossolo vermelho da região sudoeste dos cerrados sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.37, p.743-753, 2013.

COGO, N.P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R.A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, n.4, p.743-753, 2003.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE

PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: CNPS, 2006. 306p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Pecuária mais eficiente pouparia atmosfera de 30 milhões de toneladas de CO₂ por ano**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/7545578/pecuaria-mais-eficiente-pouparia-atmosfera-de-30-milhoes-de-toneladas-de-co2-por-ano>>. Acesso em: 28 de nov. 2016.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M; VALLE, C.B. et al. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.1, jan. 2009.

FREITAS, K.R.; ROSA, B.; RUGGIERO, J.A. et al. Avaliação da composição químico-bromatológica do capim Mombaça (*Panicum maximum*) submetidos a diferentes doses de nitrogênio. *Bioscience Journal*, v.23, n.3, p.1-10, Jul/set, 2007.

GARDNER, W.R. Representation of soil aggregate-size distribution by a logarithmic-normal distribution. *Soil Science Society of America Journal*, v.20, p.151-153, 1956.



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Orientação e manejo adequado na recuperação de área degradada.** 2015.

HAVLIN, J.L. Crop rotation and tillage effects on soil organic carbon and nitrogen. **Soil Science Society of America Journal**, v.54, n.2, p.448-452, 1990.

LANZANOVA, M.E.; NICOLOSO, R.S.; LOVATO, T. et al. Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.5, p.1131-1140, 2007.

LIMA, C.G.R.; CARVALHO, M.P.; MELLO, L.M.M. et al. Correlação linear e espacial entre a produtividade de forragem, a porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barreto (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.5, p.1233-1244, 2007.

LLANILLO, R.F.; RICHART, A.; FILHO, J.T. et al. Evolução de propriedades físicas do solo em função dos sistemas de manejo em culturas anuais. **Semina: Ciências Agrárias**, v.27, n.2, p.205-220, 2006.

MARCHÃO, R.L.; BALBINO, L.C.; SILVA, E.M. et al. Qualidade de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.873-882, 2007.

MENDONÇA, V.Z.; MELLO, L.M.M.; PEREIRA, F.C.B.L. et al. Corn production for silage intercropped with forage in the farming-cattle breeding integration. **Engenharia agrícola**, v.34, n.4, p.738-745, 2014.

MIGUEL, F.R.M.; VIEIRA, S.R.; GREGO, C.R. Variabilidade espacial da infiltração de água em solo sob pastagem em função da intensidade de pisoteio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1513-1519, 2009.

MÜLLER, M.S.; FANCELLI, A.L.; DOURADONETO, D. et al. Produtividade do Panicum maximum cv. Mombaça irrigado, sob pastejo rotacionado. **Scientia Agrícola**, v.9, n.3, p.427-433, 2002.

OLIVEIRA, T.C.; PEREIRA, D.N.; BRITO, T.E. et al. Diagnóstico e recuperação de áreas de pastagens degradadas. **Revista Agrogeoambiental**, Edição Especial n.1, p.49-53, 2013.

PIGNATARO NETTO, I.T.; KATO, E.; GOEDERT, W.J. Atributos físicos e químicos de um latossolo Vermelho-amarelo sob pastagens com diferentes históricos de uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.3, p.1441-1448, 2009.

PRADO, R. De M.; CENTURION, J.F. Alterações na cor e no grau de floculação de um latossolo vermelho-escuro sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.36, v.1, p.197-203, 2001.

ROTH, C.H.; PAVAN, M.A. Effects of lime and gypsum on clay dispersion and infiltration in samples of a Brazilian Oxisol. **Geoderma**, v.48, p.351-361, 1991.

SANTOS, M.N. **Influência de diferentes sistemas de manejo nos teores de carbono orgânico e nutrientes e no tamanho e distribuição de poros em um latossolo vermelho escuro argiloso na região dos cerrados.** 1997. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília.

SILVA, P.C.; COSTA, R.A.; BARBOSA, K.F. et al. **Propriedades físicas indicadoras da qualidade do solo sob diferentes culturas e sistemas de manejo.** IV Jornada Acadêmica, Santa Helena de Goiás, 2012.

SILVA, V.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Susceptibilidade à compactação de um Latossolo Vermelho Escuro e de um Podzólico Vermelho Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.2, p.239-249, 2000.

SILVA, A.J.N.; RIBEIRO, M.R.; CARVALHO, F.G. et al. Impact of sugarcane cultivation on soil carbon fractions, consistence limits and aggregate stability of a yellow latosol in Northeast Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.95, n.4, p.420-424, 2007.

SPAGNOLLO, E.; BAYER, C.; WILDNER, L.P. et al. Leguminosas estivais intercalares como fonte de nitrogênio para o milho, no sul do Brasil.

Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.26, n.2, p.417-423, 2002.

TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soil. **Journal of**

Soil Science, v.33, p.141-163, 1982.

VOGEL, G.F.; FEY, R. Resistência mecânica à penetração em diferentes sistemas de uso do solo. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.3, n.1, p.21-26, 2016.

YODER, R.E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion. **American Society of Agronomy Journal**, v.28, p.337-351, 1936,

Recebido para publicação em 2/5/2017 e aprovado em 4/9/2017



SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR TRATADA COM INOCULANTES MICROBIANOS E SUAS MISTURAS

Rodrigo Lopes de Moraes¹, Karina Guimarães Ribeiro¹, Odilon Gomes Pereira¹, Marcos Inácio Marcondes¹, Lucas Ladeira Cardoso^{*1}

RESUMO - Objetivou-se avaliar a composição química, o perfil fermentativo, a população de micro-organismo e a recuperação de matéria seca de silagens de cana-de-açúcar tratada com diferentes misturas de inoculantes microbianos. Adotou-se o delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e três repetições. Os tratamentos consistiram de silagem de cana-de-açúcar (SC; Controle); SC + *Lactobacillus buchneri* (LB); SC + *Propionibacterium acidipropionici* (PA); SC + *P. acidipropionici* + *Lactobacillus plantarum* (PALP); SC + *L. buchneri* + *P. acidipropionici* (LBPA); SC + *L. buchneri* + *P. acidipropionici* + *L. plantarum* (LBPALP). A forragem foi picada e ensilada em baldes com capacidade de 20 L, providos com válvulas de *Bunsen*, os quais foram abertos aos 90 dias após a vedação. Verificou-se que apenas o tratamento LB proporcionou teor de MS semelhante ao da silagem controle (23,2%). Não houve efeito de inoculação sobre a produção de efluente, cuja média foi 104,31 kg/t MN. Os tratamentos com PALP e LBPALP resultaram em menor recuperação de matéria seca que a silagem controle. Os teores de amônia e o pH foram incrementados pelos tratamentos com LBPA e LBPALP em relação à silagem controle. Não houve diferença entre os tratamentos para as populações de bactérias do ácido lático e leveduras, cujos valores médios foram 9,06 e 4,27 log ufc/g, respectivamente. Foi verificado maior teor de ácido lático na silagem LBPALP em relação a controle (2,24%). A silagem com LBPA apresentou maior teor de etanol (6,15%) em relação à silagem controle e PA. Assim, conclui-se que os inoculantes e suas misturas não proporcionam resultados promissores em relação à composição química, perfil de fermentação e recuperação de matéria seca da silagem de cana-de-açúcar.

Palavras-chave: ácidos orgânicos, composição química, etanol, nitrogênio amoniacal.

SUGARCANE SILAGE TREATED WITH MICROBIAL INOCULANTS AND MIXTURES THEREOF

ABSTRACT - This study aimed to evaluate the chemical composition, fermentation profile, the population of microorganisms and the recovery of dry sugarcane silages. The experiment was conducted in a completely randomized design with six treatments and three replications. Treatments consisted of silage of sugarcane (SC) (Control); SC + *Lactobacillus buchneri* (LB); SC + *Propionibacterium acidipropionici* (PA); SC + *P. acidipropionici* + *Lactobacillus plantarum* (PALP); SC + *L. buchneri* + *P. acidipropionici* (LBPA); SC + *L. buchneri* + *P. acidipropionici* + *L. plantarum* (LBPALP). Forage was designed with buckets with a capacity of 20 liters, with *Bunsen* valves, which were opened 90 days after the sealing. It was verified that only the LB treatment provided the DM content for the control of silage (23.2%). There was no inoculation effect in an effluent production, whose average was 104.31 kg / t MN. The treatments with PALP and LBPALP resulted in lower dry matter recovery than a silage control. Ammonia contents and pH were increased by treatments with LBPA and LBPALP in relation to control silage. There was no difference between the treatments for populations of lactic acid bacteria and yeasts, whose mean values were 9.06 and 4.27 log cfu / g, respectively. It was verified a higher lactic acid content in the LBPALP silage in relation to the control (2.24%). The silage with LBPA presented higher ethanol content (6.15%) in relation to control silage and PA. Thus, it is concluded that the inoculants and their mixtures do not provide promising results regarding the chemical composition, fermentation profile and dry matter recovery of sugarcane silage.

Keywords: ammonia nitrogen, chemical composition, ethanol, organic acids.

¹ Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil. *Autor correspondente. Tel: +55 31 3899-3309; Fax: +55 31 3899-2275; E-mail: llcajuri@yahoo.com.br



INTRODUÇÃO

A utilização da cana-de-açúcar como recurso forrageiro na alimentação de ruminantes é de fundamental importância, especialmente no período de escassez hídrica, que coincide com o momento de maturação e melhoria do seu valor nutritivo. A cana é uma forrageira com grande potencial de produção de massa seca e energia por área e permite bom desempenho dos animais, quando a dieta é corretamente suplementada com proteínas e minerais (Boin & Tedeschi, 1993).

A ensilagem da cana-de-açúcar permite a concentração das operações de corte, picagem e armazenamento, facilita e maximiza a utilização da mão-de-obra nas fazendas e melhora a logística para utilização. Entretanto, a ensilagem da cana-de-açúcar pode originar resultados indesejáveis, principalmente devido à ação de leveduras, que, no processo fermentativo da sacarose, pode desencadear perda acentuada de massa da matéria seca e no valor nutritivo, devido à conversão de açúcares em etanol, CO₂ e água (Woolford, 1984).

Visando contornar resultados negativos e admitindo que a silagem de cana-de-açúcar necessite de aditivos que possibilitem controlar a principal forma de fermentação que ocorre, a alcoólica, e reduzir as perdas no valor nutritivo (Lima et al., 2007), assim, inoculantes microbianos (Siqueira et al., 2010; Miranda et al., 2011; Schmidt et al., 2011) têm sido utilizados com o intuito de obter silagem de boa qualidade e manter a qualidade fermentativa da silagem após abertura do silo. Normalmente, esse tipo de inoculante contém bactérias que foram selecionadas por capacidade de controlar a fermentação, promovendo o desenvolvimento dos micro-organismos benéficos e a inibição dos indesejáveis, como leveduras e clostrídios (Pedroso et al., 2007).

Utilizando doses de inoculante microbiano contendo *Propionibacterium acidipropionici*, Monção et al. (2012) avaliaram os seguintes tratamentos à base de silagem de cana-de-açúcar: controle (sem aditivo); 5,0×10⁴ ufc/g; 1,0×10⁵ ufc/g; 2,5×10⁵ ufc/g; 5,0×10⁵ ufc/g e 1,0×10⁶ ufc/g de massa ensilada. Os autores concluíram que o aditivo não atuou de forma eficiente no controle de perdas fermentativas, pH e população de leveduras.

Dentre os inoculantes microbianos, os efeitos do *Lactobacillus buchneri* na ensilagem de cana-de-açúcar têm sido mais estudados, verificando-se diminuição do pH, da concentração de ácido lático e do número de leveduras, bem como, elevação da concentração

de ácido acético e promoção de maior estabilidade aeróbica das silagens (Kleinschmit & Kung, 2006; Mendes et al., 2008). Também tem sido verificada a ação do *L. buchneri* na redução das perdas de matéria seca e no controle da população de leveduras (Schmidt et al., 2008), o que pode ser fundamentada na elevação da concentração de ácido acético (Oude Elferink, 2001) que, segundo Moon (1983), é um composto capaz de inibir o crescimento de fungos.

São poucos os estudos com associação de inoculantes microbianos, havendo necessidade de mais avaliações para obtenção de resultados. Dessa forma, objetivou-se avaliar a composição química, o perfil fermentativo, as populações de micro-organismos e a recuperação de massa da matéria seca em silagens de cana-de-açúcar tratadas com diferentes inoculantes microbianos e suas misturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, localizada no município de Viçosa-MG, situada a 20° e 45' de latitude sul, 42° e 51' de longitude oeste.

Antes da ensilagem, o suco da cana-de-açúcar foi extraído manualmente por meio de esmagamento e torção do colmo, obtendo-se a concentração média de grau Brix por meio de um refratômetro de campo.

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e três repetições para cada tratamento, totalizando 18 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram de silagem de cana-de-açúcar (SC; Controle); SC + *Lactobacillus buchneri* (LB); SC + *Propionibacterium acidipropionici* (PA); SC + *P. acidipropionici* + *Lactobacillus plantarum* (PALP); SC + *L. buchneri* + *P. acidipropionici* (LBPA); SC + *L. buchneri* + *P. acidipropionici* + *L. plantarum* (LBPALP).

A composição química da cana-de-açúcar antes da ensilagem foi realizada para visualização das características dos efeitos da ensilagem e aplicação dos tratamentos sobre o material (Tabela 1).

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido em relação ao N total; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; BAL: população de bactérias ácido lácticas; ENT: população de enterobactérias; LEV: população de leveduras.



Tabela 1 - Composição química da cana-de-açúcar antes da ensilagem

Planta cana-de-açúcar									
MS	PB	NIDA	FDN _{cp}	FDA	Brix	BAL	ENT	Mofos	LEV
(%)	(%MS)	(%)	(%MS)	(%MS)	(°)	(log ufc/g)	(log ufc/g)	(log ufc/g)	(log ufc/g)
24,70	3,70	9,60	51,60	32,00	20,00	7,72	5,97	4,53	5,61

Os inoculantes microbianos foram adicionados à forragem por ocasião da ensilagem, de acordo com as recomendações da fabricante Lallemand Brasil LTDA, sendo o *Lalsil Cana* (*L. buchneri* $2,5 \times 10^{10}$ UFC/g) aplicado na proporção de 2 g por tonelada de material picado, diluído em 2 L de água destilada; o *Biomax Milho* (*L. plantarum* e *P. acidipropionici* $2,5 \times 10^{10}$ UFC/g), aplicado na proporção de 2 g por tonelada de material picado, diluído em um 1 L de água destilada, e o *Biomax Cana* (*P. acidipropionici* $5,0 \times 10^9$ UFC/g) aplicado na proporção de 2,5 g por tonelada de material picado, diluído em 1 L de água destilada. A solução inoculante foi aspergida à forragem com auxílio de pulverizador costal com capacidade de 5 L.

A cana-de-açúcar no momento da ensilagem apresentou tamanho médio de partículas de aproximadamente 1,0 cm e densidade de silagem de aproximadamente 700kg/t MN.

Os silos experimentais consistiram de baldes plásticos com capacidade para 20 L, com tampas contendo válvulas de *Bunsen* para permitir o escape dos gases oriundos da fermentação. No fundo dos baldes, foram colocados 4 kg de areia seca, dentro de saco de tecido de algodão, evitando que a forragem entrasse em contato com a areia e permitindo a drenagem do efluente. A forragem foi compactada sobre o saco com areia, na quantidade média de 13,3 kg por silo. Os silos foram armazenados em área coberta, em local arejado, à temperatura ambiente, até o momento de abertura, a qual ocorreu aos 90 dias após a vedação. A porção superior (camada de 10 cm) e inferior (camada de 10 cm) da silagem foram descartadas e parte central da silagem foi homogeneizada para proceder a coleta de amostras.

As amostras foram acondicionadas em sacos de papel, identificadas, pesadas e pré secas em estufa com circulação forçada de ar à 55 °C, por 72 horas, procedendo-se, posteriormente, a moagem em moinho tipo *Wiley*, disposto de peneira de crivos 1 mm. Foram determinados os teores de massa da matéria seca (MS,

em % da matéria natural) e, em % da MS, proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN_{cp}) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA); e nitrogênio insolúvel em detergente ácido em relação ao N total (NIDA/NT), segundo metodologia descrita por Detmann et al. (2012).

As perdas por efluente e a recuperação de massa da matéria seca foram calculadas conforme as equações descritas por Jobim et al. (2007).

Coletaram-se 50 g de silagem de cada silo, sendo que em 25 g foram adicionados 100 mL de água destilada, homogeneizados em liquidificador industrial por 1 minuto, e realizada a leitura do pH com uso de potenciômetro, nos demais 25 g, foram adicionados 200 mL de solução de ácido sulfúrico 0,2 N, deixando-se em repouso na geladeira por 48 h e, após este período, procedeu-se filtragem em papel de filtro para avaliação do teor de nitrogênio amoniacal (NH₃-N) na solução filtrada, utilizando-se KOH a 2 N, segundo Bolsen et al. (1992), sendo expresso como porcentagem do nitrogênio total (NH₃-N/NT).

A enumeração dos grupos bacterianos foi realizada a partir de 25 g de amostra, aos quais foram adicionadas 225 mL de solução tampão fosfato, obtendo-se a diluição de 10⁻¹. Em seguida, diluições sucessivas foram realizadas, objetivando-se obter, na forragem antes da ensilagem, diluições variando de 10⁻³ a 10⁻⁷ para bactérias ácido lácticas; de 10⁻² a 10⁻⁶ para enterobactérias; de 10⁻¹ e 10⁻⁵ para mofos e leveduras; e, nas silagens, diluições variando de 10⁻² a 10⁻⁶ para bactérias ácido lácticas e de 10⁻¹ e 10⁻⁵ para enterobactérias e mofos e leveduras. Foram consideradas passíveis de contagem as placas com valores entre 30 e 300 unidades formadoras de colônias (ufc). As populações microbianas foram quantificadas na forragem, antes da ensilagem e nas silagens, utilizando-se meios de cultura seletivos em placas de petri: MRS Ágar, para bactérias do ácido láctico, Violet Red Bile, para enterobactérias e Petrifilm, para mofos e leveduras (Kung Junior, 1996).

Para determinação dos ácidos orgânicos, aproximadamente 25 g de silagem foram diluídos em 225 mL de água destilada, homogeneizados em liquidificador industrial durante 1 minuto e os extratos aquosos obtidos foram filtrados, acidificados com solução de ácido metafosfórico 20% e centrifugados por 15 minutos, segundo metodologia descrita por Kung Junior (1996). Em seguida, as análises dos ácidos orgânicos e de etanol foram realizadas em Cromatógrafo Líquido de Alto Desempenho (HPLC).

A identificação e quantificação dos ácidos láctico, acético, butírico e propiônico foram efetuadas segundo Siegfried et al. (1984), utilizando-se a coluna C18 (Fase Reversa), enquanto a identificação e quantificação de etanol foi efetuada utilizando-se a coluna HPX-87H), ambas da *Biorad Laboratories*.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o procedimento PROC MIXED (SAS®, 2016). Segundo McHugh (2011), o teste Tukey é o mais indicado para complementar os resultados da ANOVA, por ser o mais rigoroso (maior controle da taxa de erro tipo I) e poderoso (maior controle da taxa de erro tipo II).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto à composição química das silagens, verificou-se efeito ($P < 0,05$) de inoculante nos teores de MS, PB, NIDA/NT e recuperação de matéria seca (RMS). Para os teores de FDN, FDA e perda por efluente não foi constatada diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 2).

Silagens com *L. buchneri* apresentaram teor de MS semelhante à silagem controle (23,24%), que foi reduzido nos demais tratamentos ($P < 0,05$) até 20,39% MS (LBPALP).

Observou-se menor teor de PB no tratamento PA em relação ao LBPA. Já o teor de NIDA foi maior no tratamento PA em relação ao LBPA e LBPALP. Tal comportamento pode ser explicado pelo teor de NIDA ser expresso em relação ao N total da amostra.

Os teores médios obtidos para FDN e FDA nas silagens foram 61,42 e 38,59%, respectivamente, entretanto, verificaram-se aumentos nos teores de fibras em relação aos teores da cana-de-açúcar antes da ensilagem. É possível observação de que nenhum dos

tratamentos ou associações foi capaz de promover melhorias significativas no teor de fibra desse material. Em estudo, Mendes et al. (2008) observaram teores de FDN e FDA aumentados, em comparação ao material original, mas semelhantes entre as silagens de cana-de-açúcar sem aditivo e com *L. buchneri*, indicando a conservação dos constituintes de parede celular nas silagens com uso deste inoculante microbiano.

A produção média de efluente (104,3 kg/t MN) é considerada elevada, se comparada aos valores citados na literatura para silagens de cana-de-açúcar inoculadas com aditivos microbianos, que variaram de 22,8 (Pedroso et al., 2007) a 84,9 kg/t de matéria natural (Siqueira et al., 2007). Isto pode ser atribuído ao baixo teor de MS da cana-de-açúcar à ensilagem, ao pequeno tamanho de partícula (aproximadamente 1 cm) e a densidade da silagem (700kg/t MN). Segundo Jobim et al. (2007), esses fatores podem afetar diretamente a produção de efluente na silagem.

Os tratamentos com PALB e LBPALP proporcionaram menor ($P < 0,05$) recuperação de matéria seca (RMS), de 78,5 e 78,1%, respectivamente, em relação à silagem controle (82,1%), indicando dessa forma a menor efetividade desses tratamentos em promover diminuições de perdas totais de MS nas silagens de cana-de-açúcar. Os valores para RMS encontrados nesta pesquisa foram superiores ao valor médio de 71,6%, obtido por Siqueira et al. (2007) em silagem de cana-de-açúcar sem e com uso de inoculantes microbianos.

Houve efeito de tratamentos para pH, $\text{NH}_3\text{-N}$, população de mofo, concentrações de ácidos láctico, acético e propiônico e etanol. Não houve efeito de tratamentos para as populações de bactérias ácido lácticas e de leveduras, nem para o teor de ácido butírico (Tabela 3).

O teor de pH foi superior ($P < 0,05$) nos tratamentos com LBPA e LBPALP, que proporcionaram valores de 3,31 e 3,32, respectivamente, em relação à silagem controle (3,28). O teor de amônia do tratamento controle (9,58 g/kg NT) foi menor ($P < 0,05$) do que o visualizado nos demais tratamentos. Os valores de amônia se encontram no limite do nível crítico de 15%, proposto por Mahanna (1993) para silagens de boa qualidade. Todos os valores de pH foram baixos, apresentando valores abaixo da faixa ideal, entre 3,8 e 4,2 (McDonald et al., 1991), indicando que houve decréscimo de pH.



Tabela 2 - Composição química, perda por efluente e recuperação de matéria seca dos tratamentos

Item	Tratamento						Sig.	EPM
	Controle	LB	PA	PALP	LBPA	LBPALP		
MS (%)	23,24 ^a	23,04 ^{ab}	21,62 ^{cd}	22,18 ^{bc}	20,65 ^{de}	20,39 ^e	*	0,28
PB (%MS)	4,14 ^{ab}	4,23 ^{ab}	3,86 ^b	4,31 ^{ab}	4,47 ^a	4,39 ^{ab}	*	0,76
FDNcp (%MS)	61,36	63,49	60,65	61,38	59,83	61,79	ns	0,55
FDA (%MS)	38,54	39,48	38,46	38,30	37,99	38,78	ns	0,33
NIDA/NT (%MS)	9,33 ^{ab}	11,19 ^{ab}	13,16 ^a	9,44 ^{ab}	8,48 ^b	8,43 ^b	*	0,63
Efluente (kg/t MN)	102,33	104,81	101,84	107,79	103,23	105,87	ns	1,10
RMS (%)	82,13 ^a	81,82 ^a	79,40 ^{ab}	78,48 ^b	79,18 ^{ab}	78,08 ^b	*	0,54

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$). MS: matéria seca; PB: proteína bruta; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA: fibra em detergente ácido; NIDA/NT: nitrogênio insolúvel em detergente ácido em relação ao N total; RMS: recuperação de matéria seca. Controle (SC): silagem de cana-de-açúcar sem inoculante; LB: SC + *Lactobacillus buchneri*; PA: SC + *Propionibacterium acidipropionici*; PALP: SC + *P. acidipropionici* + *Lactobacillus plantarum*; LBPA: SC + *L. buchneri* + *P. acidipropionici*; LBPALP: SC + *L. buchneri* + *P. acidipropionici* + *L. plantarum*. Sig.: Significância. EPM: erro padrão da média.

Tabela 3 - Perfil fermentativo, composição microbiana, produção de ácidos e etanol nas silagens

Item	Tratamento						Sig.	EPM
	Controle	LB	PA	PALP	LBPA	LBPALP		
pH	3,28 ^c	3,29 ^{bc}	3,29 ^{bc}	3,29 ^{bc}	3,31 ^{ab}	3,32 ^a	*	0,003
NH ₃ -N (g/kg NT)	9,58 ^b	11,50 ^{ab}	13,95 ^{ab}	12,73 ^{ab}	14,56 ^a	15,03 ^a	*	0,660
BAL (log ufc/g)	9,06	9,08	9,05	9,05	9,03	9,08	ns	0,040
Leveduras (log ufc/g)	4,28	4,08	4,44	4,33	3,81	4,67	ns	0,120
Mofos (log ufc/g)	2,88 ^a	2,42 ^{bc}	2,30 ^c	2,36 ^c	2,73 ^{ab}	2,26 ^c	*	0,070
Ác. láctico (g/kg MS)	22,40 ^b	21,30 ^b	26,10 ^{ab}	24,80 ^{ab}	26,30 ^{ab}	29,00 ^a	*	0,086
Ác. acético (g/kg MS)	18,50 ^b	16,70 ^b	22,60 ^a	23,00 ^a	24,10 ^a	24,10 ^a	*	0,079
Ác. Propiônico (g/kg MS)	0,60 ^c	0,80 ^{bc}	0,90 ^{ab}	0,80 ^{ab}	0,90 ^a	0,90 ^a	*	0,002
Ác. butírico (g/kg MS)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	ns	0,001
Etanol (g/kg MS)	4,03 ^b	4,42 ^{ab}	4,22 ^b	5,71 ^{ab}	6,15 ^a	4,99 ^{ab}	*	0,280

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$). Controle (SC): silagem de cana-de-açúcar sem inoculante; LB: SC + *Lactobacillus buchneri*; PA: SC + *Propionibacterium acidipropionici*; PALP: SC + *P. acidipropionici* + *Lactobacillus plantarum*; LBPA: SC + *L. buchneri* + *P. acidipropionici*; LBPALP: SC + *L. buchneri* + *P. acidipropionici* + *L. plantarum*. Sig.: Significância. EPM: erro padrão da média.

A população de bactérias ácido lácticas (BAL) nas silagens apresentou valor médio de 9,06 log ufc/g. Segundo Muck (1996), o valor mínimo recomendado de bactérias ácido lácticas na forragem antes da ensilagem é de 5 log ufc/g, para que haja adequada fermentação. Verifica-se que a população de BAL antes da ensilagem (7,72 log ufc/g) estava acima da mínima recomendada, o que possivelmente contribuiu para não se detectar diferença entre os tratamentos.

A população de leveduras apresentou valor médio de 4,27 log ufc/g. Assim, evidencia-se que nenhum dos inoculantes microbianos ou a associação destes foi capaz de contornar um dos principais problemas que ocorrem na silagem de cana-de-açúcar, que é a produção de leveduras. Pedrosa et al. (2005) obtiveram

contagem máxima de leveduras de 5,05 log ufc/g, no segundo dia após a ensilagem, e 4,5 log ufc/g, após quinze dias de fermentação da silagem de cana-de-açúcar, coincidindo com o ponto onde não se observou acréscimo de concentração de etanol na silagem, indicando que a atividade da levedura foi inibida pelo álcool e a massa ensilada foi estabilizada.

Menor população de mofos foi observada nas silagens inoculadas em relação à silagem controle (2,88 log ufc/g), porém não diferiu ($P>0,05$) da silagem tratada com LBPA. Portanto, com exceção deste, todos os inoculantes foram efetivos na redução de mofos.

Maior teor de ácido láctico ($P<0,05$) foi observado na silagem LBPALP (2,9%) em relação à controle e LB. Em silagens de cana-de-açúcar, Kung Junior & Stanley

(1982) observaram teor médio de 5,6% na MS para a concentração de ácido láctico. Pedroso et al. (2011) verificaram concentração média de ácido láctico de 6,74% na MS para silagem de cana-de-açúcar.

A baixa presença de ácido láctico visualizada pode ser em razão da metabolização por outros micro-organismos de parte do ácido láctico produzido na ensilagem. Essa evidência pode ser embasada em resultados obtidos por Bravo-Martins et al. (2006), que verificaram a presença de 81 cepas de leveduras em silagens de cana-de-açúcar. Segundo os autores, a maioria das cepas assimilou lactato como substrato em culturas isoladas e, em aerobiose, o lactato tornou-se o substrato preferencial no metabolismo das espécies observadas.

Menor teor de ácido acético ($P < 0,05$) foi verificado na silagem controle (1,85%), que não diferiu da tratada com LB, sendo maiores os valores obtidos com os demais inoculantes. Segundo Mahanna (1994), são aceitáveis teores de ácido acético até 20 g/kg MS, em silagens de boa qualidade. Portanto, os valores observados com uso de *L. buchneri*, *P. acidipropionici*, *L. plantarum* e suas associações foram um pouco superiores ao valor recomendado, o que indica ter ocorrido maior crescimento de enterobactérias, principais micro-organismos produtores de ácido acético e potente inibidor de leveduras (Moon, 1983).

As silagens proporcionaram maior teor de ácido propiônico ($P < 0,05$) (com teores até 0,9 g/kg MS), em relação à silagem controle (0,6 g/kg MS), exceto LB, que manteve o teor deste ácido semelhante ao da silagem controle. Entretanto, segundo Mahanna (1994), são aceitáveis teores de ácido propiônico até 10 g/kg MS nas silagens de boa qualidade, verificando-se valores nessa faixa em todas as silagens dessa pesquisa.

Verificou-se teor médio de ácido butírico 0,1 g/kg MS para as silagens. Este valor está abaixo do limite crítico registrado por Mahanna (1994) (1 g/kg MS) para silagens de boa qualidade, o que indica que houve pouco crescimento de micro-organismos do gênero *Clostridium*, anaeróbio obrigatório e um dos principais responsáveis por perdas de matéria seca nas silagens.

Maior teor de etanol foi obtido na silagem com LBPA (6,15%) em relação à silagem controle e PA, não diferindo das demais. A fermentação alcoólica resulta da presença de leveduras que utilizam açúcares e ácido

láctico, competidoras com as bactérias ácido lácticas no início do processo fermentativo. De acordo com McDonald et al. (1991), a maior causa de perda de MS na silagem de cana-de-açúcar é a reação bioquímica da produção de etanol, em que a MS é catalisada via fermentação pelas leveduras, de modo que cada molécula de glicose fermentada gera duas moléculas de etanol, duas de dióxido de carbono e duas moléculas de água.

Os valores da concentração de etano encontrados nessa pesquisa foram inferiores a outros relatados na literatura para silagens de cana-de-açúcar, que estão na faixa de 6,9 a 19,3 g/kg MS (Freitas et al., 2006; Santos et al., 2010).

CONCLUSÕES

Os inoculantes microbianos e suas associações não proporcionam resultados promissores sobre a composição química, o perfil fermentativo, as populações microbianas e a recuperação de matéria seca da silagem de cana-de-açúcar.

LITERATURA CITADA

BOIN, C.; TEDESCHI, L.O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. In: Simpósio sobre nutrição de bovinos, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.107-126.

BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E. et al. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.3066-3083, 1992.

BRAVO-MARTINS, C.E.C.; CARNEIRO, H.; CASTRO-GOMÉZ, R.J.H. et al. Chemical and microbiological evaluation of ensiled sugar cane with different additives. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.37, p.499-504, 2006.

DETMANN, E., SOUZA, M.A., VALADARES FILHO, S.C. et al. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 214p.

FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante bacteriano e hidróxido de sódio e acrescida de resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.48-59, 2006.



- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.S. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.
- KLEINSCHMIT, D.H.; KUNG JUNIOR., L. Metaanalysis of the effects of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation and aerobic stability of corn and grass and small-grain silages. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.4005-4013, 2006.
- KUNG JR., L. **Preparation of silage water extracts for chemical analyses**. Standard operating procedure – 001 2.03.96. Worrilow: University of Delaware, Ruminant Nutrition Laboratory, 1996. 309p.
- KUNG JUNIOR, K.; STANLEY, R.W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of wholeplant sugarcane preserved as silage. **Journal Animal Science**, Albany, v.54, p.689-695, 1982.
- LIMA, J.A.; CUNHA, E.A.; JUNIOR, E.F. et al. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar aditivada com hidróxido de cálcio. **Boletim de Indústria Animal**, v.64, p.329-338, 2007.
- MAHANNA, B. Proper management assures high-quality silage, grains. **Feedstuffs**, v.10, p.12-18, 1994.
- MAHANNA, B. Troubleshooting silage problems. In: STATE APPLIED NUTRITION CONFERENCE, 4., 1993. Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin, 1993, p. 1-24.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. Ed. Marlow: Chalcombe Publications. 1991. 226p.
- McHUGH, M.L. Multiple comparison analysis testing in ANOVA. **Biochemia Medica**, v. 21, p.203-209, 2011.
- MENDES, Q.C.; SUSIN, I.; NUSSIO, L.G. et al. Efeito do *Lactobacillus buchneri* na fermentação, estabilidade aeróbia e no valor nutritivo de silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.2191-2198, 2008.
- MIRANDA, D.C.L.; DIAS-JUNIOR, G.S.; LOPES, F. et al. Composição e pH de silagem de cana-de-açúcar com aditivos químicos e microbiológicos. **Amazonian Journal**, v.54, p.122-130, 2011.
- MOON, N.J. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. **Journal of Applied Bacteriology**, v.55, p.453-460, 1983.
- MUCK, R. Silage inoculation. In: CONFERENCE WITH DAIRY AND INDUSTRIES, 1996, Madison. **Proceedings...** Dairy Forage Research Center, 1996, p.43-51.
- OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; KROONEMAN, J.; GOTTSCHAL, J.C. et al. Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1,2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*. **Applied and Environmental Microbiology**, v.67, p.125-132, 2001.
- PEDROSO, A.F.; RODRIGUES, A.A.; JUNIOR, W.B. et al. Fermentation parameters, quality and losses in sugarcane silages treated with chemical additives and a bacterial inoculant. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2318-2322, 2011.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S. et al. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.558-564, 2007.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, p.427-432, 2005.
- SANTOS, M.V.F.; GÓMEZ CASTRO, A.G.; PEREA, J.M. et al. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v.59, p.25-43, 2010.
- SAS. **Statistical Analysis System Institute**. SAS/STAT. User's guide, version 9.4. Cary, North Carolina, v.2, 842 p. 2016.
- SCHMIDT, P.; ROSSI-JUNIOR, P.; JUNGES, D. et al. Novos aditivos microbianos na ensilagem de cana-de-açúcar: composição bromatológica, perdas fermentativas, componentes voláteis estabilidade aeróbia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.543-549, 2011.

SCHMIDT, P. Aditivos químicos e biológicos no tratamento de cana-de-açúcar para alimentação de bovinos. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W. (Eds) **Produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá: Masson, 2008, p.117-152,

SIEGFRIED, V.R.; RUCKERMANN, H.; STUMPF, G. Method for the determination of organic acids in silage by high performance liquid chromatography. **Landwirtsch. Forsch**, v.37, p.298-304. 1984.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Queima e aditivos químicos e bacterianos na ensilagem da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p. 103-122, 2010.

SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.2000-2009, 2007.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker inc., 1984. 350p.

Recebido para publicação em 21/1/2017 e aprovado em 7/6/2017



YIELD AND QUALITY OF YELLOW PASSION FRUITS ACCORDING TO ORGANIC FERTILIZATION AND ALTERNATIVE PHYTOSANITARY MANAGEMENT

Anália L. V. Pacheco¹, Karina S. Borges², Gilberto B. de Freitas³, Gerival Vieira³

ABSTRACT - Growing yellow passion fruit is a profitable activity, with a high demand for labor, and it is practiced especially by family-based farmers. However, the production cost is rather high and a significant part of this cost is associated with the expenses related to fertilization and phytosanitary treatments necessary for obtaining satisfactory yields and high commercial quality fruit. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of using organic compound in fertilization of plants and alternative products in phytosanitary treatments (Bordeaux mixture, Neem oil and lime sulfur mixture) on the yield and quality of fruits. Yellow passion fruits were submitted to three types of fertilization (mineral, organic and organic-mineral) and two types of phytosanitary treatment ('conventional' and 'alternative'). This experiment evaluated fruit yield (kg/plant) and fruit quality by using the following evaluations: seedless pulp yield, soluble solids content (SS), titratable acidity (TA), SS/TA ratio and vitamin C content. The different types of fertilization did not interfere in fruit yield, however, plants under conventional phytosanitary treatment displayed higher yields. The SS content and TA of the fruits were influenced only by fertilization, where plants that received mineral and organic-mineral fertilization produced fruit with higher contents of SS and TA. Pulp yield, SS/TA ratio and vitamin C content were not influenced by any of the evaluated factors. Regarding cultivation of passion fruit, it is possible to substitute some mineral fertilizers for organic fertilizers with no negative effects on the fruit yield or quality. However, the substitution of pesticides for alternative products compromises fruit yield.

Keywords: alternative products, mineral fertilization, organic-mineral fertilization, *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.

PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS DE MARACUJAZEIRO AMARELO, EM FUNÇÃO DE ADUBAÇÃO ORGÂNICA E TRATAMENTO FITOSSANITÁRIO ALTERNATIVO

RESUMO - O cultivo do maracujazeiro amarelo é uma atividade rentável, de alta demanda de mão de obra, sendo praticada especialmente por agricultores familiares. Contudo, o custo de produção é bastante elevado, e uma parte significativa desse custo está associada aos gastos relativos às adubações e tratamentos fitossanitários indispensáveis para obtenção de produtividades satisfatórias e frutos de alta qualidade comercial. Assim sendo, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do uso de composto orgânico nas adubações das plantas e de produtos alternativos nos tratamentos fitossanitários (mistura de Bordeaux, óleo de Neem e mistura de cal e enxofre), na produção e qualidade dos frutos. Plantas de maracujá amarelo foram submetidas a três tipos de adubação (mineral, orgânica e organomineral) e dois tipos de tratamento fitossanitário ('convencional' e 'alternativo'). Avaliou-se a produção de frutos (kg/planta) e a qualidade dos mesmos mediante as seguintes avaliações: rendimento de polpa sem semente, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação

¹ Engenheira-Agrônoma, Doutoranda. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, 36570-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. (31) 3899-1326. analia.pacheco@ufv.br

² Bióloga, Doutoranda. Departamento de Agricultura, Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Caixa Postal 3037, 37200-000 - Lavras, Minas Gerais, Brasil. karina.schulz.borges@gmail.com

³ Engenheiros-Agrônomos, DS. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, 36.570-000 - Viçosa, Minas Gerais, Brasil. bernardo@ufv.br, gerival@ufv.br



SS/AT e vitamina C. Os diferentes tipos de adubação não interferiram na produção de frutos, contudo, plantas submetidas ao tratamento fitossanitário convencional apresentaram-se mais produtivas. O teor de SS e AT dos frutos foram influenciados apenas pela adubação, sendo que plantas que receberam adubação mineral e organomineral produziram frutos com maiores teores de SS e AT. O rendimento de polpa, a relação SS/AT e o teor de vitamina C não foram influenciados por nenhum dos fatores estudados. Conclui-se que, no cultivo do maracujazeiro amarelo, é possível substituir parte dos adubos minerais por adubos orgânicos, sem comprometer a produção e qualidade dos frutos. Contudo, a substituição dos agrotóxicos por produtos alternativos compromete a produção de frutos.

Palavras-chave: adubação mineral, adubação organomineral, *Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*

INTRODUCTION

Growing yellow passion fruit is a profitable activity, with high demand for labor, practiced especially by family-based farmers. Each planted hectare generates from three to four direct jobs and takes seven to eight people in the various links in the production chain (Meletti, 2011). A study conducted in sixteen municipalities in the interior of São Paulo state found that the average size of passion fruit commercial crops was 0.58 ha (Furlaneto et al., 2011).

In addition, this crop also provides rapid economic return and the revenue is distributed most of the year (Meletti et al., 2010). However, the production cost is quite high, reaching R\$ 37,512.00 and R\$ 53,474.00 per hectare of dryland (no irrigation) and irrigated crops, respectively (AGRIANUAL, 2016), values that are incompatible with the investment capacity of most farmers. A significant part of the crop production cost is associated with expenses related to fertilization and phytosanitary treatments necessary to obtain satisfactory yields and high commercial quality fruit.

This species is demanding of nutrients, and fertilization of plants may affect both production and the external characteristics of the fruit, such as appearance, size, roughness of the skin, and internal characteristics such as percentage of juice, soluble solids content, acid index and the presence of physiological disorders. Such effects vary according to the studied species, amount and types of fertilizers used (Weston & Barth, 1997; Mattheis & Fellman, 1999; Aular et al., 2014).

The crop also presents serious phytosanitary issues, especially in areas with high relative air humidity, as the region of Zona da Mata (Forest Zone) in the state of Minas Gerais, and if these issues are not managed properly, they severely affect yield and fruit quality.

Initially, the passion fruit was grown for at least three consecutive years, however, over the past decade, in many regions, growing passion fruit has become an annual crop, especially because of the PWV (*Passion fruit Woodenness Virus*) (Sampaio et al., 2008). In addition, phytosanitary treatments have been intensified and raised the cost of crop production.

Therefore, many farmers, concerned about the high cost of production of the crop, have sought to use available resources on the farm (wood for construction of trellis and organic fertilizers) and low-cost and of easy preparation alternative products, such as the Bordeaux and lime-sulfur mixtures, replacing agro-chemicals used for phytosanitary management. Alternative products have also been used by agroecological and organic farmers. However, reducing the crop production cost by replacing commercial inputs with available alternative products or easily prepared on the farm may not result in greater profitability for the grower since this procedure may affect both production and fruit quality. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of using organic compound for fertilizing passion plants and alternative products on the phytosanitary treatments, production and fruit quality.

MATERIAL AND METHODS

The experiment was carried out at the Fruit Sector of the Federal University of Viçosa, in Viçosa, state of Minas Gerais, from September 2009 to May 2011. The orchard was set with seedlings of the yellow passion fruit variety (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg*) FB - 200 from VIVEIROS FLORA BRASIL (Flora Brasil Nursery), spaced by 3.0 x 3.0 meters (m), by conducting the plants on vertical trellising system with a wire 2.0 m above the ground. No artificial pollination nor irrigation (dryland farming) were carried out. The soil in the experimental area presented at the orchard setting, the following characteristics: pH



(H₂O) = 6.2; P = 13.3 mg.dm⁻³; K = 45.0 mg.dm⁻³; Ca²⁺ = 3.7 cmol_c.dm⁻³; Mg²⁺ = 1.0 cmol_c.dm⁻³; Al³⁺ = 0.0 cmol_c.dm⁻³; and content of organic matter (OM) = 1.6 dag.kg⁻¹.

The experiment was set up in September, 2009 in a split plot design with randomized blocks, three replicates and two plants per experimental unit. The plots received two types of phytosanitary treatments (conventional\agro-chemicals - AGC and alternative\alternative products - AP) and the sub-plots received three types of fertilizers (mineral – MF; organic - OF and organic-mineral – OMF).

The planting holes were digged with dimensions of 0.40 x 0.40 x 0.40 and received the following fertilizers: MF with 400 g.plant⁻¹ of simple superphosphate and 12 l.plant⁻¹ of organic compound (OC); OF with 400 g.plant⁻¹ thermophosphate and 12 l.plant⁻¹ of OC; OMF with 200 g.plant⁻¹ of simple superphosphate, 200 g.plant⁻¹ of thermophosphate and 12 l.plant⁻¹ of OC.

Top-dressing fertilization was split during the rainy season in the months of October\2009, December\2009 and February\2010, October\2010, December\2010 and February\ 2011 and the following amounts of fertilizers were applied in each season: MF with 100 g.plant⁻¹ of ammonium sulfate, 100 g.plant⁻¹ of superphosphate and 100 g.plant⁻¹ KCl; OF with 500 g.plant⁻¹ of eucalyptus ash (EA) and 6.0 l.plant⁻¹ of OC; OMF with 50 g.plant⁻¹ of ammonium sulfate, 50 g.plant⁻¹ of simple superphosphate, 50 g.plant⁻¹ of kCl, 3.0 l.plant⁻¹ of OC and 250 g.plant⁻¹ of EA.

The compound used in fertilizations presented the following characteristics: pH (H₂O) = 7.13; N = 1.74%; P = 0.93%; K = 1.37%; Ca²⁺ = 2.46%; Mg²⁺ = 0.55%.

Phytosanitary treatments were the products presented in Table 1. The agro-chemicals were applied on the aerial part of the plants every 21 days and alternative products every 14 days, alternating Bordeaux mixture, Neem oil and lime sulfur mixture.

Fruit yield was evaluated (kg/plant) for two consecutive crops (out-of season and the main crop) and quality of the fruits of the main crop was evaluated by pulp yield (seedless), soluble solids content (SS), titratable acidity (TA), SS/TA ratio and vitamin C content.

Pulp yield was obtained by dividing the weight of the seedless pulp by the weight of the whole fruit multiplied by 100 in samples of 10 fruits per plot. The soluble solids content was determined using homogenized samples of the pulp through direct reading on portable refractometer, with a reading of 0 a 32°Brix, according to the analytical standards of the Ial (2008). For determining the titratable acidity content, homogenized samples of 5 ml of pulp were used. Three drops of phenolphthalein indicator 1% were added to each sample. After that, titration was carried out under stirring, with NaOH 0.1 mol.L⁻¹ (Ial, 2008). The SS/TA ratio was achieved through SS/TA direct ratio. The vitamin C content was obtained by titration with Tillmans reagent (2.6-dichlorophenol - indophenol) according to analytical standards of the Ial (2008) and results expressed in mg of vitamin C per 100 grams of pulp.

Data collected from each evaluated characteristic were tabulated in an electronic spreadsheet and then analyzed using the statistical program ASSISTAT (Silva & Azevedo, 2012) through the analysis of variance and the Tukey test 5%.

RESULTS AND DISCUSSION

In the first production cycle (out-season crop), plants produced an average of 4.30 kg of fruits per plant. At this stage, the phytosanitary treatment affected fruit yield, although neither the effect of fertilization nor the interaction between the factors had been observed (Table 2). Plants treated with conventional plant phytosanitary management yielded 6.59 kg of fruit, on average, while plants treated with the alternative

Table 1 - Products used for phytosanitary management: conventional\agro-chemicals (AGC), alternative products (AP), Folicur 200EC (FO), Lebaycid 500 (LE), spreader sticker (SS), Bordeaux mixture (BM), lime sulfur mixture (LS), Neem oil (NO)

Phytosanitary management	FO	LE	SS	BM	LS	NO
(ml/l)	(ml/l)	(ml/l)	(%)	(%)	(%)	
AGC	1.0	1.0	0.5	–	–	–
AP	–	–	0.5	1.0	1.0	0.5

phytosanitary management yielded 2.02 kg of fruit, on average (Table 3).

Low yield per plant that received alternative phytosanitary treatment is associated with lower efficiency of alternative products used to control pests and diseases, especially anthracnose. It was found in the plants of this treatment a high mortality rate of the pointers of tertiary branches, damaging the vegetative growth of plants and consequently the fruit yield since the passion plants produces fruit only in new branches, in full vegetative growth. This severe occurrence of anthracnose was due to the climatic conditions favorable to the development of the pathogen, that is, high moisture and high temperature (Figure 1). Under conditions of high air relative moisture and temperatures around 26 to 28°C, anthracnose is a limiting factor of the crop, especially if rainfall is frequent and abundant (Ferrari, 2006).

Despite the low effectiveness of Bordeaux mixture and lime sulfur mixture in controlling anthracnose in passion fruit under the environmental conditions in which the experiment was carried out, Ming et al. (2012) reported the control of leaf diseases of sweet passion fruit in organic farming with lime sulfur mixture at 0.5% of concentration and Mezzalira et al. (2015) reported the fig rust control with Bordeaux mixture at 1.5%. Ferreira et al. (2015) evaluated the effect of organic waste as an alternative measure to control fusarium in yellow passion fruit, and *babaçu* coconut waste at a concentration of 60 g kg⁻¹ and cassava peels at 80 g kg⁻¹ were efficient in controlling; however, eucalyptus residue did not affect the development of the disease. Cruz et al. (2015) tested the Neem oil at 4% efficiency and *manipueira* (a byproduct from cassava flour production) mixture at 10% on the control of *Dione juno juno* caterpillar on yellow passion fruit. Only

Table 2 - Analysis of Variance with the F test, coefficient of variation and overall mean of physical and chemical characteristics of yellow passion fruits (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg;) achieved by the combined effect of two phytosanitary management and three fertilizations. Viçosa - MG, 2016

Variation Source	OC (kg/planta)	MC (kg/planta)	PY (%)	SS	TA	SS/TA	VIT C
Phytosanitary management (PM)	358. 43**	16.20 ^{ns}	5.85 ^{ns}	0.36 ^{ns}	0.0013*	0.10 ^{ns}	0.97 ^{ns}
Fertilization (F)	0.23 ^{ns}	2.73 ^{ns}	0.64 ^{ns}	6.25*	6.44*	3.92 ^{ns}	0.61 ^{ns}
PM x F	1.66 ^{ns}	2.38 ^{ns}	2.13 ^{ns}	4.96*	0.99 ^{ns}	0.15 ^{ns}	2.10 ^{ns}
CV - PM (%)	11.87	34.44	8.41	9.50	26.21	3.07	13.19
CV - F (%)	30.57	25.23	9.78	4.36	12.99	27.68	21.69
Overall mean	4.30	12.93	41.19	14,30	4.85	12.15	15.60

^{ns} non-significant, * and ** significant at 5 and at 1% of probability, respectively. OC – out-of-season crop; MC - main crop; PY - pulp yield; SS - soluble solids; AT - titratable acidity; SS/AT ratio; VIT C - vitamin C; CV - coefficient of variation.

Table 3 - Mean values of physical and chemical characteristics of yellow passion fruits (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) obtained by combined effect of fertilization and phytosanitary control. Viçosa – MG, 2016

Phytosanitary management and Fertilization	OC (kg/plant)	MC (kg/plant)	PY (%)	SS	TA	SS/TA	VIT C
AGC	6.59 a	17.16 a	43.17 a	14.11 a	4.86 a	3.00 a	15.12 a
AP	2.02 b	8.70 a	39.22 a	14.50 a	4.84 a	3.14 a	16.08 a
LSD	1.04	9.04	7.03	2.76	2.58	1.73	4.18
MF	4.56 a	13.27 a	42.69 a	15.00 a	5.55 a	2.76 a	16.68 a
OF	4.05 a	10.57 a	40.17 a	13.75 b	4.26 b	3.36 a	14.52 a
OMF	4.30 a	14.94 a	40.72 a	14.16 ab	4.73 ab	3.09 a	15.60 a
LSD	2.17	5.38	6.65	1.03	1.04	0.62	5.58

Means followed by the same letter in the column are not different by Test of Tuckey at 5% of probability. AGC - conventional agro-chemicals; AP - alternative product; LSD - least significant difference; MF - mineral fertilizer; OF - organic fertilizer; OMF - organic mineral fertilizer; OC - out-of-season crop; MC - main crop; PY - pulp yield; SS - soluble solids; TA - titratable acidity; SS/TA ratio; VIT C - vitamin C.



manipueira mixture caused the death of 100% of the caterpillars, whereas the use of Neem oil was not effective at all in eliminating the plague.

In the second production cycle (main crop), plants yielded an average of 12.93 kg of fruit per plant, which is equivalent to an increase of over 300% in relation to the out-of-season crop (Table 2). This increase in the yield between the first and second production cycle of the crop is expected in passion fruit (Meletti et al., 2005; Pimentel et al., 2008). There was no influence of any factor on the yield in the main crop. Nevertheless, plants receiving agro-chemicals as a way of phytosanitary management showed higher yield than those treated with alternative products (Table 3).

The average yield obtained in the out-of-season crop and in the main crop were 4.7 and 14.36 t ha⁻¹, respectively. The average income of passion fruit in Brazil was 14.63 t ha⁻¹, and the average in Minas Gerais was 16.29 t ha⁻¹ (IBGE, 2013). The lack of pollination and irrigation certainly limited fruit yield by the plants in this study. Artificial pollination increases yield, mass, diameter and fruit length and percentage of pulp, reducing the thickness of the shell (Krause et al., 2012; Martins et al., 2014).

Pulp yield, SS/TA ratio and vitamin C content of the fruit were not affected by the evaluated factors, so little there was interaction between the factors for these parameters (Tables 2 and 3). The contents of soluble solids and titratable acidity of the fruits were influenced by fertilization (Table 2). Fruit from plants fertilized exclusively with organic compound showed SS content and TA lower than fruits from plants fertilized exclusively with mineral fertilizers. Fruit from plants treated with organic mineral fertilizer (50% mineral fertilizer + 50% organic fertilization) showed intermediate levels of SS and TA, which is not statistically different from levels found in plant fruit under mineral fertilization (Table 3).

The only parameter that accused interaction between the type of phytosanitary treatment and fertilization was the SS content (Table 2), where plants that received the application of AP/MF and AP/OMF showed the same SS content of plants receiving application of AGC/MF. The lower levels were found in plants that received the application of AP/OF and AGC/OMF (Table 4).

This reduction in the content of SS in fruits from plants under organic fertilization was not expected since

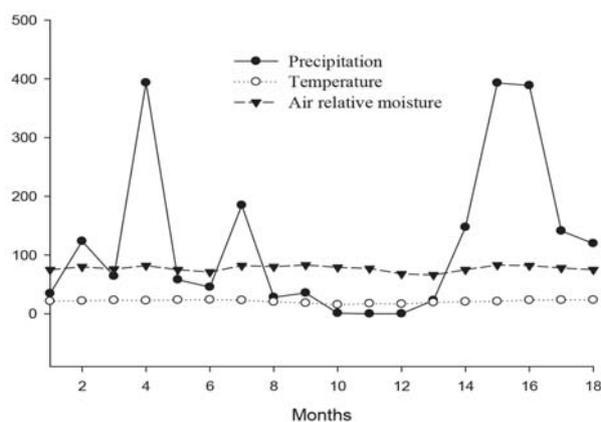


Figure 1 - Month average of rainfall, temperature and air relative moisture from September/2009 (month 1) to February/2011 (month 18). Source: Estação Climatológica Principal de Viçosa (UFV).

Table 4 - Unfolding of phytosanitary management (AGC and AP) and fertilization (MF; OF; OMF) interaction on soluble solid content (SS) of passion fruit (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg) obtained with the fertilization and phytosanitary control combined effect. Viçosa - MG, 2016

	MF	OF	OMF
AGC	15.00 aA	14.00 aAB	13.33 aB
AP	15.00 aA	13.50 aB	15.00 aA

Means followed by the same lower case letter in the column and upper case letter in the row are not difference by the test of Tuckey at 5% of probability. Least significant difference for columns is 2.1224 and 1.4546 for rows. MF - mineral fertilizer; OF - organic fertilizer; OMF - organic mineral fertilizer; AGC - conventional agro-chemicals; AP - alternative product.

many studies, especially those related to plants under organic management, point to a rise in the levels of SS in fruit from plants under organic management (Damatto Junior et al., 2005, Sarmiento et al., 2012), not only for passion fruit, but for other tropical fruits like bananas, where organic management was found to allow a higher mean value compared to conventional cultivation system for Silver-dwarf cultivar (Ribeiro et al., 2012). In addition, yellow passion fruits that received nitrogen fertilizer as urea (Venâncio et al., 2013), showed lower SS content than the fruits receiving OF and OMF in this study. The short period of organic fertilization in this study (18 months) and the lack of irrigation

may have contributed to the lower response of plants to organic fertilization, that is, such conditions did not allow adequate mineralization of the organic compound, affecting the availability of nutrients for the plants (Carvalho et al., 2000; Silva et al., 2014.). According to Herencia et al. (2011), the crop has to be conducted for a few years under the same conditions in order to obtain representative and reliable results.

According to the Technical Regulation for the setting of identity and quality standards for passion fruit pulp, the minimum value of SS is 11°Brix and 2.5% of TA (BRASIL, 2000). Thus, all treatments produced pulp with the quality required by law.

CONCLUSIONS

- The type of phytosanitary management affected fruit yield.

- Plants submitted to the alternative phytosanitary management yielded less fruit than plants under conventional phytosanitary management.

- The use of organic compound in plant fertilization affected fruit quality.

- Plants fertilized with organic compost exclusively produced fruits with lower contents of soluble solids and lower acidity.

- Organic-mineral fertilization (50% mineral fertilization + 50% organic fertilization) did not affect yield or fruit quality.

- The substitution of mineral fertilizer for organic compound is viable in passion fruit crop.

CITED LITERATURE

AGRIANUAL - ANUÁRIO DA AGRICULTURA BRASILEIRA. São Paulo, FNP. 2016. 472p.

AULAR, J.; CASARES, M.; NATALE, W. Mineral nutrition and fruit quality of pineapple and passion fruit. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.36, p.1046-1054, 2014.

BRASIL. Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpas e sucos de frutas**. DOU, 10/01/2000, Seção 1, p.259, 2000.

CARVALHO, A.J.C.; MARTINS, D.P.; MONNERAT, P.H. et al. Nitrogen fertilization and irrigation depths in yellow passion fruit: I Yield and fruit quality. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, p.1101-1108, 2000.

CRUZ, M.P.; CRUZ, K.R.P.; ANDRADE JÚNIOR, M.R. et al. Utilização de defensivos alternativos no combate da lagarta na cultura do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener). *Cadernos de Agroecologia*, v.10, p.1-4, 2015.

DAMATTO JUNIOR, E.R.; LEONEL, S.; PEDROSO, C.J. Organic fertilization in fruit production and quality of sweet passion fruit. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.27, p.188-190, 2005.

FERRARI, J.T. Aspectos fitossanitários do maracujazeiro. In: NOGUEIRA, E.M.C.; FERRARI, J.T. (Eds.) **Aspectos fitossanitários do maracujazeiro**. São Paulo: Instituto Biológico, 2006. 81p.

FERREIRA, R.B.; RODRIGUES, A.A.C.; MORAES, F.H.R. et al. Resíduos orgânicos no controle de *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* em maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). *Acta Biológica Colombiana*, v.20, p.111-120, 2015.

FURLANETO, F.P.B.; MARTINS, N.A.; ESPERANCINI, M.S.T. et al. Custo de produção do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.33, p.441-446, 2011.

HERENCIA, J.F.; GARCÁ-GALAVÍS, P.A.; DORADO, J.A.R. et al. Comparation of nutritional quality of the crops grown in na organic and conventional fertilized soil. *Scientia Horticulturae*, v.129, p.882-888, 2011.

IAL - **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4 ed. São Paulo, IMESP. 2008. 1020p.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal – culturas temporárias e permanentes**, Rio de Janeiro, v.40, p.1-102, 2013.



- KRAUSE, W.; NEVES, L.G.; VIANA, A.P. et al. Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de maracujazeiro-amarelo com ou sem polinização artificial. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 47, p.1737-1742, 2012.
- MARTINS, M.R.; REIS, M.C.; ARAÚJO, J.R.G. et al. Tipos de polinização e pastejo de abelhas *Xylocopa* spp. na frutificação e qualidade dos frutos de maracujazeiro. **Revista Caatinga**, v.27, p.187-193, 2014.
- MATTHEIS, J. P.; FELLMAN, J.K. Preharvest factors influencing flavor of fresh fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v.15, p.227-232, 1999.
- MELETTI, L.M.M.; SOARES-SCOTT, M.D.; BERNACCI, L.C. Caracterização fenotípica de três seleções de maracujazeiro-roxo (*Passiflora edulis* Sims). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, p.268-272, 2005.
- MELETTI, L.M.M.; OLIVEIRA, J.C.; RUGGIERO C. **Maracujá**. Jaboticabal: FUNEP. Série Frutas Nativas, p55, 2010.
- MELETTI, L.M.M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.83-091, 2011.
- MEZZALIRA, E.J.; PIVA, A.L.; NAVA, G.A. et al. Controle da ferrugem e da broca-dos-ramos da figueira com diferentes fungicidas e inseticidas. **Revista Ceres**, v.62, p.44-51, 2015.
- MING, L.C.; MAIA-ALMEIDA, C.I.; MARQUES, M.O.M. et al. Eficiência da calda bordalesa e sulfocálcica em diferentes concentrações e idade da planta no controle de doenças foliares do maracujá-doce em cultivo orgânico. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v.3, p.30-35, 2012.
- PIMENTEL, L.D.; STENZEL, N.H.C.; CRUZ, C.D. et al. Seleção precoce de maracujazeiro pelo uso da correlação entre dados de produção mensal e anual. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1303-1309, 2008.
- RIBEIRO, L.R.; OLIVEIRA, L.M.; SILVA, S.O. et al. Caracterização física e química de bananas produzidas em sistemas de cultivo convencional e orgânico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, p.774-782, 2012.
- SAMPAIO, A.C.; SCUDELLER, N.; FUMIS, T.F. et al. Manejo cultural do maracujazeiro-amarelo em ciclo anual visando à convivência com o vírus do endurecimento dos frutos: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, p.343-347, 2008.
- SARMENTO, J.D.A.; MORAIS, P.L.D.; ALMEIDA, M.L.B. et al. Qualidade pós-colheita de banana submetida ao cultivo orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, p.85-93, 2012.
- SILVA, F.A.Z.; AZEVEDO, C.A.V. **Programa Assistat - versão 7.6 beta**. Campina Grande- PB, Brasil, 2012.
- SILVA, V.B.; SILVA, A.P.; DIAS, B.O. et al. Decomposition and mineralization of N, P and K of cattle manure and poultry litter isolated or mixed. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, p.1537-1546, 2014.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Climatológica Principal de Viçosa. **Boletim meteorológico 2016**.
- VENÂNCIO, J.B.; RODRIGUES, E.T.; SILVEIRA, M.V. et al. Produção, qualidade dos frutos e teores de nitrogênio foliar em maracujazeiro-amarelo sob adubação nitrogenada. **Científica**, v.41, p.11-20, 2013.
- WESTON, L.A.; BARTH, M.M. Preharvest factors affecting postharvest quality of vegetable. **HortScience**, v.32, p.812-816, 1997.

Recebido para publicação em 17/4/2017 e aprovado em 11/9/2017.





RBAS - Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável
Divisão de Extensão - Sala 106 - Campus Universitário - Viçosa - MG
Telefax (31) 3899 2358 - (31) 9691 4015 - rbas@ufv.br