

ISSN 2178-7662

CERRADO AGROCIÊNCIAS

REVISTA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE PATOS DE MINAS

NÚMERO 11 / 2020



Revista do Centro Universitário de Patos de Minas

UNIPAM | Centro Universitário de Patos de Minas

Reitor

Henrique Carivaldo de Miranda Neto

Pró-reitora de Ensino, Pesquisa e Extensão

Maria Marta do Couto Pereira Rodrigues

Pró-reitor de Planejamento, Administração e Finanças

Renato Borges Fernandes

Coordenadora de Extensão

Adriana de Lanna Malta Tredezini

Diretora de Graduação

Mônica Soares de Araújo Guimarães

Coordenador do Núcleo de Editoria e Publicações

Geovane Fernandes Caixeta

A revista **Cerrado Agrociências** é um periódico anual do Centro Universitário de Patos de Minas que visa publicar artigos científicos, revisões bibliográficas e notas científicas referentes às áreas de Ciências Agrárias, Meio Ambiente e áreas correlatas.

Catálogo na Fonte
Biblioteca Central do UNIPAM

C417 Cerrado Agrociências [recurso eletrônico] / Centro Universitário de Patos de Minas. – Dados eletrônicos. – N. 1 (2010)-. – Patos de Minas : UNIPAM, 2010-

Anual

Disponível em: <<https://revistas.unipam.edu.br>>

ISSN 2178-7662

1. Ciências agrárias – periódicos. 2. Meio ambiente. I. Centro Universitário de Patos Minas. II. Título.

CDD 630.5

Centro Universitário de Patos de Minas

Rua Major Gote, 808 - Caiçaras

38702-054 Patos de Minas - MG Brasil

Telefax: (34) 3823-0300 web: www.unipam.edu.br

NEP | Núcleo de Editoria e Publicações

Telefone: (34) 3823-0341

<http://nep.unipam.edu.br>

CERRADO AGROCIÊNCIAS

Revista do Centro Universitário de Patos de Minas

ISSN 2178-7662

Número 11, 2020

Patos de Minas: Cerrado Agrociências, UNIPAM, n. 11: 1-112



Centro Universitário de Patos de Minas



Núcleo de Editoria e Publicações

Editor

Walter Vieira da Cunha (UNIPAM)

Conselho Editorial Interno

Alice Pratas Glycério de Freitas (UNIPAM)
Carlos Henrique Eiterer de Souza (UNIPAM)
Rossana Pierangeli Godinho Silva (UNIPAM)
Vanessa Junia Machado (UNIPAM)

Conselho Consultivo

Alfredo Júnior Paiola Albrecht (UFPR)
Ana Paula Schwantes (ESALQ/USP)
André Santana Andrade (UNIPAM)
Aquiles Júnior da Cunha (UNICERP)
Arthur Arrobas Martins Barroso (UNESP)
Bruno Bernardes de Andrade (UNIPAM)
Bruno Sérgio Vieira (UFU)
Daiane Aparecida Fausto (ESALQ/USP)
Daniel Oliveira e Silva (UNIPAM)
Danielle Otte Carrara Castan (ESALQ/USP)
Denis Santiago da Costa (UEL)
Derblai Casaroli (UFG)
Diego Henrique da Mota (UNIPAM)
Durval Dourado Neto (ESALQ/USP)
Elisa Queiroz Garcia (UNIPAM)
Evandro Binotto Fagan (UNIPAM)
Everaldo Antônio Lopes (UFV-CRP)
Fábio Oliveira Diniz (ESALQ/USP)
Fernando Dias da Silva (UNIPAM)
Flávio Henrique Silveira Rabêlo (CENA/USP)
Francisco Guilhien Gomes Júnior (ESALQ/USP)
Gilson Passos de Moraes (UNIPAM)
Gleize Leviski de Brito (UNESP)
Guilherme Nascimento Cunha (UNIPAM)
Gustavo Rodrigues Barbosa (UNIPAM)
Jackeline de Siqueira Castro (UFV)
Jackelline Bruna Sousa (ESALQ/USP)
Jair Fernando de Oliveira (UNIPAM)
Janaina Oliveira da Silva (UNESP)
Janaine Myrna Rodrigues Reis (UNIPAM)
Jérssica Nogueira Soares (ESALQ/USP)

José Laércio Favarin (ESALQ/USP)
José Maurício da Rocha Junior (UNIPAM)
José Rodolfo de Oliveira (UNIPAM)
Juliana Borges Pereira (UNIPAM)
Klaus Reichardt (ESALQ/USP)
Lara Caroline Borges Moreira Mota (UFU)
Leandro Paiola Albrecht (UFPR)
Lucas da Silva Mendes (UNIPAM)
Luis Oliveira Lopes (UNIPAM)
Marcela Cristina Brunelli (UNESP)
Marco Aurélio Guerra Pimentel (CNPMS-EMBRAPA)
Marcos Altomani Neves Dias (ESALQ/USP)
Marília Caixeta Sousa (UNESP)
Maurício Antônio de Oliveira Coelho (UNIPAM)
Nádia Grandi Bombonato (UNIPAM)
Natália Arruda (ESALQ/USP)
Nívea Maria Borges Pereira (UNIPAM)
Norma Aparecida Borges Bitar (UNIPAM)
Paulo César Tavares de Melo (ESALQ/USP)
Pedro Jacob Christofolletti (ESALQ/USP)
Rafaela Alenbrant Migliavacca (ESALQ/USP)
Renan Fonseca Nascentes (UNESP)
Ronan Magalhães de Souza (UFRA)
Tatiane Beloni (UFSCAR)
Victor Gustavo Soares Ribeiro (UFV)
Vinícius José Ribeiro (UFV)
Walquíria Fernanda Teixeira (ESALQ/USP)
Welder Ângelo Baldassini (ESALQ/USP)

Revisão

Geovane Fernandes Caixeta
Rejane Maria Magalhães Melo

Diagramação e Formatação

Lorrany Lima Silva

SUMÁRIO

Enriquecimento de sementes de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) através da aplicação foliar de zinco (Zn).....	09
Bruno Geraldi Angelini Lucas Baiochi Riboldi Ana Carolina Cabrera Machado Mendes Paulo Roberto de Camargo e Castro	
Fomento ambiental do Instituto Estadual de Florestas – IEF: política pública conservacionista.....	20
João Paulo Rímoli Rezende Lima Lorrayne de Barros Bosquetti	
Consórcio de couve com sorgo e feijão-guandu e a ocorrência de pulgões e insetos predadores.....	32
Tatiana de Oliveira Ramos Francisco Jorge Cividanes Terezinha Monteiro dos Santos Cividanes	
Caracterização morfométrica da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Floresta, no município de Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo.....	45
Caio Henrique Ungarato Fiorese	
Germinação e desenvolvimento inicial de sorgo submetido ao estresse salino.....	56
Letícia Pereira Martins Rodrigo Mendes de Oliveira	
Adubação boratada na cultura do feijão preto.....	65
Vinícius Martins da Cruz Wellington Ferrari da Silva Renata Priscila de Oliveira Paula Dayse Menezes Dayrell	
Resíduos orgânicos aplicados ao solo apresentam riscos de elementos-traço para a cultura do milho?.....	75
Lawren Kristine de Oliveira Morais Mendonça dos Santos Veridiana Cardozo Gonçalves Cantão Raquel de Sousa Neta Rose Luiza Moraes Tavares William Peres Saulo Strazeio Cardoso	

Uso de farinha de carne e ossos e de farinha de sangue na adubação do milho..... 86

Gabriel Gonçalves Fernandes

Hélio Henrique Vilela

Controle químico e biológico *in vitro* de mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*)..... 95

Vitor Limirio Martins Pereira

Lorena Oliveira de Sousa

Lucas da Silva Mendes

Monitoramento de *Hypothenemus hampei* com a utilização de armadilhas pet e contagem de frutos brocados..... 106

Cícero Donizete de Almeida

Walter Vieira da Cunha

Enrichment of bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.) using zinc (Zn) through foliar application

*Enriquecimento de sementes de feijão (Phaseolus vulgaris L.)
através da aplicação foliar de zinco (Zn)*

BRUNO GERALDI ANGELINI

Mestrando em Fisiologia e Bioquímica de Plantas
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",
Departamento de Ciências Biológicas (USP)
E-mail: bruno.angelini@usp.br

LUCAS BAIOSCHI RIBOLDI

Doutorando em Fisiologia e Bioquímica de Plantas
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",
Departamento de Ciências Biológicas (USP)
E-mail: lucasriboldi@usp.br

ANA CAROLINA CABRERA MACHADO MENDES

Mestrando em Fisiologia e Bioquímica de Plantas
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",
Departamento de Ciências Biológicas (USP)
E-mail: ana.carolina.mendes@usp.br

PAULO ROBERTO DE CAMARGO E CASTRO

Professor Titular da Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",
Departamento de Ciências Biológicas (USP)
E-mail: pcastro@usp.br

Abstract: Increasing the concentration of micronutrients in harvested products, especially zinc, is a growing challenge for agriculture, with the possibility of bringing benefits to human health and crop productivity. Therefore, this paper aimed to: (i) elucidate the effect of foliar application of zinc, starting at flower anthesis as a method to increase the content of the micronutrient in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grains in a substrate with appropriate content of the micronutrient, (ii) the use of different sources of zinc applied in a foliar via, to establish the best basis for increasing the micronutrient content in common beans, and (iii) the determination of the most suitable doses of zinc, applied by foliar spraying, to increase the nutrient content of common bean plants. Based on the results obtained, we concluded that the foliar application of zinc carried out periodically from the floral anthesis can increase the content of the micronutrient in bean grains. The most viable source for the enrichment of bean grains is zinc sulfate and all doses tested (125, 250, 375 and 500 g Zn ha⁻¹) applied via foliar were efficient for the enrichment of bean grains concerning the control (0 g Zn ha⁻¹).

Keywords: Biofortification. Grain. Beans.

Resumo: O aumento da concentração de micronutrientes nos produtos colhidos, especialmente de zinco é um desafio crescente para a agricultura, com possibilidade de trazer benefícios à saúde humana e à produtividade da cultura. Assim sendo, objetivou-se: (i) elucidar o efeito da aplicação foliar de zinco, a partir da antese floral como método para incrementar o teor do micronutriente nos grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em substrato com teor adequado do micronutriente (ii) utilização de diferentes fontes de zinco aplicadas via foliar visando estabelecer melhor fonte para aumento do teor do micronutriente no grão de feijoeiro e (iii) determinação das doses de zinco mais adequadas a serem aplicadas através da pulverização foliar visando o aumento do teor do nutriente no grão de plantas de feijão. Com base nos resultados obtidos, concluiu-se que a aplicação foliar de zinco realizada periodicamente, a partir da antese floral é capaz de aumentar o teor do micronutriente em grãos de feijão. A fonte mais viável para o enriquecimento de grãos de feijão é o sulfato de zinco e todas as doses testadas (125, 250, 375 and 500 g Zn ha⁻¹) aplicadas via foliar na forma de sulfato de zinco foram efetivas para o enriquecimento de grãos de feijão, em relação ao controle (0 g Zn ha⁻¹).

Palavras-chave: Biofortificação. Grão. Feijão.

1 INTRODUCTION

The current model of agricultural production increasingly requires the use of technological tools to improve productivity and the quality of harvested products. This use benefits society, and generates an agribusiness aware of ecological issues, which will boost income for rural producers and guarantee food security for the population (LEACH *et al.*, 2012). The increased concentration of micronutrients, especially zinc, in products harvested is a growing challenge for agriculture with the potential to bring benefits to human health and crop productivity.

Zinc deficiency causes challenges for crop yields (CAKMAK, 2008), as soils poor in Zn are very common all over the world, and in Brazil. An increase of Zn content in seeds and grains can generate agronomical improvements (vegetative growth and crop productivity) in plants from these seeds, also bringing benefits to human health (PALMGREN *et al.*, 2008). Zinc deficiency affects the development of roots (FAGERIA, 2004) causing reduction of crop growth and yield (EPSTEIN AND BLOOM, 2005). Improvement of Zn-enriched seeds generates better commercial input for the seed producing areas as well as for farmers using these seeds. In this context, the periodic application of Zn is an agricultural practice that presents the potential to increase micronutrient content in grains and seeds.

In addition to agronomic benefits, the biofortification of grains, which is the process of enriching the nutritional content of the crop while developing in the field for human consumption, promotes a sustainable solution for increasing nutrition in the world (JEONG AND GUERINOT, 2008). Micronutrient deficiencies in humans, especially in the case of Zn, have caused serious health problems for over more than 2 billion people worldwide (VELU *et al.*, 2014). A study conducted by Hotz and Brown (2004) reported that Zn deficiency affects a third of the world population, with the occurrence of cases of Zn deficiency ranging from 4 to 73% of the population, in different countries. This deficiency leads to severe complications in human health, including

problems in physical growth, and problems with the immune system and learning ability, combined with an increased risk of infection, DNA damage, and development of cancer (HOTZ AND BROWN, 2004). Insufficient Zn intake during pregnancy can also cause slower brain development of the foetus (HAFEEZ, 2013).

For a measurable biological impact on human health, Zn content in wheat must be increased by at least 10 mg kg⁻¹, to a value of 400 g per day for adult women in countries such as India, where whole-wheat flour is used to make food (PFEIFFER AND MCCLAFFERTY, 2007).

The increase in zinc concentration in seeds leads to higher crop yields from these seeds and improvement of human health (CAKMAK, 2008). Enriching seeds with zinc, especially in crops that are primary sources of food for human consumption, such as beans, is a technique that can reduce health problems arising from Zn deficiency in humans. The high consumption of cereal-based foods with low concentrations and bioavailability of Zn is one of the main reasons why zinc deficiency is so common in humans (PRASAD, 1984).

In addition, the method replaces the application of nutrients in seeds and soil cover, as it does not involve osmotic and fixation problems. This practice can also bypass the genetic improvement strategy for biofortification, as crop breeding to develop plants with better nutritional content is an effort at long-term improvement that requires extensive germplasm screening, crossbreeding and development, as well as performance tests in target areas under different environmental conditions (CAKMAK, 2008). Finally, it avoids problems of contamination of the soil by excessive fertilization containing Zn.

Therefore, the purpose of this study was to shed light on the effect of foliar application of Zn, from floral anthesis, as a method to increase the micronutrient content of bean grains (*Phaseolus vulgaris* L.). We also sought to investigate the use of different sources of Zn in order to establish the best source for increasing the micronutrient content in the common bean, and to determine the most suitable doses of Zn to be applied by foliar spraying in order to enrich the nutrient content in the grain.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 PLANT MATERIAL AND GROWING CONDITIONS

The experiments were carried out at the “Professor Walter Radamés Accorsi” Experimental Garden at the Department of Biological Sciences of the “Luiz de Queiroz” School of Agriculture, University of São Paulo, conducted in a greenhouse. In all experiments, plastic pots with a volume capacity of 20 dm³ containing substrate composed of a mixture of clay, sand, and organic matter (2:1:1) were used under N-P-K fertilization, according to the conventional fertilization recommended for each crop. Irrigation was performed aiming to leave the substrate close to the field capacity. Chemical analysis of the substrate was made in order to better observe the characteristics of the soil to be planted.

In both experiments, the sowing of the bean cultivar BRS Estilo (*Phaseolus vulgaris* L.), with set growth and with uniformity of colour and grain size, was carried

out. The cultivar presented resistance to the common mosaic virus and to the anthracnose, standing erect with greater resistance to lodging, a cycle of 85 to 90 days and high productivity (EMBRAPA, 2009). In each vase, 15 seeds were sown at a depth of 2 cm, with thinning 7 days after emergence, leaving 4 plants per vase, characterizing the experimental plot.

The first experiment aimed to elucidate the effects of foliar application of zinc, from floral anthesis, as a method to increase the micronutrient content in beans, in a substrate with adequate micronutrient content. In this same experiment, different sources of zinc with the potential to enrich the bean grains were compared in order to establish the best source of zinc.

The second experiment was carried out using different doses of zinc, applied starting with the anthesis, corresponding to the source of zinc that gave the best response (regarding to productive aspects and biofortification of the grain), as previously established in the first experiment. Thus, the best dose to be applied by foliar spraying to biofortify the bean grain, cultivated on a micronutrient-corrected substrate, was confronted.

2.2 ZINC TREATMENTS

The first experiment consisted in these treatments: control (without application of Zn), zinc sulfate zinc chloride, zinc nitrate, phosphorus zinc and finally NHT zinc, in which the equivalent of 250 g of zinc per hectare was used in each application, regardless of the source, from the anthesis of the bean plants, at 47, 54, 61 and 69 days after sowing.

The phosphorus zinc product consists of a foliar fertilizer containing mixture of P_2O_5 (40%) and Zn (8%). NHT zinc is a fluid fertilizer (concentrated suspension), applied to the substrate, with gradual release of the nutrient, manufactured by an industrial process that produces small-sized particles.

The second experiment, as predicted, was carried out using different doses of zinc ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$), corresponding to the source of zinc that presented the best response (in relation to productive aspects and seed enrichment) in experiment 1.

The treatments were: control (without application of Zn), zinc sulfate 125 g h^{-1} , zinc sulfate 250 g ha^{-1} , zinc sulfate 375 g ha^{-1} , and finally zinc sulfate 500 g ha^{-1} . The application of treatments started 43, 55, 61 and 70 days after sowing.

2.3 PLANT BIOMETRICS

The variables in all the experiments were analyzed to compare productive variables, especially the zinc content in the grains, with the purpose of biofortification of the vegetal material. The number of pods, the number of spikelets and the number of beans were obtained by collecting and counting these variables. The dry weight of pods, dry weight of spikelets, dry weight of grains and aerial dry weight were established by collecting the plant material, which were packed in properly identified paper bags, then dried in an oven at 75°C for 72 h and measured with precision scales to obtain the dry weight.

2.4 SEED PROTEIN CONTENT

The crude protein content was determined by the decomposition of the proteins and other nitrogenous compounds in the presence of hot concentrated H_2SO_4 , using the Kjeldahl method, multiplying the total N value by a factor of 6.25 (AOAC, 1995).

2.5 CHEMICAL ANALYSIS OF NUTRIENTS

Finally, the analysis of zinc in the grains was carried out by chemical analysis of 0.25 g of the dry plant material. The material was mechanically grounded to be subjected to nitric-perchloric digestion and quantification by atomic emission spectrometry with argon plasma (ICP-AES) (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Nitric-perchloric digestion was performed by adding 2.5 mL of a mixture of nitric acid (HNO_3) and perchloric acid ($HClO_4$) in a digestion tube containing the sample. Afterwards, the tubes remained in the digester block gradually increasing the temperature every 30 min, until reaching a temperature of $210^\circ C$ (MALAVOLTA *et al.*, 1997). After a few hours, the samples were colourless and ready for analysis; however, the analyses were performed only 24 h later by atomic emission spectrometry with argon plasma (ICP-AES).

2.6 EXPERIMENTAL DESIGN

The first experiment was composed of 6 treatments, with 6 replicates, making 36 plots, in which different zinc sources were compared using a randomized complete block design. The second experiment was a randomized block design, consisting of 5 treatments, with 8 replicates, making 40 plots of different zinc doses, using the zinc sulfate source, applied from the anthesis of bean plants.

The analyses of variance were obtained through the SAS statistical program (SAS, 1999) and the differences between the means of the evaluated parameters were obtained by Tukey tests at the 5% probability level.

3 RESULTS

3.1 PLANT PRODUCTION - NUMBER OF PODS, POD DRY WEIGHT, NUMBER OF GRAINS AND GRAIN DRY WEIGHT

In the analysis of plant production, it was observed that the number of pods harvested was higher for the common bean that received control treatments and with foliar application of $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (250 g Zn ha^{-1}) sprayed from the anthesis, compared to the treatment with $ZnCl_2$ (250 g Zn ha^{-1}) sprayed from the anthesis (Table 1).

The dry weight of the pods was significantly higher in plants treated with leaf sprays from $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (250 g Zn ha^{-1}) compared to treatments receiving leaf applications from the zinc phosphorus (250 g Zn ha^{-1}), $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (250 g Zn ha^{-1}) and $ZnCl_2$ (250 g Zn ha^{-1}) (Table 1).

The number of grains harvested was higher in the treatments with foliar sprays from the anthesis of 250 g Zn ha^{-1} with $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ and from the control, in relation to

treatments with foliar sprays from the anthesis of 250 g Zn ha⁻¹ of the Zn(NO₃)₂ · 6H₂O and ZnCl₂ sources (Table 1).

The dry weight of grains obtained was higher in the common bean treated with leaf sprays from ZnSO₄·7H₂O (250 g Zn ha⁻¹), compared to treatment with phosphorus zinc, zinc nitrate and zinc chloride, also applied in the anthesis at the dose of 250 g Zn ha⁻¹ (Table 1).

3.2 ZINC CONTENT IN THE SEEDS THROUGH THE FOLIAR APPLICATION OF ZINC

In the analysis of the zinc content in the grain, we observed that according to the Tukey test, ZnCl₂ (250 g Zn ha⁻¹), ZnSO₄·7H₂O (250 g Zn ha⁻¹) and Zn(NO₃)₂ · 6H₂O (250 g Zn ha⁻¹) presented increase in Zn content of the grain in relation to treatments with NHT zinc (Fig 1).

The treatments with sprays of different doses of ZnSO₄·7H₂O from the anthesis did not affect shoot dry weight, number of pods, dry weight of pods (g), number of grains, and dry weight of bean plant grains (g) established in the anthesis (Table 2).

The Zn content in the grains was significantly higher in all treatments where leaf sprays were observed from the anthesis with ZnSO₄·7H₂O (125, 250, 375 and 500 g Zn ha⁻¹) in relation to the Tukey test (Fig 2). Leaf application of ZnSO₄·7H₂O (0, 125, 250, 375 and 500 g Zn ha⁻¹) sprayed on anthesis in common bean plants showed no significant difference in the variable protein content in the grains.

Treatment with sprays of different doses of ZnSO₄·7H₂O (0, 125, 250, 375 and 500 g Zn ha⁻¹) from the anthesis did not affect the number of spikelets, dry spikelets, number of grains and dried weight bean plants (Table 1).

3.3 DISCUSSION

The plant productive variables among the treatments that received foliar application of different sources of zinc (first experiment) did not differ from the control treatment because the micronutrient had higher concentration in the soil. These data are in agreement with those obtained by Teixeira *et al.* (2008), in which beans cultivated in soils with a Zn content of 2.1 mg dm⁻³ did not increase productivity with either zinc chloride or sulfate applied through the leaf.

In addition, according to Ram *et al.* (2016), the foliar application of ZnSO₄·7H₂O carried out alone or in conjunction with agricultural pesticides did not influence the production of beans in five different experiments carried out in different regions of Brazil. Regarding the zinc content in the grains using different zinc sources, applied foliarly, from the anthesis, it is noticed that the results corroborate those of Teixeira *et al.* (2005), in which the foliar fertilization with zinc promoted increases in the Zn content in the beans. Similar results were also obtained by Ram *et al.* (2016), in which the foliar application of zinc sulfate in five experiments from different regions of Brazil significantly increased the concentration of Zn in the beans.

The data for the productive variables between the treatments that received foliar application of different doses of zinc sulfate were not influenced by the treatments

that received foliar application of zinc and the control treatment because the content of the micronutrient in the soil was high. Also according to Ram *et al.* (2016), the foliar application of $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, either alone or combined with agricultural pesticides, did not influence the production of beans in five different experiments carried out in different regions of Brazil.

The zinc content in the beans, after foliar application of different doses of zinc sulfate, is in agreement with the findings obtained by Teixeira *et al.* (2005), in which zinc leaf fertilization led to additions to the Zn content in the beans. Similar results were also obtained by Ram *et al.* (2016) in which the foliar application of zinc sulfate in five experiments from different regions of Brazil significantly increased the concentration of Zn in the beans.

A study by Yilmaz *et al.* (1997) proposed the effect of six different methods of zinc application on grain yield, in addition to the concentration of this micronutrient on shoots and grain of wheat cultivars, observing that Zn concentrations in shoots and grain were significantly increased by different treatments containing zinc, compared to wheat plants without zinc application. In this case, the treatments were: control (without zinc application), application via soil, seed application, foliar application, application via soil + foliar application, and application via seed + foliar application. The application treatment via soil + foliar application with Zn was the one that brought the greatest increase of zinc concentration in the grains.

The effect of foliar zinc application on the concentration of this micronutrient in wheat seeds was also increased in the work of Ozturk *et al.* (2006). The authors had the objective of investigating the foliar application of zinc as a method for enriching wheat seeds, concluding that treatments with Zn applications were effective in increasing the concentration and total amount of Zn in the seeds, and increments became more pronounced with the application of ten foliar sprays of zinc. Foliar zinc applications were performed through three or ten sprays of 0.68 kg ha^{-1} of $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ during panicle development.

Considering the productive data and nutrient content in the grain, we see that any dose used in the study is capable of significantly increasing the zinc content in the grain compared with the control, without affecting the bean crop production.

4 CONCLUSION

The zinc foliar application performed periodically from the floral anthesis is able to increase the content of the micronutrient in beans. The most viable source for the enrichment of bean grains is $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$. All the doses tested ($125, 250, 375$ and 500 g Zn ha^{-1}) applied via foliar in the form of zinc sulfate, were effective for the enrichment of the bean grains. In addition, all the doses tested ($125, 250, 375$ and 500 g Zn ha^{-1}) applied via leaf in the form of zinc sulfate were efficient for the enrichment of the bean grains, in relation to the control (0 g Zn ha^{-1}).

REFERENCES

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. Washington, 1995, 16 edn.
- CAKMAK, I. Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortification? **Plant and Soil**, v. 302, n. 1-2, p. 1-17, 2008.
- EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **BRS estilo**: cultivar de grão tipo comercial carioca, com arquitetura de planta ereta associada com alto potencial produtivo. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, Arroz e feijão, 2009, 4 p. (Comunicado Técnico).
- EPSTEIN, E.; BLOOM A. J. Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. **Sinauer Assoc.**, 2005, 147 p.
- FAGERIA, N. K. Dry matter yield and nutrient uptake by lowland rice at different growth stages. **J Plant Nutri.**, v. 27, n. 6, p. 947-958, 2004.
- HAFEEZ, B.; MUHAMMAD, S.; MOHD, K. Y. Role of zinc in plant nutrition: a review. **American Journal of Experimental Agriculture**, v. 3, n. 2, p. 374-391, 2013.
- HOTZ, C.; BROWN, K. H. Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. **Food Nutr Bull**, v. 25, p. 94-204, 2004.
- JEONG, J.; GUERINOT, M. L. Biofortified and bioavailable: the gold standard for plant-based diets. **PNAS**, v. 6, p. 1777-1778, 2008.
- LEACH, M. *et al.* Transforming innovation for sustainability. **Ecol Soc.**, v. 17, n. 2, p. 11, 2012.
- MALAVOLTA, E. *et al.* Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. **Potafos**, p. 319, 1997.
- OZTURK, L. *et al.* Concentration and localization of zinc during seed development and germination in wheat. **Physiol Plant.**, v. 128, p. 144-152, 2006.
- PALMGREN, M. G. *et al.* Zinc biofortification of cereals: problems and solutions. **Trends Plant Sci.**, v. 13, p. 464-473, 2008.
- PFEIFFER, W. H.; MCCLAFFERTY, B. Biofortification: breeding micronutrient-dense crops. *In*: KANG, M. S. **Breeding major food staples**, 2007, Blackwell Science Ltd.
- PRASAD, A. S. Discovery and importance of zinc in human nutrition. **Fed Proc.**, v. 43, p. 2829-2834, 1984.

RAM, H. *et al.* Biofortification of wheat, rice and common bean by applying foliar zinc fertilizer along with pesticides in seven countries. **Plant Soil**, v. 403, p. 389-401, 2016.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS/STAT. **Procedure guide for personal computers**. SAS Institute, 1999.

TEIXEIRA, I. R. *et al.* Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta à adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia**, v. 64, p. 83-88, 2005.

TEIXEIRA, I. R. *et al.* Fontes e doses de zinco no feijoeiro cultivado em diferentes épocas de semeadura. **Acta Sci Agron.**, v. 30, n. 2, p. 255-259, 2008.

VELU, G, *et al.* Biofortification strategies to increase grain zinc and iron concentrations in wheat. **J Cereal Sci.**, v. 59, p. 365-372, 2014.

YILMAZ, A. *et al.* Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentrations in wheat cultivars grown on zinc-deficiency calcareous soils. **J Plant Nutri.**, v. 20, p. 461-471, 1997.

ENRIQUECIMENTO DE SEMENTES DE FEIJÃO (*PHASEOLUS VULGARIS* L.)
 ATRAVÉS DA APLICAÇÃO FOLIAR DE ZINCO (ZN)

Table 1: Plant dry weight (g), number of bean pods, dry weight of bean pods (g), grain number and dry weight (g) of bean 'BRS Estilo' under different zinc sources

Dose (g Zn.ha ⁻¹)	Number of bean pods (g)	Pods dry weight (g)	Dry weight of bean pods (g)	Grain number
Control	22.8±5 a	14.6±6.5 abc	11.3±5.6 abc	64.2±21 a
Z. sulfate	22±5.8 a	17.8±6.4 a	13.3±4.6 a	70.2±20.6 a
Z. chloride	12.8±5.8 b	5.5±2.9 d	3.9±2.0 d	24.2± 11.4 c
Z. nitrate	14.8±3.4 ab	8.3±3.8 cd	5.7±2.5 cd	33.3±13.3 bc
Z. Phosphorus	15.5±2.2 ab	8.4± 3.1 cd	6.2±2.3 bcd	40.8±15.2 abc
NTH zinc	19.3±2.2 ab	15.6±3.3 ab	11.7±2.7 ab	62.7±13.2ab

*Averages followed by the same letter were not different by Tukey test (5% probability).

Table 2: Plant dry weight (g), number of bean pods, dry weight of bean pods (g), grain number and dry weight (g) of bean 'BRS Estilo' under different zinc doses

Dose (g Zn.ha ⁻¹)	Plant dry weight (g)	Number of bean pods	Dry weight of bean pods (g)	Grain number	Dry weight of bean (g)
0	20.27±2.1a	33.25±4.0a	53.618±5.5a	163.37±16.0a	43.19±6.9a
125	19.12±3.2a	35.62±5.7a	57.181±7.0a	170.75±25.5a	45.75±5.1a
250	20.58±3.9a	38.37±6.9a	56.169±5.5a	176.00±22.5a	45.13±4.0a
375	18.24±2.3a	35.75±4.0a	54.453±4.9a	170.37±17.6a	43.68±4.2a
500	20.93±3.4a	36.50±4.4a	53.506±4.7a	171.00±16.8a	43.06±3.6a

*Averages followed by the same letter were not different by Tukey test (5% probability).

Figure 1: Grain zinc concentration of bean 'BRS Estilo' under different zinc sources. The values of the bars are averages (n = 6), columns with different letters indicate a significant difference by the Tukey test (p <.01)

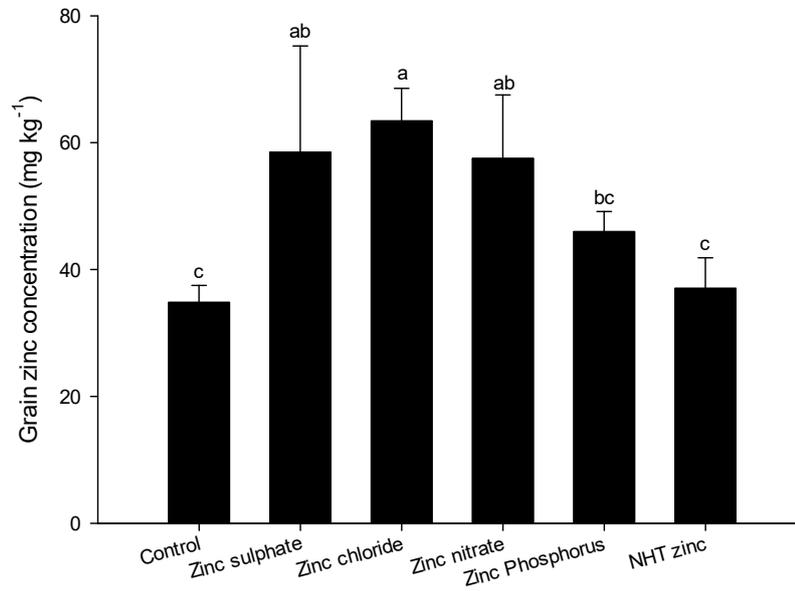
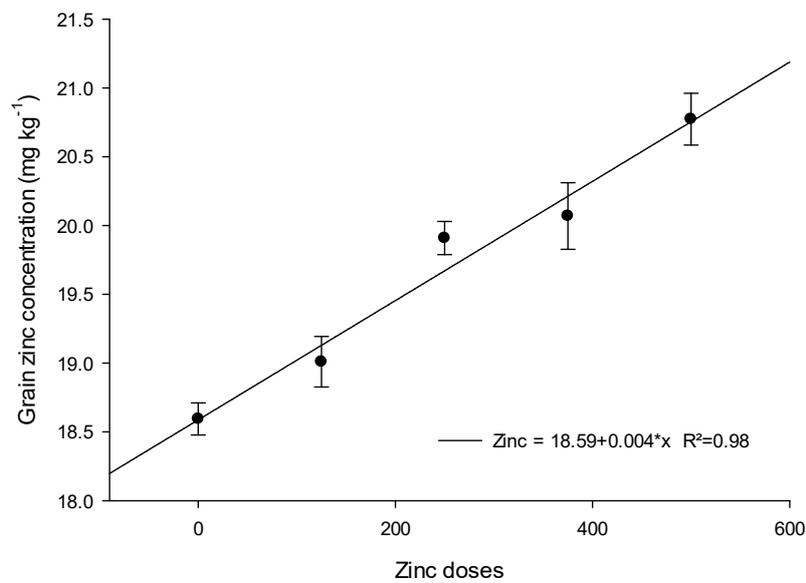


Figure 2: Grain zinc concentration (mg kg⁻¹) of bean 'BRS Estilo' under different zinc doses



Fomento ambiental do Instituto Estadual de Florestas – IEF: política pública conservacionista

Environmental promotion of the state forest institute – IEF: public conservation policy

JOÃO PAULO RÍMOLI REZENDE LIMA

Discente do curso de Ciências Biológicas (UNIPAM)

E-mail: joaopaulo.rimoli@gmail.com

LORRAYNE DE BARROS BOSQUETTI

Bióloga e Professora Doutora do curso de Ciências Biológicas (UNIPAM)

E-mail: lorryneb@unipam.edu.br

Resumo: Áreas degradadas são aquelas que perderam sua habilidade de recuperação, originadas por ações antrópicas e pela falta de adoção de práticas sustentáveis relacionadas às pastagens e culturas agrícolas. Essa degradação atinge as Áreas de Preservação Permanente (APPs), que abrigam condições adequadas à conservação da água e da biodiversidade. O fomento ambiental realizado pelo IEF é um programa que visa à preservação e à recuperação da floresta de proteção e ocorre através do repasse de mudas e assistência técnica. Foi objetivo deste trabalho analisar o cumprimento das necessidades pré e pós-plantio, impostas pelo órgão ambiental e relacioná-las às taxas de sucesso dos plantios, bem como quantificar a área reflorestada em hectares. Foram analisados o cumprimento das medidas pré e pós-plantio, o controle de formigas e da vegetação exótica, o coroamento de mudas, entre outras exigências impostas pelo órgão, relativas a oito propriedades beneficiadas pelo programa de Fomento Ambiental no ano agrícola 2017/2018. Foram implantadas 12 áreas, totalizando 3,33 hectares (ha) de área cercada e plantada, levando em conta o percentual médio de pegamento (sucesso) das mudas de 74,12%, das 1.730 mudas doadas, somente 1.282 unidades obtiveram sucesso. O Programa de Fomento Ambiental é favorável aos proprietários devido à dispensa do custo das mudas, possui grande importância para a recuperação das nascentes, matas ciliares e áreas de recarga, portanto fundamental na conservação das águas. Cerca de 25% dos proprietários não honraram seu compromisso de executar determinadas exigências, principalmente realizar o manejo pós-plantio, prejudicando e alterando resultados negativamente.

Palavras-chave: Degradação ambiental. Fomento. Reflorestamento.

Abstract: Degraded areas are caused by anthropic actions and the lack of adoption of sustainable practices related to pasture and crops, losing their ability to recover. This degradation reaches the Permanent Preservation Areas (APPs) that provide appropriate preservation of water and biodiversity. The environmental promotion carried out by IEF is a program that aims at the preservation and recovery of the protection forest and occurs through the transfer of seedlings and technical assistance. The objective of this work was to analyze compliance with the pre-planting and post-planting requirements imposed by the environmental agency and relate them to the success rates of the plantations, as well as quantify the reforested area in hectares. We analyzed the compliance with pre-planting and post-planting measures, the control of ants and exotic vegetation, the crowning of seedlings, and other requirements imposed by the agency

relating to eight properties benefited by the Environmental Incentive program in the 2017/2018 agricultural year. Twelve areas were planted, totaling 3.33 hectares (ha) of the fenced and planted area. Based on the average percentage of seedling retention (success) of 74.12%, of the 1,730 seedlings donated, only 1,282 units were successful. The Environmental Partnership Program is favorable to landowners due to the exemption of the cost of seedlings, which is of great importance for the recovery of springs, riparian forests, and recharge areas, which is fundamental for water conservation. About 25% of the landowners did not honor their commitment to perform specific requirements, especially post-planting management, damaging and negatively altering results.

Keywords: Environmental degradation. Development. Reforestation.

1 INTRODUÇÃO

Áreas degradadas são aquelas que perderam sua habilidade de recuperação, originadas por desmatamento, uso inadequado do solo, sobrepastejo e falta de capital do agricultor para adotar práticas adequadas de manejo do solo, quanto às pastagens e culturas agrícolas, especialmente atividade agrícola com ênfase na monocultura. Nesta conjuntura, começa a degradação da estrutura dos solos e processos erosivos (GOMES *et al.*, 2011).

Ultimamente essa degradação está atingindo de modo ativo as Áreas de Preservação Permanente (APP), conhecidas por abrigar condições adequadas para a sobrevivência da biodiversidade de maneira natural e significativa (ARAÚJO; LAGES; AGUIAR, 2012). As ações antrópicas, levadas por conceitos de desenvolvimento, utilizam práticas de alto impacto ambiental, que refletem no montante e condição da água acessível aos processos biológicos (CHAVES; KLEIN, 2009).

A continuidade das APPs ao longo dos corpos d'água, além de favorecer a qualidade da água, provoca uma comunicação entre os fragmentos de florestas. Com ações de recuperação de APPs nestas áreas ocorre uma mitigação dos efeitos da fragmentação dos ecossistemas promovendo a ligação entre diferentes áreas, com o objetivo de proporcionar o deslocamento de animais, a dispersão de sementes, o aumento da cobertura vegetal (ARAÚJO; LAGES; AGUIAR, 2012).

O fomento ambiental visa à preservação e à recuperação da floresta de proteção. As atividades propostas são executadas nas áreas de APPs, reserva legal, conectividade entre fragmentos florestais, recuperação de áreas degradadas e de arborização. O Fomento Ambiental realizado pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) ocorre através do repasse de insumos e assistência técnica para plantio, manutenção e condução da regeneração natural induzida (SILVEIRA; COELHO; ROCHA, 2009).

De acordo com a Portaria do IEF n. 93, de 09, agosto de 2017, com respaldo na Lei Estadual n. 20.922, de 16 de outubro de 2013, a doação de mudas pelo IEF leva em consideração a obrigação do disciplinamento da doação de mudas, da necessidade do estabelecimento de prioridades e de adequação dos procedimentos para melhor atendimento da legislação vigente e a necessidade de padronização do controle (MINAS GERAIS, 2017).

De acordo com Botelho (2001), o plantio de mudas garante a densidade de plantio devido à alta sobrevivência e ao espaçamento regular obtido, facilitando o manejo.

As matas ciliares e nascentes formam uma interface dinâmica entre os sistemas aquáticos e terrestres adjacentes, contribuindo para a diminuição do escoamento superficial de águas das chuvas, moderando o aporte de materiais sólidos e poluentes e minimizando processos erosivos, o que favorece a conservação hídrica. Parte da matéria e da energia das matas ciliares é fixada em frutos, folhas ou fauna associada e é transferida para os sistemas aquáticos, colaborando com a disponibilidade de recursos alimentares para diversos organismos aquáticos (VALENTE; GOMES, 2005).

O objetivo desta pesquisa foi analisar dados técnicos de oito processos protocolados e aceitos pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF), lotado em Patos de Minas (MG), verificando como ocorreu a implantação do programa de Fomento Ambiental no ano agrícola de 2017/2018.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados dados técnicos de oito processos, protocolados/finalizados juntos ao Instituto Estadual de Florestas (IEF), de fazendas onde ocorreu implantação/restauração de áreas de nascente e/ou matas ciliares, beneficiadas pelo programa de Fomento Ambiental no ano agrícola 2017/2018.

As propriedades rurais são caracterizadas como pequenas e médias, situadas na região do Alto Paranaíba, nos municípios de Patos de Minas, Coromandel, Carmo do Paranaíba e Lagoa Formosa, localizadas no estado de Minas Gerais e de responsabilidade do IEF de Patos de Minas.

Foram protocolados 17 processos de Fomento Ambiental na unidade do IEF de Patos de Minas, no entanto somente 8 obtiveram prosseguimento. Devido à documentação incompleta os outros 9 processos não foram beneficiados pelo programa. Nos 8 processos selecionados indicou-se a necessidade de medidas pré-plantio e, se foram exigidas, verificou-se se foram cumpridas todas informações obtidas nos laudos técnicos dos oito processos em análise. Dentre estas necessidades de medidas estão o combate à formiga e cupim, controle à erosão, construções de bolsões e de terraço em nível, coveamento, roçada, sulcamento, cercamento, construção de aceiros e de carregadores ou estradas, coroamento, capina, adubação de cova, adubação orgânica (esterco) e gradagem ou aração em área total ou em linha de plantio (cf. SILVEIRA; COELHO; ROCHA, 2009).

Também se observou se foram cumpridas ou não as necessidades de medidas a serem tomadas pós-plantio, como: recolher lixo plástico, efetuar a capina e roçada, manter coroamento, se foi necessário replantio, se ocorreu adubação de cobertura, controle de formiga e outras pragas, se houve irrigação e ainda se ocorreu uso de herbicidas (cf. SILVEIRA; COELHO; ROCHA, 2009).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para que análises das necessidades pré e pós-plantio fossem observadas, foram elaboradas tabelas (Tabelas 1, 2 e 3).

A Tabela 1 exemplifica ações que contribuem para um plantio direto e consequente restauração de áreas. O sucesso no plantio e nas taxas de pegamento é diretamente proporcional ao cumprimento das orientações técnicas; quando seguidas, apresentam melhores resultados na implantação das áreas. Observa-se também que as necessidades de medidas não exigidas pelo técnico responsável, em 100% das propriedades, foram aquelas onde há pouca viabilidade técnica e econômica devido à necessidade do uso de máquinas agrícolas com elevado custo, tais como: construção de terraço em nível, construção de aceiros, construção de carregadores/estradas e gradagem/aração em área total ou gradagem/aração em linha de plantio, sendo atividades custosas, que poderiam ser excluídas do programa sem prejuízo nas implantações, porém, se executadas, são eficazes no melhor desenvolvimento do replantio e da regeneração natural.

Tabela 1: Análise das necessidades pré-plantio presentes no relatório da 1ª visita técnica, marcadas com “SIM” somente as exigências do técnico responsável

Propriedades/ Exigências	1	2	3	4	5	6	7	8
Combate a formiga	SIM							
Combate ao cupim	SIM							
Controle a erosão	*	*	*	*	SIM	SIM	SIM	*
Construções de bolsões	*	SIM	*	*	*	SIM	*	SIM
Const. de terraço em nível	*	*	*	*	*	*	*	*
Coveamento	SIM							
Sulcamento	*	*	*	*	SIM	*	SIM	*
Roçada	*	*	*	SIM	SIM	*	SIM	*
Cercamento	*	SIM	SIM	*	SIM	SIM	SIM	SIM
Construção de aceiros	*	*	*	*	*	*	SIM	*
Const. de	*	*	*	*	*	*	*	*
Coroamento	SIM							
Capina	*	*	*	*	SIM	*	SIM	*
Adubação de cova	SIM							
Adubação orgânica	SIM							
Gradagem/aração em área	*	*	*	*	*	*	*	*

*Atividade não exigida pelo técnico responsável.

Nas atividades de órgãos ambientais no Brasil, são poucos os trabalhos que tratam da avaliação do sucesso dos reflorestamentos e da eficiência das técnicas utilizadas até então (FERREIRA *et al.*, 2010). Nos últimos anos, surgiram vários programas visando à recuperação desses ambientes. Esses programas consideram vários fatores, entre eles o ecológico, o silvicultural, o social e, especialmente, o econômico. A partir desses fatores, surge a preocupação em desenvolver técnicas que visam reduzir ao máximo os custos com a implantação de espécies florestais nativas para a recuperação de ecossistemas fortemente antropizados ou degradados (SANTOS *et al.*, 2008). Chaves

e Klein (2009) citam que a recuperação pode sofrer influências ambientais e que, para sua descrição, deve ser analisada em uma série de fases consecutivas, as quais afetam o seu êxito e o resultado final.

Esses autores reforçam as proposições práticas analisadas neste estudo. Os técnicos do Instituto Estadual Florestal, ao não recomendar alguma das medidas, apontaram que havia pouca viabilidade técnica e econômica devido à declividade, afloramentos rochosos e outras influências ambientais.

Todas as propriedades foram indicadas a realizarem o coveamento nas medidas de 40x40x40 cm, com variados espaçamentos sendo em 50% das fazendas com 3x4 metros, 37,5% com espaçamentos de 3x3 e uma propriedade (12,5%) com espaçamento indeterminado.

O plantio de mudas pode ocorrer de forma aleatória ou sistemática (em linhas), com espaçamentos diversos que podem variar em função do relevo, do tipo de vegetação a ser restaurado e da velocidade com que se quer recobrir o solo. Os espaçamentos mais usuais são 2m x 2m (2.500 plantas/ha) e 3m x 2m (1.667 plantas/ha). Os plantios podem ser feitos em várias formas de arranjo de espécies em função da ecologia e da disponibilidade de mudas, como: apenas espécies de rápido crescimento, alternando linhas de cobertura intensa (por exemplo: espécies fixadoras de nitrogênio) e linhas com espécies de maior diversidade, incluindo diferentes grupos sucessionais e outras formas possíveis de composição de grupos funcionais de espécies. É realizado o controle de gramíneas e espécies indesejáveis, no mínimo por dois anos, ou até que o capim seja sombreado (EMBRAPA, 2018).

Em qualquer propriedade que visa à conservação e à restauração ecológica de uma área degradada, a primeira atividade a ser realizada é eliminar os fatores de degradação. É indicado para todos os locais onde existem atividades de pecuária cercar as nascentes num raio de 50 m do olho d'água, sendo que, quanto maior a área cercada, melhor será a proteção. Posteriormente, deve-se realizar o plantio das espécies adaptadas a cada situação respaldada nas práticas de cultivo mínimo e facilitar a regeneração natural da área (IMASUL, 2016).

Em relação ao cercamento das nascentes, 100% dos proprietários executaram-na em sua área. É exigência o uso de cercas para isolar as APPs, sempre que percebido que o proprietário utiliza da área para dessedentação e/ou pastoreio dos animais. Segundo a EMBRAPA (2018), o isolamento é requerido quando a área a ser restaurada se encontra adjacente a uma área de pastagem. Nesse caso, a recomendação é que a área seja cercada para impedir o acesso dos animais e o consequente pisoteio e danos às plantas, oriundas de regeneração natural e/ou plantios.

As recomendações técnicas das atividades envolvidas nos projetos de fomento ambiental listadas na Tabela 1 auxiliam o técnico nas suas decisões em relação à quantidade de mudas a serem doadas, ao local de implantação e ao repasse de orientações aos proprietários.

Tabela 2: Análise de necessidades e orientações pós-plantio presentes no relatório da 2ª visita técnica

Propriedades/ Exigências	1	2	3	4	5	6	7	8
Recolhimento de lixo plástico	SIM	*	*	*	SIM	SIM	*	SIM
Capina/Roçada	*	*	*	*	*	*	*	*
Coroamento	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO
Replântio	SIM	*	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Adubação de cobertura	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	SIM
Controle de formiga	SIM	SIM	*	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Controle de pragas	*	SIM	*	*	*	*	*	*
Irrigação	*	*	*	*	*	*	*	*
Uso de herbicidas	*	*	*	*	*	*	*	*

*Atividade não exigida pelo técnico responsável.

A técnica de manejo e plantio de mudas faz-se necessária devido a algumas barreiras para a regeneração natural, como infestação por ervas daninhas, ausência de um banco de sementes no solo ou falta de suprimento de sementes, compactação do solo, depleção de nutrientes, microclima e microhabitat inadequados. Alguns desses fatores, ou sua combinação, geralmente resultam em um pobre recrutamento de plântulas nativas (ZIMMERMAN *et al.*, 2000).

Analisando a Tabela 2, verifica-se uma baixa necessidade de atividades realizadas pós-plantio, principalmente no que diz respeito à atividade de capina/roçada, irrigação e uso de herbicidas, onde em 100% das propriedades não foram exigidas tais atividades.

Observa-se que a maioria dos proprietários após a doação das mudas e mais a assistência técnica não cumpriu com todas as suas obrigações para um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis para o desenvolvimento das mudas, principalmente nas recomendações após o plantio, o que é fundamental para o desenvolvimento das mudas.

As propriedades que obtiveram melhor desenvolvimento das mudas plantadas foram aquelas em que houve maior cuidado dos responsáveis, em específico com a utilização de tutores de madeira (25%) na fase inicial do plantio sendo esta uma medida não exigida pelos técnicos e manutenção do coroamento (75%), por exigência técnica.

Tabela 3: Modalidade de implantação, bacia pertencente, quantidade de mudas, área em hectares e porcentagem de pagamento das mudas

Propriedades	1	2	3	4	5	6	7	8
Modalidade de Implantação	Recuperação	02 Nascentes	Nascente	Mata Ciliar	03 Nascentes	Nascente	Nascente e Área de Recarga	Nascente
Bacia Hidrográfica	Paranaíba	Paranaíba	Paranaíba	São Francisco	Paranaíba	Paranaíba	Paranaíba	Paranaíba
Área de Plantio e Cercamento (ha)	0,5 ha	0,45 ha	0,1 ha	0,22 ha	0,79 ha	0,54 ha	0,08	0,65
Quantidade de mudas (un)	400	100	30	100	800	100	100	100
Pagamento das mudas (%)	90%	98%	60%	90%	95%	40%	30%	90%

Observando as Tabelas 1, 2 e 3 e com base nos dados técnicos preenchidos pelo gestor ambiental durante a segunda visita técnica (pós-plantio), as propriedades obtiveram uma média de 74,12% de pagamento das mudas, com destaque negativo para as propriedades seis e sete que obtiveram um pagamento de 40% e 30%, respectivamente. Houve pouco cuidado com o controle de pragas (12,5%). Todas essas medidas quando exigidas pelo técnico e não cumpridas contribuem para o baixo desenvolvimento dos indivíduos plantados.

Na propriedade seis foram observadas inúmeras mudas mortas dentro dos sacos plásticos, próximas as covas. O representante da propriedade se comprometeu a plantar e cuidar de 100 mudas, às suas custas, para o próximo ano. Caso não plante será gerado um Documento de Arrecadação Estadual (DAE), no valor das mudas que estão mortas. Já na propriedade sete o baixo percentual de pagamento se deve ao tamanho das plantas competidoras já existentes no local. Em ambas as propriedades os produtores foram orientados a realizarem o coroamento das mudas, replantio, adubação de cobertura no período chuvoso e controle de formiga.

Nas oito propriedades, ocorreram diferentes modalidades de implantação do fomento, sendo elas: recuperações de áreas degradadas (12,5%), recuperação de matas ciliares (12,5%), recuperação de área de recarga hídrica e implantação de mudas em nascentes (75%), totalizando 12 áreas em processo de recuperação ambiental com área total de 3,33 ha de área cercada e plantada. Para tanto foram distribuídas 1.730 mudas de espécies nativas, estas a critério técnico e em função da disponibilidade no viveiro. Levando em conta o percentual médio de pagamento das mudas de 74,12%, a quantidade de plantas que obteve sucesso até a data da segunda visita técnica foi de aproximadamente 1.282 unidades.

De acordo com a literatura, a falta de cuidado com as mudas pode ser determinante para o baixo desempenho no plantio de mudas. Esse cuidado deve ocorrer na seleção das mudas no viveiro, no seu transporte até o manuseio da muda desde o momento de saída do caminhão até a sua inserção na cova. Adicionalmente, se as espécies de diversidade demorarem a crescer, o dossel vai ser fechado pelas espécies de recobrimento ou mesmo pelas gramíneas invasoras, reduzindo seu crescimento e podendo levar à morte das mudas. A pouca sobrevivência e baixo crescimento de mudas também tem sido observado em áreas com baixa precipitação, com sazonalidade

pronunciada e com solos de baixa qualidade. Se o solo degradado for preparado apenas nas covas das mudas, então toda a área terá um desenvolvimento lento, dificultando não só o desenvolvimento da mudas, mas também a regeneração natural.

Todos os proprietários receberam orientações para conclusão dos cuidados pós-plantio, dentre eles os mais comuns são controle de formiga, recolhimento de lixo, manter coroamento, fazer replantio e adubação de cobertura no início do período chuvoso, bem como manter a regeneração natural.

O ano agrícola 2017/2018 foi um ano em que poucos processos de Fomento Ambiental foram protocolados e finalizados junto ao IEF, isto se deve ao fato de o Viveiro do IEF estar passando por uma reforma estrutural; dessa forma não foram realizadas novas produções de mudas em função da necessidade de acabar com o estoque que havia. Na agência de recebimento do protocolo do Fomento Ambiental, houve a instrução de não realizar fomentos em áreas muito extensivas, justamente pela falta de produção, limitando de certa forma a expansão do programa, agravado pela pandemia.

Outra modalidade do Fomento Ambiental que é utilizada pelo IEF é o de Arborização Rural, que foi muito indicado neste ano agrícola de 2017/2018. Esta modalidade consiste em um simples cadastro do produtor, sem necessidade da realização de vistoria técnica. Nessa forma, o produtor rural consegue fazer a retirada de no máximo vinte mudas nativas, logo após a realização do cadastro. Muitas propriedades foram contempladas com esse benefício; devido às reestruturações do viveiro, não há como monitorar esses plantios, se estão sendo feitos de forma correta e em áreas protegidas, ou se estão sendo usadas como ornamentação. De qualquer forma espera-se que esse plantio, mesmo que sem controle, seja benéfico ao incremento da flora nativa mineira. Segundo EMBRAPA (2014), a recuperação da paisagem, com a recomposição da flora, habitats e nichos para a fauna, proteção e revitalização do solo e dos recursos hídricos, é uma maneira de reverter esse processo de degradação, contribuindo para conservação ambiental.

4 CONCLUSÃO

O Programa de Fomento Ambiental promovido pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) é favorável aos proprietários, devido à dispensa dos custos das mudas, às doações e às orientações técnicas fornecidas pelo órgão que exerce com as todas as atividades a ele propostas e por ele propostas na Portaria IEF n. 93, de 09, agosto de 2017, respaldada pela Lei Estadual n. 20.922, de 16 de outubro de 2013.

O fomento realizado pelo IEF é de grande importância para a recuperação das nascentes, matas ciliares e áreas de recarga. Perante a redução de água, é fundamental qualquer atividade que estimule a proteção, a conservação e a recuperação de áreas de preservação permanente.

Levando-se em conta os resultados de execução das atividades propostas pelo órgão com as atividades que foram realizadas pelos proprietários nas etapas pré e pós-plantio, alguns dos proprietários (25%) não honraram o compromisso de executar determinadas exigências, principalmente realizar o manejo pós-plantio, prejudicando e alterando negativamente resultados que poderiam ser alcançados.

O fomento apresenta alta viabilidade à conservação de áreas de proteção permanentes, para tanto se devem buscar políticas que aperfeiçoem o desenvolvimento do programa. O órgão fomentador deveria ter mais força de fiscalização para que todas as atividades propostas nos projetos técnicos fossem cumpridas, alcançando sucesso total nas diversas implantações do programa. Para se ter certeza de que as necessidades impostas pelo técnico após a segunda vistoria foram cumpridas, poderia ser colocado, como forma de condicionante no ato da doação de mudas, que o produtor apresentasse laudos da área implantada, com fotos e medidas das plantas em desenvolvimento além de justificar e repor as mudas mortas.

Este artigo é uma ferramenta importante para divulgar a importância de projetos fomentadores do meio ambiente e para exemplificar a facilidade na obtenção de mudas e orientações técnicas com finalidade de se realizar a recomposição de áreas degradadas, aumentando a cobertura vegetal nativa e contribuindo diretamente para a manutenção e equilíbrio das faunas e flora.

REFERÊNCIAS

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. *In*: DORAN, J. W.; JONES, A. J., eds. *Methods for assessing of soil quality*. Madison, Soil Science Society of American/American Society of Agronomy, 1996. p. 123-141.

ALLESINA, S.; TANG, S. I. Stability criteria for complex ecosystems. *Nature*, New York, p. 205-208, 2012.

ARAÚJO, C. B. F.; LAGES, V. D.; AGUIAR, V. G. **Degradação ambiental em área de preservação permanente: um estudo de caso no parque cascavel em Goiânia-GO**, III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Goiânia/GO – 19 a 22/11/2012.

BRASIL. **Lei 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

BOTELHO, S. A. **Implantação de floresta de proteção**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.

CHAVES, A.; KLEIN, V. **A importância da mata ciliar (legislação) na proteção dos cursos hídricos, alternativas para sua viabilização em pequenas propriedades rurais**, Universidade de Passo Fundo Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Passo Fundo, 2009.

CORRÊA R. S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no Cerrado** [Relatório]. Brasília, 2007.

EMATER. **Plantio e Manejo de Eucalipto**, 1999.

EMBRAPA. **Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreo-arbustivas nativas brasileiras para recuperação de paisagem degradada no cerrado mineiro**, Sete Lagoas, 2014.

EMBRAPA. **Estratégia de recuperação | Plantio em Área Total**. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/plantio-por-mudas>. Acesso em: 20 nov. 2018.

EVANGELISTA, M. L. **Manejo Integrado para o Uso e Conservação de Água no Meio Rural da Bacia Hidrográfica do Lajeado Pedregulho no Município de Doutor Maurício Cardoso**. Sociedade Educacional Três de Maio – SETREM, 2009.

FARIA, J. M. R. Propagação de espécies florestais para recomposição de matas ciliares. *In: Simpósio Mata Ciliar Ciência e Tecnologia*, Belo Horizonte. Lavras: UFLA/FAEPE/CEMIG, 1999.

FERREIRA, W. C. *et al.* Regeneração natural como indicador de recuperação de área degradada a jusante da usina hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, v. 34, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v34n4/v34n4a09.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2018.

GANDOLFI, S.; JOLY, C. A.; RODRIGUES, R. R. Permeability - Impermeability: canopytrees as biodiversityfilters. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v, 64, p.433-438, 2007.

GIBBERT, L. T. *et al.* **Acompanhamento do crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas em um plantio de recuperação de nascente no município de mundo novo – MS**, VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campo Grande/MS – 27 a 30/11/2017.

GOMES, M. A. *et al.* Recuperação e conservação de Matas Ciliares. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.32 n. 263, p. 78-856, jul./ago. 2011.

GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL/SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. **Levantamento e compilação dos estudos existentes na Bacia Hidrográfica do Rio Ibicui**: Proposição de subsídios aos termos de referência do Plano diretor de recursos hídricos da bacia do Rio Ibicui. Relatório final. 2000.

HAAG, H. P. **Ciclagem de nutriente em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS (IPEF). **Tratos culturais, controle de ervas daninhas**. Piracicaba, 1976. 5 p. (IPEF. Circular Técnica, 17).

IMASUL. **Cartilha de apoio à adequação ambiental de propriedades rurais na Mata Atlântica do Mato Grosso do Sul**. Campo Grande, 2016.

KRUPEK, R. A.; FELSKI, G. Avaliação da cobertura ripária de rios e riachos da Bacia Hidrográfica do Rio das Pedras, Região Centro-Sul do Estado do Paraná. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 8, p. 179-188, 2006.

MACIEL, C. D. G. *et al.* Coroamento no controle de plantas daninhas e desenvolvimento inicial de espécies florestais nativas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 119-128, jan./mar. 2011.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. 2. ed. revista e ampliada. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2007.

MINAS GERAIS. **Diário Executivo**, Caderno 1, Agosto, 2017, p. 15.

PARREIRAS, M. Devastação das matas ciliares em Minas é ameaça de proporções desconhecidas. **Jornal Estado de Minas**. 2016, Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2016/06/05/interna_gerais,769450/devastacao-das-matas-ciliares-em-minas-e-ameaca-de-proporcoes-desconhe.shtml. Acesso em: 20 nov. 2018.

SANTANA, D. P.; BAHIA FILHO, A. F. C. Soil quality and agricultural sustainability in the Brazilian Cerrado. *In: World Congress of Soil Science*, 16. 1998, Montpellier. Montpellier: ISSS, 1998.

SANTOS, T. G. *et al.* Mamíferos do campus da Universidade Federal de Santa Maria, **Biota Neotropical**, Rio Grande do Sul, Brasil., vol. 8, no. 1, 2008.

SCHNEIDER, E. D.; KAY, J. Complexity and Thermodynamics: towards a new ecology. **Futures**, v. 26, 1994.

SILVA, W. G. **Gestão ambiental e políticas públicas avaliação do fomento florestal promovido pelo IEF, XIV ENEEAmb, II Fórum Latino e I SBEA – Centro-Oeste**, 2016.

SILVEIRA, J. R. Programa de recomposição de áreas de preservação permanente da Cemig. **Revista Ação Ambiental**, ano 14, n. 45, maio/junho, 2011.

SILVEIRA, C. J. A; COELHO, A. N; ROCHA, M. G. B. **Nota técnica para o programa de fomento ambiental – IEF**, Instituto Estadual de Florestal Diretoria de Desenvolvimento e Conservação Florestal – DDCE, Belo Horizonte, nov. 2009.

TOLEDO, R. E. B. *et al.* Períodos de controle de Brachiariasp e seus reflexos na produtividade de Eucalyptusgrandis. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 1, n. 63, p. 221-232, 2003.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes**: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de Cabeceiras. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005.

ZIMMERMAN, J. K. *et al.* Barriers to forest regeneration in abandoned pasture in Puerto Rico. **Restoration Ecology**, 2000.

Consórcio de couve com sorgo e feijão-guandu e a ocorrência de pulgões e insetos predadores

Consortium of kale with sorghum and guandu beans and the occurrence of aphids and predatory insects

TATIANA DE OLIVEIRA RAMOS

Bióloga e Doutora em Agronomia – Entomologia Agrícola
Universidade Estadual Paulista (UNESP)
E-mail: tatorbio@gmail.com

FRANCISCO JORGE CIVIDANES

Professor Doutor da Universidade Estadual Paulista (UNESP)
Departamento de Fitossanidade, Jaboticabal (SP)
E-mail: fjcivida@fcav.unesp.br

TEREZINHA MONTEIRO DOS SANTOS CIVIDANES

Pesquisadora Científica. Agência Paulista de
Tecnologia dos Agronegócios, Ribeirão Preto (SP)
E-mail: terezinha@apta.sp.gov.br

Resumo: O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do consórcio da couve com sorgo e feijão-guandu e de fatores meteorológicos sobre a ocorrência de insetos predadores e a distribuição vertical dos pulgões *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) e *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach, 1843) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de couve. Os pulgões e os insetos predadores foram amostrados quinzenalmente por procura visual. Os pulgões foram observados em folhas apicais, medianas e basais da couve, enquanto a presença dos insetos predadores foi verificada em toda a parte aérea das plantas. O pulgão *B. brassicae* preferiu as folhas medianas e basais da couve solteira e consorciada com sorgo, e as folhas basais da couve com feijão-guandu. *Lipaphis erysimi* teve preferência pelas folhas medianas e basais dos três tratamentos avaliados. Na couve consorciada com sorgo ou feijão-guandu ocorreu redução de *B. brassicae* e *L. erysimi*. Na couve solteira e consorciada, os fatores meteorológicos e os insetos predadores estiveram relacionados com 88,6; 90,4 e 72,6% da variação numérica de *B. brassicae* e 83,0; 51,4 e 69,8% de *L. erysimi*, respectivamente. A *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) apresentou especificidade com *L. erysimi*, o mesmo sendo verificado com *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville, 1842 (Coleoptera: Coccinellidae) em relação a *B. brassicae*. A couve solteira apresentou maior riqueza de espécies de insetos predadores em comparação com a couve consorciada.

Palavras-chave: *Brassica oleracea*. Especificidade. Gramínea. Leguminosa. Riqueza de espécies.

Abstract: The present study aimed to evaluate the effect of intercropping kale with sorghum and pigeon pea and meteorological factors on the occurrence of predatory insects and the vertical distribution of aphids *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) and *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach, 1843) (Hemiptera: Aphididae) on cabbage plants. Aphids and predatory insects were sampled every two weeks by visual search. Aphids were observed in the apical, middle, and basal leaves

of cabbage while checked throughout the aerial part of the plants. The aphid *B. brassicae* preferred the middle and basal leaves of single cabbage and intercropped with sorghum and the basal leaves of cabbage with pigeon pea. *Lipaphis erysimi* had a preference for the median and basal leaves of the three treatments evaluated. In cabbage intercropped with sorghum or pigeon pea, there was a reduction of *B. brassicae* and *L. erysimi*. In single and intercropped cabbage, meteorological factors and predatory insects were related, with 88.6; 90.4, and 72.6% of the numerical variation of *B. brassicae* and 83.0; 51.4 and 69.8% of *L. erysimi*, respectively. *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) showed specificity with *L. erysimi*, and the same was verified with *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville, 1842 (Coleoptera: Coccinellidae) concerning *B. brassicae*. Single cabbage presented with higher species richness of predatory insects in relation to the intercropped cabbage.

Keywords: *Brassica oleracea*. Specificity. Grass. Legumes. Species richness.

1 INTRODUÇÃO

Na família Brassicaceae encontram-se várias espécies de hortaliças como a couve, *Brassica oleracea* var. *viridis* L. que pode ser danificada por diversos artrópodes-pragas, entre os quais se destacam os pulgões. Esses insetos geralmente apresentam ampla distribuição geográfica, sendo mundialmente reconhecidos pela importância agrícola devido aos danos diretos e indiretos em brassicáceas (PEÑA-MARTINEZ, 1992; FILGUEIRA, 2003).

O consórcio da couve com outras espécies de plantas se apresenta como alternativa para a redução de danos causados pelos pulgões, devido à menor oferta de alimento, alteração do microclima, luminosidade, além de estímulos olfativos e visuais que dificultam a colonização da planta hospedeira pelos pulgões. Além disso, a diversificação de culturas proporciona condições para o aumento e permanência das populações de insetos predadores, ao disponibilizar alimentos alternativos como néctar, pólen, áreas de refúgio e microclima, que favorecem a interação predador-presa (ANDOW, 1991; LANDIS *et al.*, 2000; GURR *et al.*, 2003; AMARAL *et al.*, 2010).

O sorgo e o feijão-guandu podem ser considerados plantas promissoras em consórcios com brassicáceas, pois abrigam insetos predadores que afetam a população de pulgões (WAQUIL; VIANA, 2004; AZEVEDO *et al.*, 2008). Em consórcios de plantas, o estudo da distribuição vertical de pulgões possibilita determinar a parte da planta que preferencialmente se localizam durante o período de infestação. Deve-se considerar que os fatores meteorológicos e os insetos predadores são as principais variáveis que influenciam essa distribuição. Assim, tais estudos servem de subsídio para determinar a folha-chave para amostrar esses insetos-praga (FERNANDES *et al.*, 2006; SANTA-CECÍLIA *et al.*, 2011).

Há estudos sobre a distribuição vertical dos pulgões em sistemas de cultivo solteiro, todavia são pouco frequentes os relacionados a cultivos consorciados, considerando os fatores meteorológicos e a ação de insetos predadores em brassicáceas. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do consórcio da couve com sorgo e feijão-guandu e de fatores meteorológicos sobre a ocorrência de insetos predadores e a distribuição vertical dos pulgões *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) e *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach, 1843) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de couve.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em área experimental e no laboratório do Departamento de Fitossanidade, da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal/SP, no período de dezembro 2012 a novembro de 2013. A área de condução do experimento foi de 240 m², composta de 24 parcelas de 5 m de comprimento por 2 m de largura.

O experimento foi iniciado semeando-se parcelas de tremoço [*Lupinus albus* (Linnaeus)] e de aveia [*Avena sativa* (L.)] no espaçamento 0,5 x 0,3 m, que foram roçadas após 90 dias e mantidas sobre a superfície do solo. Posteriormente, foram cultivadas a couve solteira, *Brassica oleracea* Linnaeus var. *viridis* L. e couve consorciada com sorgo granífero, (*Sorghum bicolor* (Linnaeus) Moench) e feijão-guandu, (*Cajanus cajan* (Linnaeus) Huth). Para a couve solteira, a parcela constou de quatro linhas de plantas, enquanto os consórcios continham duas linhas de couve e duas linhas de sorgo ou feijão-guandu, no espaçamento de 50 cm entre linhas e entre plantas. O delineamento experimental foi o de parcelas subdivididas (Split-plot), com oito repetições. Os tratamentos constaram de couve solteira, couve consorciada com sorgo e couve consorciada com feijão-guandu.

Durante a condução do experimento, os fatores meteorológicos considerados foram as médias das temperaturas máxima e mínima (°C), umidade relativa do ar (%), precipitação pluvial (mm) e insolação (horas), fornecidos pela Estação Agroclimatológica da FCAV/UNESP.

Os pulgões foram amostrados quinzenalmente em cinco plantas de couve escolhidas ao acaso por parcela. Em cada planta, foram observadas folhas divididas em três categorias: a) apical: folha jovem e não totalmente expandida; b) mediana: folha adulta e totalmente expandida; c) basal: folha senescente com visível amarelecimento. A contagem do número de pulgões foi realizada utilizando como critério a superfície foliar onde ocorreu a maior colônia de adultos e ninfas, situada nos limites da área circular de um vazador de metal de 3,5 cm de diâmetro, considerada como unidade amostral (área = 9,62 cm²), conforme metodologia relatada por Cividanes e Santos (2003). Antes da contagem dos pulgões, as cinco plantas de couve escolhidas tiveram a parte aérea totalmente examinada para coleta manual de insetos predadores, os quais foram acondicionados em potes plástico (3 cm de diâmetro x 4 cm de altura) com álcool 70% para triagem e identificação.

Os dados obtidos do número de pulgões nas folhas da couve foram transformados em $y = \log(x)$ para a análise de variância e comparação das médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade por meio do software AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO, 2011). A influência dos insetos predadores e de fatores meteorológicos, sobre *B. brassicae* e *L. erysimi*, foi avaliada por análise de regressão múltipla pelo método "stepwise" (SAS INSTITUTE, 1996), na qual se considerou o nível de 5% de significância para a inclusão das variáveis independentes. Para isso, considerou-se o número total de pulgões e de insetos predadores observados nas plantas de couve durante todo o período amostrado.

A riqueza de espécies (S) foi determinada como o número observado de espécies de insetos predadores e a frequência relativa como a percentagem de indivíduos de cada espécie sobre o total de indivíduos de insetos predadores capturados nos meses de coleta (SILVEIRA NETO *et al.*, 1976).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A hipótese de concentração de recurso supõe que a consorciação de culturas disponibiliza menos alimento para os insetos pragas em comparação com a monocultura (ROOT, 1973; ANDOW, 1991). Essa suposição pode ser observada no presente estudo, pois a presença do sorgo ou feijão-guandu em consórcio com a couve reduziu a ocorrência de *B. brassicae* e *L. erysimi* (Tabela 1).

O pulgão, *Brevicoryne brassicae*, ocorreu em maior número nas folhas medianas e basais da couve solteira e nas consorciadas com sorgo, e nas folhas basais da couve consorciada com feijão-guandu, sendo mais numeroso no tratamento da couve solteira. Considerando-se a média de indivíduos de *B. brassicae* nos três tratamentos, verificou-se que o sorgo e o feijão-guandu em consórcio com a couve reduziram a ocorrência de *B. brassicae* (Tabela 1).

A ocorrência de *L. erysimi* foi maior na couve solteira diferentemente dos consórcios da couve com sorgo e feijão-guandu. Considerando-se as três categorias de folhas, *L. erysimi* teve maior ocorrência nas folhas medianas e basais dos três tratamentos (Tabela 1).

O pulgão *B. brassicae* é uma praga especialista em espécies de plantas da família Brassicaceae (PONTOPPIDAN *et al.*, 2003), enquanto *L. erysimi* que, além de ocorrer em brassicáceas como couve, brócolis, couve-flor e repolho (SOUZA-SILVA; ILHARCO, 1995), é encontrado em outras espécies de plantas como agrião (BLACKMAN; EASTOP, 2000), batata (CARRERA; CERMELI, 2001), tomate (NASREEN *et al.*, 2004), nabo e rabanete (PEÑA-MARTINEZ, 1992). Portanto, a diversificação da cultura da couve com a presença do sorgo ou feijão-guandu diminuiu igualmente a ocorrência de *B. brassicae* e *L. erysimi*. Esse fato sugere que os consórcios estudados auxiliam na redução de populações das duas espécies de pulgões.

Assim, para o monitoramento da população de *B. brassicae*, as folhas medianas e basais da couve solteira ou em consórcio com sorgo podem ser adotadas como unidade de amostragem (Tabela 1), enquanto na couve com feijão-guandu as folhas basais devem ser amostradas. Para a amostragem de *L. erysimi* nos três tratamentos considerados, as folhas basais ou medianas podem ser adotadas como unidade de amostragem.

Tabela 1: Número médio (\pm EP) de *Brevicoryne brassicae* e *Lipaphis erysimi* em couve solteira e couve consorciada com sorgo ou feijão-guandu, nas diferentes categorias de folhas da couve

Tratamentos	<i>Brevicoryne brassicae</i>			
	Apical	Mediana	Basal	Média
Couve solteira	880,3 \pm 153,4Ab	1628,0 \pm 143,2Aab	1308,8 \pm 105,2Aa	1272,4a ¹
Couve + Sorgo	389,2 \pm 75,8Bb	1231,3 \pm 84,2ABab	563,3 \pm 112,0Ba	685,5b
Couve + Feijão-guandu	463,6 \pm 61,3Bb	898,1 \pm 123,2Bb	436,1 \pm 78,6Ba	641,7b
Tratamentos	<i>Lipaphis erysimi</i>			
	Apical	Mediana	Basal	Média
Couve solteira	185,7 \pm 11,1Ab	392,3 \pm 23,0Aa	378,2 \pm 26,3Aa	318,7a
Couve + Sorgo	81,3 \pm 54,8ABb	170,1 \pm 148,3Aa	148,1 \pm 75,9ABa	125,8b
Couve + Feijão-guandu	48,7 \pm 23,1Bb	157,5 \pm 47,1Aab	126,0 \pm 31,1Ba	118,1b

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na vertical e minúsculas na horizontal não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ¹*B. brassicae*: erro padrão da média= 82,3; *L. erysimi*: erro padrão da média= 55,2.

Fonte: dados da pesquisa, 2013.

Na couve solteira e nos consórcios, as duas espécies de pulgões sofreram influência da temperatura, umidade relativa, insolação e precipitação (Tabela 2). Vários autores também observaram a influência desses fatores meteorológicos na ocorrência dos pulgões *B. brassicae*, *Myzus persicae* e *Aphis gossypii* Glover, 1877 (CIVIDANES; SANTOS, 2003; DAVIS *et al.*, 2006). A precipitação pluvial pode influenciar as populações de pulgões, já que as chuvas proporcionam o aumento na produção de folhas na maioria das plantas, tornando os recursos alimentares mais abundantes para os pulgões. Além disso, o aumento da umidade relativa do ar diminui o risco de dessecação dos pulgões, tornando o ambiente mais favorável ao desenvolvimento desses insetos (OLIVEIRA, 1998; CORNELISSEN; FERNANDES, 2001; ARAÚJO, 2013).

Na presente pesquisa, os coccinélideos foram os insetos predadores que mais ocorreram na couve solteira e nos consórcios (Tabela 2). Esse fato também foi verificado na couve consorciada com coentro e na couve solteira (RESENDE, 2009). A couve em consórcio com o sorgo abrigou maior número de insetos predadores relacionados com *B. brassicae*, seguida da couve solteira. A joaninha *Hippodamia convergens* Guérin-Méneville, 1842, esteve relacionada com *B. brassicae* na couve solteira e nos consórcios de couve com sorgo ou feijão-guandu. A correlação positiva e os valores de teste F encontrado para *H. convergens* em relação a *B. brassicae* sugere especificidade entre a joaninha e o pulgão, ou seja, *H. convergens* apresenta uma resposta numérica rápida frente à variação da população de *B. brassicae*, o que pode favorecer a redução do pulgão nas folhas da couve (JERVIS; KIDD, 1996).

A correlação negativa entre *Cycloneda sanguinea* (Linnaeus, 1763) e *B. brassicae* no consórcio da couve com sorgo (Tabela 2) indica que, à medida que a população desse coccinélideo aumenta, ocorre um declínio na população de *B. brassicae* (JERVIS; KIDD, 1996). Nesse consórcio, a panícula da planta de sorgo pode ter sido um fator importante na ocorrência de *C. sanguinea*, uma vez que atua como uma estrutura atrativa para insetos predadores (GOMES *et al.*, 2012).

As espécies de predadores relacionados com *L. erysimi* observadas na presente pesquisa estão de acordo com estudos de Alvarenga *et al.* (1996) e Resende *et al.* (2006), sendo constatada *H. convergens* em couve infestada por pulgões além de *Doru luteipes* (Scudder, 1876), considerada importante predadora de pulgões. A couve solteira e a couve com feijão-guandu abrigaram maior número de espécies de insetos predadores relacionados com a ocorrência de *L. erysimi*, enquanto a couve consorciada com sorgo abrigou apenas *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) (Tabela 2).

Como o sorgo é uma gramínea que modifica o hábitat e aumenta de modo significativo a presença de insetos predadores (WAQUIL; VIANA, 2004), provavelmente a presença dessa gramínea pode ter sido importante para a ocorrência e ação da joaninha *H. axyridis* que se destacou como principal inseto predador de *L. erysimi* nesse consórcio. Esse coccinelídeo se desenvolve em diferentes regiões do Brasil, possui hábito polífago e preferência por pulgões (HODEK; HONEK, 1996; RAMOS *et al.*, 2014).

Na presente pesquisa, a correlação positiva encontrada para *H. axyridis* em relação a *L. erysimi* na couve solteira e no consórcio da couve com sorgo (Tabela 2) indica que o aumento da população de pulgão foi acompanhado pelo aumento da densidade populacional da joaninha e com a queda da população dos pulgões ocorre o declínio da população do predador (KULAR *et al.*, 2012). Esse resultado sugere uma preferência de *H. axyridis* por *L. erysimi*. Estudos sobre especificidade têm mostrado que um inimigo natural eficiente no controle de pragas no campo é aquele que apresenta alta capacidade de busca, alta taxa reprodutiva e elevada especificidade, características importantes para que a praga não alcance o nível de dano econômico (PARRA *et al.*, 2002).

CONSÓRCIO DE COUVE COM SORGO E FEIJÃO-GUANDU E A OCORRÊNCIA DE PULGÕES E INSETOS PREDADORES

Tabela 2: Modelos ajustados pelo método “stepwise” para *Brevicoryne brassicae* e *Lipaphis erysimi* e fatores meteorológicos e insetos predadores

Tratamento	Variáveis	Estimativa de coeficientes	R ² do modelo	Teste F da variável	Teste F do modelo
<i>Brevicoryne brassicae</i>					
Couve solteira	Intercepto	2371,72			
	Precipitação	-9,96		28,24	
	<i>Harmonia axyridis</i>	-973,23	0,886	27,95	8,57**
	<i>Hippodamia convergens</i>	905,38		55,62	
	<i>Scymnus rubicundus</i>	1454,61		21,76	
Couve+sorgo	Intercepto	-247,67			
	Tmax.	-78,63		4,28	
	Insolação	13,23	0,904	30,54	23,75**
	<i>Harmonia axyridis</i>	-90,72		7,16	
	<i>Hippodamia convergens</i>	254,58		83,55	
	<i>Cycloneda sanguinea</i>	-414,52		4,66	
Couve+ feijão-guandu	Chrysopidae	505,39		9,71	
	Intercepto	6165,76			
	Tmin.	-81,35	0,726	3,44	
	UR	-60,26		12,76	11,29**
	<i>Hippodamia convergens</i>	590,69		4,27	
	<i>Scymnus rubicundus</i>	230,13		3,11	
<i>Lipaphis erysimi</i>					
Couve solteira	Intercepto	5475,98			
	Tmin.	-128,08		38,06	
	Insolação	-13,71		33,32	
	<i>Harmonia axyridis</i>	51,86	0,830	7,60	12,27**
	<i>Scymnus rubicundus</i>	-61,54		4,72	
	<i>Doru luteipes</i>	-260,06		6,00	
	<i>Tetracha brasiliensis</i>	-446,10		12,55	
Couve+sorgo	Intercepto	652,92			
	Tmin.	-33,53	0,514	17,47	10,05**
	<i>Harmonia axyridis</i>	18,33		3,03	
Couve+ feijão-guandu	Intercepto	1856,40			
	Tmin.	-291,10		25,54	
	UR	32,98		13,16	
	Precipitação	9,02	0,698	14,75	4,64*
	<i>Hippodamia convergens</i>	417,11		7,11	
	<i>Doru luteipes</i>	987,96		7,69	
	<i>Zelus sp.</i>	-1786,61		11,53	

Tmax = temperatura máxima; Tmin = temperatura mínima; UR = umidade relativa do ar; Prec = precipitação pluvial. R2 = coeficiente de determinação. *,* e * Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

Fonte: dados da pesquisa, 2013.

Os coccinelídeos foram os predadores mais frequentes na couve solteira e nos consórcios da couve com sorgo e couve com feijão-guandu (Tabela 3). No presente

estudo, *C. sanguinea*, *H. axyridis*, *H. convergens* e *Scymnus rubicundus* (Erichson, 1847) ocorreram em todos os tratamentos (Tabela 3), sendo também observadas em consórcio de couve com as leguminosas *Crotalaria spectabilis* (Rhot) e *Mucuna deeringiana* (Bort) (RESENDE *et al.*, 2007).

O carabídeo *Tetracha brasiliensis* (Kirky, 1818) foi menos frequente (Tabela 3), contudo ocorre em áreas agrícolas e áreas de reflorestamento (CIVIDANES; SANTOS, 2008; MARTINS *et al.*, 2009). A presença de *T. brasiliensis* na couve solteira deve-se à ocorrência do carabídeo em cultivo de hortaliças (CIVIDANES; SANTOS, 2003), enquanto o carabídeo *Harpalus* sp., além de se alimentar de pulgões, pode consumir sementes (CARVALHO *et al.*, 2010). Esse fato evidencia que o carabídeo *T. brasiliensis* e *Harpalus* sp caminha nas folhas da couve solteira em busca de alimento e provavelmente predaram os pulgões *B. brassicae* e *L. erysimi*.

O predador *Zelus* sp. apresentou menor frequência relativa na couve solteira e quando consorciada com feijão-guandu, não ocorrendo no consórcio da couve com sorgo (Tabela 3). *Doru luteipes* e Chrysopidae apresentaram baixa frequência relativa em todos os tratamentos, contudo, em conjunto com os demais, insetos predadores observados podem auxiliar no controle de *B. brassicae* e *L. erysimi*.

Nesse contexto, o sorgo e o feijão-guandu, em consórcio com a couve, se mostraram importantes para a ocorrência de insetos predadores que realizam o controle biológico natural de pulgões em couve. Os insetos predadores possivelmente utilizaram essas plantas como fonte alternativa para sua subsistência (ALTIERI, 2004) utilizando o pólen do sorgo e do feijão-guandu para garantir a sobrevivência e fecundidade das fêmeas. Além disso, essas plantas fornecem presas alternativas, abrigo, refúgio contra predação intraguilda, sombreamento e barreira contra o vento (CRUZ; VENDRAMIM, 1998; AMUDAVI *et al.*, 2008; TOGNI *et al.*, 2010).

Tabela 3: Frequência relativa (%F) e número total de adultos (T) das espécies de insetos predadores em cultivo de couve solteira e couve consorciada com sorgo e feijão-guandu

Família/espécie	Couve solteira		Couve+sorgo		Couve+feijão-guandu	
	F%	T	F%	T	F%	T
COCCINELLIDAE						
<i>Cycloneda sanguinea</i>	8,80	11	4,26	6	15,15	5
<i>Harmonia axyridis</i>	35,20	44	34,75	49	30,30	10
<i>Hippodamia convergens</i>	37,60	47	42,55	60	24,24	8
<i>Olla v-nigrum</i>	0,80	1	- ¹	-	-	-
<i>Scymnus rubicundus</i>	11,20	14	13,48	19	24,24	8
CARABIDAE						
<i>Tetracha brasiliensis</i>	3,20	4	-	-	-	-
<i>Harpalus</i> sp.	0,80	1	-	-	-	-
REDUVIIDAE						
<i>Zelus</i> sp.	0,80	1	-	-	3,03	1
FORFICULIDAE						
<i>Doru luteipes</i>	0,80	1	2,84	4	3,03	1
CHRYSOPIDAE	0,80	1	2,13	3	-	-
Riqueza de espécies (S)		10		6		6
Total de indivíduos		125		141		33
¹ Não observado						

Fonte: dados da pesquisa, 2013.

4 CONCLUSÕES

O pulgão *B. brassicae* prefere as folhas medianas e basais da couve solteira e consorciada com sorgo e folhas basais da couve com feijão-guandu. *Lipaphis erysimi* preferem as folhas medianas e basais da couve solteira e consorciada com sorgo ou feijão-guandu. A couve consorciada com sorgo ou feijão-guandu reduz a ocorrência de *B. brassicae* e *L. erysimi*. As joaninhas *H. axyridis* e *H. convergens* apresentam elevada especificidade de presa com relação à *L. erysimi* e *B. brassicae*, respectivamente. Os fatores meteorológicos e os insetos predadores explicam 72,6 a 90,4% da ocorrência de *B. brassicae* na couve solteira e quando consorciada com sorgo ou couve com feijão-guandu. Na couve consorciada com feijão-guandu ocorre maior número de insetos predadores quando *L. erysimi* está presente, relação similar verifica-se na couve consorciada com sorgo quando atacada por *B. brassicae*.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa concedida; ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa, do Departamento de Ciências Exatas UNESP-Jaboticabal, pelo auxílio nas análises estatísticas; ao Prof. Dr. José Adriano Giorgi, da Universidade Federal do Pará pela identificação de Coccinellidae.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.

ALVARENGA, C. D. *et al.* Efeito do predador *Doru luteipes* (Scud.) sobre o crescimento populacional de *Schizaphis graminum* (Rond.) em diferentes genótipos de sorgo. **Anais da Sociedade Entomológica**, v. 25, p. 137-140, 1996.

AMARAL, D. S. *et al.* 2010. A diversificação da vegetação reduz o ataque do bicho-mineiro-do-cafeeiro *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville) (Lepidoptera: Lyonetiidae)? **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 543-548.

AMUDAVI, D. *et al.* Disseminando a estratégia “empurra-puxa”. **Agriculturas**, v. 5, p. 11-14, 2008.

ANDOW, D. A. Vegetational diversity and arthropod population response. **Annual Review of Entomology**, v. 36, p. 561-586, 1991.

ARAÚJO, W. S. A importância de fatores temporais para a distribuição de insetos herbívoros em sistemas neotropicais. **Revista da Biologia**, v. 10, p. 1-7, 2013.

AZEVEDO, R. L. *et al.* Insetos associados à cultura do feijão-guandu na região do Recôncavo da Bahia, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 21, p. 83-88, 2008.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **AgroEstat**: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal: FCAV/UNESP. 2011. versão 1.0.

BLACKMAN, R. L.; EASTOP, V. F. Aphids on the world's crops: an identification and information guide. **Chichester: John Wiley**, 2000. 482p.

CARRERA, A.; CERMELI, M. Fluctuation and identification of aphids at three potato (*Solanum tuberosum* L.) producing localities in Monagas State, between 1987 and 1999. **Entomotropica**, v. 16, p. 67-72, 2001.

CARVALHO, C. *et al.* Ground and tiger beetles (Coleoptera: Carabidae). **Entomological Notes**, 2010. Disponível em: <http://ento.psu.edu/extension/factsheets/ground-beetles>. Acesso em: 17 nov. 2015.

CIVIDANES, F. J.; SANTOS, D. M. M. Flutuação populacional e distribuição vertical de *Brevicoryne brassicae* (L.) (Homoptera: Aphididae) em couve. **Bragantia**, v. 62, p. 61-67, 2003.

- CIVIDANES, F. J.; SANTOS-CIVIDANES, T. M. Distribuição de Carabidae e Staphylinidae em agroecossistemas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 157-162, 2008.
- CORNELISSEN, T. G. FERNANDES, G. W. Induced defences in the neotropical tree *Bauhinia brevipes* (Vog.) to herbivory: effects of damage-induced changes on leaf quality and insect attack. **Trends in Ecology and Evolution**, v. 15, p. 236-241, 2001.
- CRUZ, I.; VENDRAMIM, J. D. Efeito da alternância de genótipos de sorgo resistente e suscetível na biologia de *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, p. 281-287, 1998.
- DAVIS, J. A. *et al.* Effects of high and fluctuating temperatures on *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, v. 35, p. 1461-1468, 2006.
- FERNANDES, M. G. *et al.* Distribuição vertical de lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) em plantas de algodão. **Manejo Integrado de Plagas y Agroecología**, v. 78, p. 26-35, 2006.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2. ed. Viçosa: UFV. 2003.
- GOMES, F. B. *et al.* Incidência de pragas e desempenho produtivo de tomateiro orgânico em monocultivo e policultivo. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 756-761, 2012.
- GURR, G.M. *et al.* Multi-function agricultural biodiversity: pest management and other benefits. **Basic and Applied Ecology**, v. 4, p. 107-116, 2003.
- HODEK, I.; HONEK, A. **Ecology of Coccinellidae**. Dordrecht: Kluwer Academic. 1996.
- JERVIS M.; KIDD, N. **Insect natural enemies**. Chapman & Hall. 1996.
- KULAR, J. S. *et al.* Population development of turnip aphid *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach, 1843) (Hemiptera: Aphididae) and the associated predator *Coccinella septempunctata* Linnaeus, 1758 as affected by changes in sowing dates of oilseed Brassica. **Entomotropica**, v. 27, p. 19-25, 2012.
- LANDIS, D. A. *et al.* Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. **Annual Review Entomology**, v. 45, p. 175-201, 2000.
- MARTINS, I. C. F. *et al.* Análise de fauna e flutuação populacional de Carabidae e Staphylinidae (Coleoptera) em sistemas de plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, p. 432-443, 2009.

NASREEN, A. *et al.* Biologically based management of sucking insect pest of tomato. **Pakistan Entomologist**, v. 26, p. 75-79, 2004.

OLIVEIRA, P.O. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. Embrapa-CPAC. p. 169-192, 1998.

PARRA, J. R. P. *et al.* **Controle biológico: predadores e parasitoides**. 2002.

PEÑA-MARTINEZ, R. **Afidos como vectores de vírus en México. Montecillo**. Centro de Fitopatología. 1992, 135 p.

PONTOPPIDAN, B. *et al.* Infestation by cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae*) on oilseed rape (*Brassica napus*) causes a long lasting induction of the myrosinase system. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 109, p. 55-62, 2003.

RAMOS, T. O. *et al.* *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae) biological aspects and thermal requirements. **Advances in Entomology**, v. 2, p. 42-46, 2014.

RESENDE, A. L. S. Estrutura populacional de joaninhas predadoras no consórcio de couve e coentro em comparação ao monocultivo da couve sob manejo orgânico. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 39, p. 36, 2009.

RESENDE, A. L. S. *et al.* Primeiro registro de *Lipaphis pseudobrassicae* Davis (Hemiptera: Aphididae) e sua associação com insetos predadores, parasitoides e formigas em couve (Cruciferae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 551-555, 2006.

RESENDE, A. L. S. *et al.* Ocorrência de insetos predadores de pulgões em cultivo orgânico de couve em sistema solteiro e consorciado com adubos verdes. **Comunicado Técnico**, v. 101, p. 6, 2007.

ROOT, R. B. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs**, v. 43, p. 95-124, 1973.

SANTA-CECÍLIA, L. V. C. *et al.* Influência da temperatura na distribuição vertical da cochonilha branca, *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) em plantas de café. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, p. 619-622, 2011.

SAS INSTITUTE. **The SAS-system for windows: release 6.11 (Software)**. Cary: Statistical Analysis System Institute. 1996.

SILVEIRA NETO, S. *et al.* **Manual de ecologia dos insetos**. Piracicaba: Agronômica Ceres. 1976. 149 p.

SOUZA-SILVA, C. R.; ILHARCO, F. A. **Afídeos do Brasil e suas plantas hospedeiras.** São Carlos: EDUFSCar. 1995.

TOGNI, P. H. B. *et al.* Conservação de inimigos naturais (Insecta) em tomateiro orgânico. **Arquivo Instituto Biológico**, v. 77, p. 669-676, 2010.

WAQUIL, J. M., VIANA, P.A. Ocorrência e controle de pragas na cultura do sorgo nas regiões Alto Mogiana de São Paulo e Triângulo Mineiro. Embrapa Milho e Sorgo. **Circular técnica**, v. 49, p. 1-14, 2004.

Caracterização morfométrica da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Floresta, no município de Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo

Morphometric characterization of the Ribeirão Floresta hydrographic sub-basin, in the municipality of Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo

CAIO HENRIQUE UNGARATO FIORESE

Mestrando do curso de Agroquímica da
Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre (ES)
E-mail: caiofiorese@hotmail.com

Resumo: Análises morfométricas de bacias hidrográficas são de extrema importância para subsidiar ações de planejamento e gerenciamento ambiental. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Floresta, analisando sua vulnerabilidade à ocorrência de problemas ambientais na área estudada. Os procedimentos foram realizados no programa ArcGIS®. A princípio, foi delimitada a sub-bacia estudada. Posteriormente, foram estimados os parâmetros geométricos, de relevo e de drenagem e, quando possível, os resultados foram classificados com base na literatura. Para auxiliar nos estudos, foram plotados os mapas de declividade e altitude. Os valores geométricos da sub-bacia indicam que não há tendência a picos de enchentes, pois apresenta formato alongado. A sub-bacia é bem drenada e apresenta boa capacidade de abastecer cursos d'água. Embora não tenha grande número de cursos hídricos por metro quadrado, possui relevo fortemente ondulado, com elevada amplitude altimétrica e declividade, o que potencializa a vulnerabilidade à erosão dos solos. Assim, pode prejudicar a qualidade ambiental da sub-bacia. As maiores declividades e altitudes foram vistas para a porção norte da sub-bacia. Ações voltadas à mitigação da erosão dos solos e manejo correto das atividades econômicas são de grande relevância.

Palavras-chave: Estudo ambiental. Geoprocessamento. Morfometria. Recursos naturais.

Abstract: Morphometric analyses of watersheds are of extreme relevance to subsidize actions of planning and environmental management actions. The objective of this work was to characterize the Ribeirão Floresta hydrographic sub-basin, analyzing its vulnerability to the occurrence of environment problems in the studied area. The procedures were carried in the ArcGIS® program. At first, the studied sub-basin was delimited. Subsequently, the geometric, relief and drainage parameters were estimated. And, when possible, the results were classified based on the literature. To aid in the studies, slope and altitude maps were plotted. The geometric values of the sub-basin indicate that there is no tendency to flood peaks, as it has an elongated shape. The sub-basin is well-drained and presents good capacity to supply watercourses. Although it does not have a large of waterways per square meter, it has a strongly undulated relief, with high altimetric amplitude and slope, which increases the vulnerability to soil erosion. Thus, it can harm the environmental quality of the sub-basin. The highest slopes and altitudes were found in the northern portion of the sub-basin. Actions aimed at mitigating soil erosion and the correct management of economic activities are of great relevance.

Keywords: Environmental study. Geoprocessing. Morphometry. Natural resources.

1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica ou bacia de drenagem pode ser conceituada como uma região traçada por divisores hidrográficos, inserida em um espaço territorial, onde os diversos cursos hídricos totalmente dispostos na bacia, intermitentes ou perenes, escoam para um ponto menos elevado, que é o exutório (SILVEIRA, 2009). O conceito de bacia hidrográfica vem sendo muito difundido pelo fato de esta ser constantemente adotada como unidade territorial para planejamento ambiental e ecossistêmico (MARINHO FILHO *et al.*, 2013). Os atributos físicos e bióticos de determinada bacia hidrográfica possuem função fundamental nos processos do ciclo hidrológico, influenciando, por exemplo, a infiltração, a disponibilidade hídrica, a evapotranspiração e o escoamento (TONELLO *et al.*, 2006).

As informações obtidas a partir de parâmetros morfométricos são de grande relevância à gestão de bacias hidrográficas, na medida em que se fornecem os referenciais básicos para o conhecimento de determinada bacia e oferecem subsídios para melhor direcionamento das ações de planejamento e utilização nacional de seus recursos (SANTOS *et al.*, 2012). A análise morfométrica de bacias hidrográficas é de suma importância para estudos ambientais, principalmente quando o ambiente estudado está sofrendo alterações em parte de seu curso d'água, pois eles desempenham papéis relevantes dentro do ecossistema (PINTO JUNIOR; ROSSETE, 2005).

Os estudos e as caracterizações incluindo a bacia hidrográfica, apesar de não ser um ramo novo de pesquisa, vêm evoluindo juntamente com as novas tecnologias, como a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). As ferramentas contidas nos diversos componentes de um SIG nos permitem a execução de vários estudos, como a caracterização morfométrica de bacias, que pode ser definida como a análise quantitativa das interações entre a fisiografia e a sua dinâmica hidrológica. Esses estudos permitem um conhecimento da dinâmica fluvial, bem como as relações existentes entre ela e os diversos componentes do meio físico e biótico de uma bacia (FARIA *et al.*, 2020). As geotecnologias, com base nos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) constituem-se em um importante recurso de gerenciamento e organização do espaço geográfico, favorecendo uma melhor compreensão de determinado espaço e as relações existentes entre o homem e o meio, possibilitando diferentes tipos de representação e análise ambiental (SILVA *et al.*, 2016).

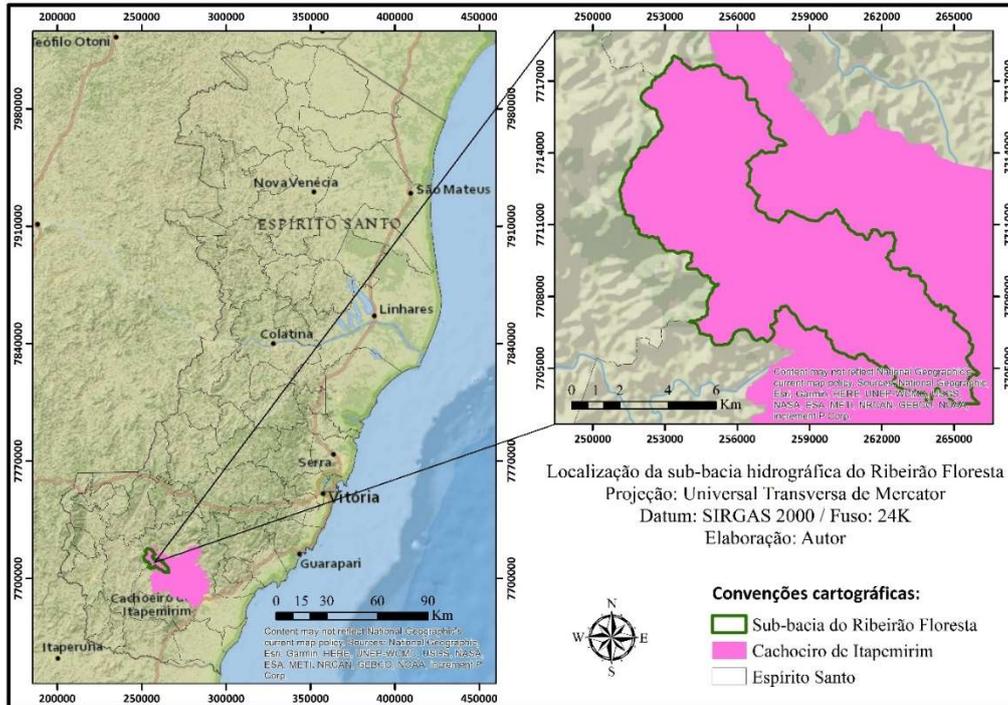
Considerando a relevância da temática discutida e a sua aplicabilidade, o objetivo deste trabalho foi caracterizar morfometricamente a sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Floresta, na mesorregião Sul do Espírito Santo, analisado a sua vulnerabilidade ou não à ocorrência de problemas ambientais, a fim de contribuir para melhorias dessa área.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Floresta está localizada na área rural do município de Cachoeiro de Itapemirim, na mesorregião Sul do Estado do Espírito Santo. Possui uma área de 85,92 Km² e clima classificado como Aw segundo a classificação de

Koppen, ou seja, clima tropical com inverno seco. Possui estação chuvosa no verão, compreendida de novembro a abril, e nítida estação seca no inverno, do mês de maio a outubro (julho é o mês mais seco). A temperatura média do mês mais frio é superior a 18 °C e as precipitações são superiores a 750 mm anuais, atingindo 1800 mm (VENTURA, 1964). A Figura 1 mostra a localização da sub-bacia do Ribeirão Floresta.

Figura 1: Localização da sub-bacia do Ribeirão Floresta



Fonte: IJSN (2020); GEOBASES (2020). Editado pelo autor, 2020.

Os procedimentos foram realizados no programa computacional ArcGIS®, tendo como base cartográfica digital a Agência Nacional de Águas (ANA, 2020), o Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN, 2020) e o Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES, 2020). No GEOBASES, foram adquiridos dados referentes às curvas de nível da área estudada. No ArcGIS®, a princípio, foi delimitada a sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Floresta, considerando os seguintes procedimentos (SANTOS *et al.*, 2010): geração do Modelo Digital de Elevação (MDE) da área (resolução de 15 m) a partir das curvas de nível com equidistância de 5 m adquiridas junto ao GEOBASES; correção do MDE no intuito de preencher e corrigir possíveis falhas; delimitação da direção do fluxo da drenagem através do ícone *flow direction*; delimitação do acumulado da drenagem pelo ícone *flow accumulation*; identificação dos canais d'água através do recurso *con*; vetorização dos canais d'água; delimitação de um ponto representando o exutório da sub-bacia; e delimitação da sub-bacia através do ícone *watershed*. Na identificação do exutório do Ribeirão Floresta e de sua sub-bacia, foi adquirido, junto à ANA, um arquivo acerca dos cursos d'água na região considerada. O exutório da bacia foi delimitado a partir da criação de um ponto no ArcGIS®.

Nas análises morfométricas da sub-bacia do Ribeirão Floresta, foram analisadas as características agrupadas em: características geométricas, características de relevo e características de drenagem. A estimativa desses parâmetros ocorreu através das ferramentas de medição de bacias hidrográficas e cursos hídricos do ArcGIS®, bem como a edição da tabela de atributos dos arquivos gerados. As Tabelas 1 a 3 mostram, respectivamente, as características geométricas, de relevo e de drenagem consideradas. A classificação de cada valor, quando possível, foi realizada de acordo com a literatura consultada, bem como a interpretação dos resultados obtidos.

Tabela 1: Características geométricas

Parâmetros	Equação	Descrição das incógnitas
Área de drenagem	---	---
Coefficiente de compacidade	$KC = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$	Kc = coeficiente de compacidade; P = perímetro (m); A = área (m ²)
Coefficiente de massividade	$Cm = \frac{Am}{A}$	Cm = coeficiente de massividade (m/km ²); Am = altitude média (m); A = área (km ²)
Coefficiente orográfico	$Co = Am \times Cm$	Cm = coeficiente de massividade (m/km ²); Am = altura média (m); Co = coeficiente orográfico
Fator de forma	$F = \frac{A}{L^2}$	F = fator de forma (adimensional); A = área (km ²); L = comprimento axial da bacia (km)
Índice de circularidade	$F = 12,57 \times \frac{A}{P^2}$	F = índice de circularidade; A = área (km ²); P = perímetro (km)
Perímetro	---	---
Razão de alongação	$RE = 1,128 \times \left(\frac{A^{0,6}}{L}\right)$	RE = razão de alongação; A = área (km ²); L = comprimento da bacia (km)

Fonte: Villela e Mattos (1975); Sousa e Rodrigues (2012).

Tabela 2: Características de relevo

Parâmetros	Equação	Descrição das incógnitas
Altitudes: máxima, média e mínima	---	---
Amplitude altimétrica	---	---
Declividades: máxima, média e mínima	---	---
Índice de rugosidade	$IR = \Delta a \times Dd$	Δa = amplitude altimétrica (m); Dd = densidade de drenagem
Razão de relevo	$Rr = \frac{\Delta a}{Lax}$	Rr = razão de relevo (adimensional); Δa = amplitude altimétrica (m); Lax = comprimento axial da bacia (m)
Razão de relevo relativo	$Rrl = \frac{\Delta a}{P}$	Rrl = razão de relevo relativo (adimensional); Δa = amplitude altimétrica (m); P = perímetro da bacia (m)

Fonte: Villela e Mattos (1975); Sousa e Rodrigues (2012).

Tabela 3: Características de drenagem

Parâmetros	Equação	Descrição das incógnitas
Coefficiente de manutenção	$C_m = \left(\frac{1}{D_d}\right) \times 1000$	C_m = coeficiente de manutenção (m/km ²); D_d = densidade de drenagem (km/km ²)
Densidade de drenagem	$D_d = \frac{LTC}{A}$	D_d = densidade de drenagem (km/km ²); LTC = comprimento total dos cursos d'água; A = área
Densidade hidrográfica	$D_h = \frac{N}{A}$	D_h = densidade hidrográfica (rios/km ²); N = número de rios; A = área da bacia
Extensão do percurso superficial	$EPS = \frac{1}{2 \times D_d}$	EPS = extensão do percurso superficial (km); D_d = densidade de drenagem (km/km ²)
Extensão média do escoamento superficial	$L_m = \frac{A}{4 \times LTC}$	L_m = extensão média do escoamento superficial (km); LTC = comprimento total dos cursos d'água

Fonte: Villela e Mattos (1975); Sousa e Rodrigues (2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Floresta possui área de drenagem igual a 85,93 km², perímetro de 66,42 km e comprimento axial de 19,26 km. A Tabela 4 mostra os resultados obtidos com a estimativa dos parâmetros geométricos da sub-bacia estudada.

Tabela 4: Resultados das características geométricas

Parâmetro	Resultado
Coefficiente de compacidade	2,00
Coefficiente de massividade	3,83 m/km ² ou 3,83x10 ⁻⁶ m ⁻¹
Coefficiente orográfico	1259,96
Fator de forma	0,23
Índice de circularidade	0,24
Razão de alongação	0,85

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

Os valores obtidos para o coeficiente de compacidade, índice de circularidade e fator de forma classificam a sub-bacia do Ribeirão Floresta, conforme classificação adotada por Villela e Mattos (1975), de acordo com o formato e comprimento. Os mesmos valores indicam a tendência ou não à ocorrência de picos de enchentes e, conforme os resultados obtidos, a sub-bacia foi classificada como “tendência a conservação”, ou seja, baixíssimas tendências a esse fenômeno (VILLELA; MATTOS, 1975).

Quanto ao fator de forma e o índice de circularidade, Villela e Mattos (1975) afirmam que valores baixos desses parâmetros (inferiores a 0,50) indicam bacias com menores tendências a picos de enchentes devido ao fato de que, em uma bacia longa e estreita, a probabilidade de uma precipitação pluviométrica abranger toda a área é menor do que em bacias com formato mais circular. O coeficiente de compacidade apresentou resultado superior a 1,7 e distante de 1. Quanto mais próximo de 1 for o resultado desse parâmetro, mais circular é a bacia hidrográfica e, com isso, a tendência a picos de enchentes é maior (VILLELA; MATTOS, 1975), o que não é o caso da sub-bacia

do Ribeirão Floresta, que apresenta formato mais alongado, visto no resultado da razão de alongação.

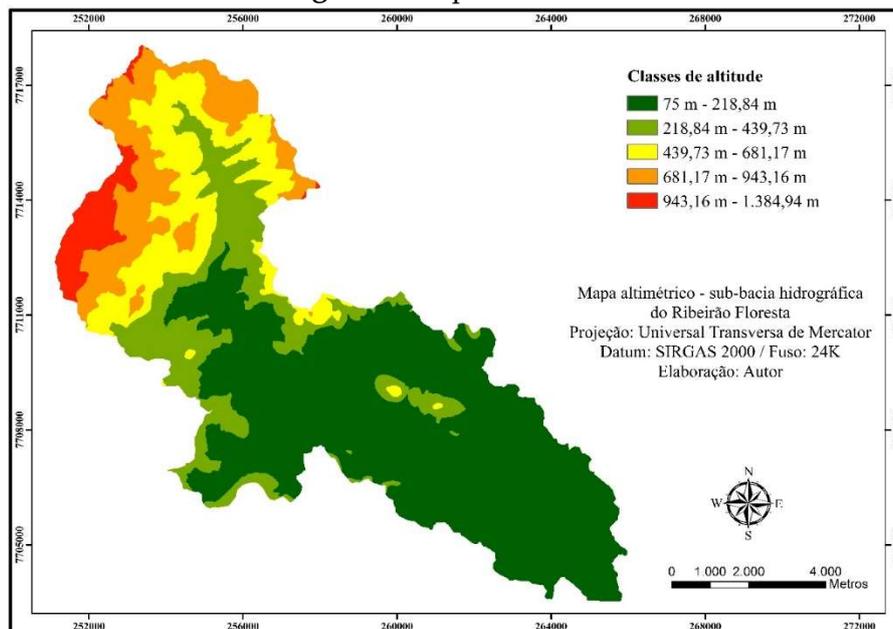
O coeficiente orográfico representa a situação atual do volume rochoso remanescente de uma bacia hidrográfica (SOUSA; RODRIGUES, 2012). O valor obtido para a sub-bacia estudada não foi muito expressivo quando comparado a outras bacias hidrográficas, como a bacia do Rio dos Bois (SOUSA; RODRIGUES, 2012), em que os autores obtiveram valor igual a 1734,75. Dessa forma, o remanescente rochoso da sub-bacia do Ribeirão Floresta não é muito elevado, o que pode ser atribuído, por exemplo, à incidência dos processos erosivos. O coeficiente de massividade obtido foi inferior a $0,5 \text{ m}^{-1}$, o que, de acordo com Borsato (2005), caracteriza a sub-bacia com distribuição maior de terras baixas. Fato visto na determinação da altitude e declividade médias da bacia, que estiveram mais distantes dos valores máximos. A Tabela 5 e as Figuras 2 e 3 mostram os resultados dos parâmetros de relevo e os mapas de declividade e de altitude da sub-bacia do Ribeirão Floresta.

Tabela 5: Resultados das características de relevo

Parâmetro	Resultado
Altitude máxima	1384,94 m
Altitude média	328,97 m
Altitude mínima	75 m
Declividade máxima	665,24%
Declividade média	38,51%
Declividade mínima	0%
Índice de rugosidade	3808,87 m/Km
Razão de relevo	0,07
Razão de relevo relativo	0,02

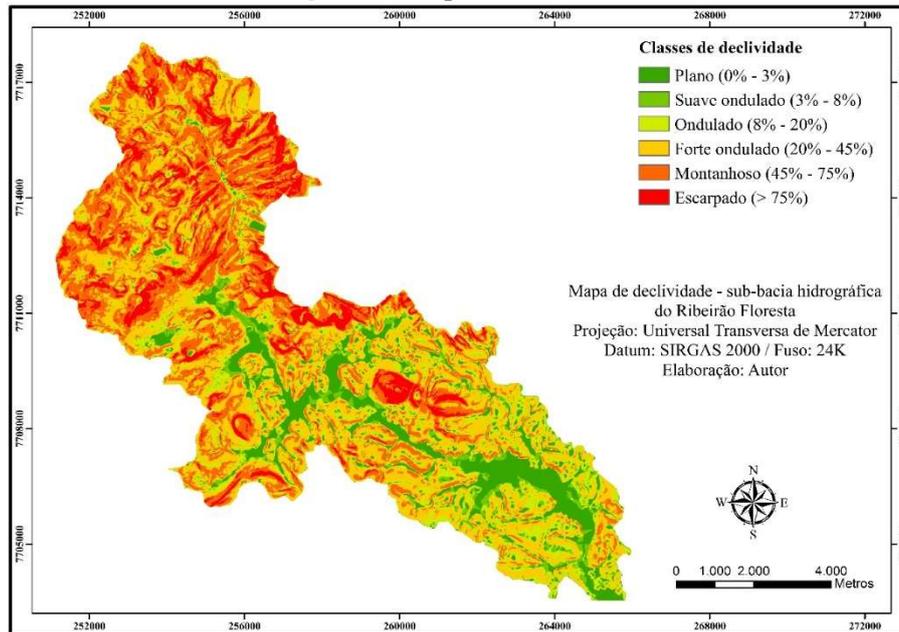
Fonte: dados da pesquisa, 2020.

Figura 2: Mapa altimétrico



Fonte: dados da pesquisa, 2020.

Figura 3: Mapa clinométrico



Fonte: dados da pesquisa, 2020.

As altitudes máxima e mínima indicam que a sub-bacia apresenta elevada amplitude altimétrica (1309,94 metros), abrangendo regiões de planícies e localidades de altitudes superiores a 1000 metros. A declividade do relevo também apresenta grande variabilidade ao longo da sub-bacia, sendo possível classificar o relevo como fortemente ondulado (declividades que variam de 20% a 45%), conforme o valor médio obtido, segundo a classificação sugerida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2013). Além do mais, as maiores declividades e altitudes são vistas na porção norte da sub-bacia, ao passo que as menores estão próximas ao seu exutório, na porção sul.

O índice de rugosidade obtido apresentou valor superior a 950 m/Km, classificando a rugosidade do relevo como “muito forte” e com predominância de relevo forte ondulado a montanhoso a escarpado, segundo a classificação abordada por Sousa e Rodrigues (2012). Ainda segundo os mesmos autores, quanto maior for a rugosidade do terreno, mais acentuado é o fenômeno do escoamento superficial da água e também a ocorrência de processos erosivos. Na sub-bacia estudada, esse fenômeno é preocupante, sobretudo quando não há manejo correto dos solos na agropecuária e silvicultura do eucalipto, atividades econômicas predominantes na região. Isso pode causar danos à qualidade dos recursos hídricos e favorecer a erosão dos solos, principalmente em áreas de maior declividade.

A razão de relevo obtida foi classificada como baixa ($0,0 \leq Rr \leq 0,1$), segundo a classificação de Rossi e Pfeifer (1999). Valores elevados desse parâmetro, juntamente com a razão de relevo relativa, indicam maior volume de água escoado superficialmente e maior velocidade da água no sentido do comprimento da bacia (ROSSI; PFEIFER, 1999). Tal fato não ocorre com predominância na sub-bacia estudada, visto nos baixos valores obtidos para ambos os parâmetros, deduzindo, assim, menor velocidade de

escoamento superficial e melhor infiltração de água. A Tabela 6 apresenta os resultados dos parâmetros de drenagem da sub-bacia do Ribeirão Floresta.

Tabela 6: Resultados das características de drenagem

Parâmetro	Resultado
Coefficiente de manutenção	343,64 m/km ²
Densidade de drenagem	2,91 km/km ²
Densidade hidrográfica	6,09 rios/km ²
Extensão do percurso superficial	0,17 km/km ²
Extensão média do escoamento superficial	0,086 km

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

O coeficiente de manutenção indica a área mínima necessária para que cada metro de canal de drenagem seja abastecido (SOUSA; RODRIGUES, 2012). Na sub-bacia do Ribeirão Floresta, cada km² de área consegue manter 343,64 m de canais de drenagem. Valor considerado satisfatório, tendo em vista a capacidade de abastecer os recursos hídricos nessa sub-bacia, necessários às diversas atividades antrópicas (consumo, irrigação, etc) e à manutenção da biota aquática. A densidade de drenagem relaciona o comprimento total dos canais d'água com a área da bacia hidrográfica, sendo que densidades de drenagem elevadas correspondem a bacias ricas em hidrografia (ROMERO *et al.*, 2017). O valor da densidade de drenagem obtido para a sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Floresta foi classificada como alta ($2,00 \leq Dd \leq 3,5$) de acordo com Sousa e Rodrigues (2012), o que indica grande presença de cursos hídricos e bacias bem drenadas, sendo satisfatório para o abastecimento de diferentes localidades e, principalmente, para manter boas condições à fauna e à flora. A densidade de drenagem é um fator que contribui para a infiltração de água no solo, abastecimento do lençol freático e menor perda de água e solo, devido à baixa velocidade do escoamento superficial da água da precipitação (CARVALHO *et al.*, 2014).

Todavia, a densidade hidrográfica, ou seja, a quantidade de rios em cada km² de área da bacia, foi classificada como média ($3 \leq Dh < 7$), segundo Sousa e Rodrigues (2012). Esse parâmetro é fundamental, pois, a partir dele, ocorre a representatividade do comportamento hidrográfico e a capacidade de gerar novos canais de drenagem (ROMERO *et al.*, 2017). Portanto, apesar de a sub-bacia estudada ser bem drenada, o número de rios por km² poderia ter apresentado valor maior. A extensão do percurso superficial e a extensão média do escoamento superficial representam a distância média percorrida entre o interflúvio e o canal permanente, sendo uma das variáveis independentes que afeta o desenvolvimento hidrológico e fisiográfico de uma bacia hidrográfica (ROMERO *et al.*, 2017). O valor da Eps obtido foi classificado como alto; de acordo com Sousa e Rodrigues (2012), valores caracterizados como alto a muito alto favorecem o escoamento superficial. Portanto, as gotículas de precipitações pluviométricas percorrem, na sub-bacia estudada, distâncias relativamente curtas até chegar a um canal d'água, o que não favorece a infiltração da água, facilitando seu escoamento superficial.

De modo geral, os resultados foram considerados satisfatórios. Porém, as características do relevo da sub-bacia do Ribeirão Floresta indicam expressiva

suscetibilidade à erosão, sendo um fator preocupante para a qualidade ambiental da área estudada.

4 CONCLUSÃO

Os parâmetros geométricos deduzem que a sub-bacia apresenta baixíssima vulnerabilidade a enchentes, com maior distribuição de terras baixas. A área é bem drenada, mas apresentou valor mediano para o número de rios por km². Os resultados das características de relevo indicam expressiva suscetibilidade à erosão dos solos, podendo prejudicar a qualidade ambiental da sub-bacia, principalmente quando não há manejo adequado das formas de uso das terras. Portanto, são necessárias ações voltadas à mitigação de processos erosivos para um melhor gerenciamento da sub-bacia do Ribeirão Floresta.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Modelo base hidrográfica ottocodificada**. 2020. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=351&currTab=simple>.

BORSATO, F. H. **Caracterização física das bacias de drenagem do município de Maringá e os postos de combustíveis como potenciais poluidores**. 2005. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

CARVALHO, A. H. de O. *et al.* Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Córrego Santa Maria, Ibatiba-ES. **Nucleus**, v. 11, n. 2, p. 317-324, 2014.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013.

FARIA, M. M. *et al.* **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio dos Bagres, Guiricema, MG**. 2020. Disponível em: <http://lsie.unb.br/ugb/sinageo/7/0246.pdf>.

GEOBASES. **Imagens do mapeamento ES 2012-2015 disponíveis para download**. 2020. Disponível em: <https://geobases.es.gov.br/novas-imagens-map-es-2012-2015-sem-ecw>. Acesso em: 3 abr. 2020.

IJSN – Instituto Jones dos Santos Neves. **Shapefiles**. 2020. Disponível em: <http://www.ijsn.es.gov.br/mapas/>. Acesso em: 11 mar. 2020.

LOUZADA, F. L. R. O.; SANTOS, A. R. dos. Conflito do uso e ocupação do solo em APPs da bacia hidrográfica do Ribeirão Estrela do Norte – ES. *In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 13, 2009, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2009.

MARINHO FILHO, G. M. *et al.* Avaliação de características morfométricas da bacia hidrográfica do Rio Formoso – TO. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v. 7, n. 1, p. 37-48, 2013.

PINTO JUNIOR, O. B.; ROSSETE, A. N. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Ribeirão Cachoeira, MT-Brasil. **Geoambiente On-Line**, Jataí, n. 4, jan./jun. 2005.

ROMERO, V. *et al.* Estudo hidromorfológico de Bacia Hidrográfica Urbana em Goiânia-GO. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 320-340, mai./ago. 2017.

ROSSI, M.; PFEIFER, R. M. Remoção de material erodido dos solos de pequenas bacias hidrográficas no Parque Estadual da Serra do Mar em Cubatão (SP). **Bragantia**, v. 58, n. 1, p. 141-156, 1999.

SANTOS, A. R. dos. *et al.* **ArcGIS 9.3**: total: aplicações para dados espaciais. Alegre: CAUFES, 2010.

SANTOS, D. B. dos. *et al.* Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio São José, Cascavel, PR. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 5, n. 2, p. 7-18, 2012.

SILVA, C. B. da. *et al.* Geotecnologias aplicadas aos estudos de bacias hidrográficas. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 18, 2016, São Luís. **Anais....** São Luís: Associação dos Geógrafos Brasileiros, 2016.

SILVEIRA, A. L. L.. Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In: SILVEIRA, A. L. L. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4. ed. UFRGS, 2009. p. 35-51.

SOARES, L. S. Análise morfométrica e priorização de bacias hidrográficas como instrumento de planejamento ambiental integrado. **Revista do Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 31, p. 82-100, 2016.

SOUSA, F. A. de; RODRIGUES, S. C. Aspectos morfométricos como subsídio ao estudo da condutividade hidráulica e suscetibilidade erosiva dos solos. **Revista Mercator**, Fortaleza, v. 11, n. 25, p. 141-151, mai./ago. 2012.

TRAJANO, S. R. R. da S. *et al.* **Análise morfométrica de bacia hidrográfica**: subsídio à gestão territorial, estudo de caso no alto e médio Mamanguape. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2012.

TONELLO, K. C. *et al.* Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães – Mg. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.

VENTURA, A. Problemas técnicos da silvicultura paulista. **Silvicultura em São Paulo**, v. 3, n. 3, p. 61-80, dez. 1964.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975.

Germinação e desenvolvimento inicial de sorgo submetido ao estresse salino

Germination and initial development of sorghum subjected to saline stress

LETÍCIA PEREIRA MARTINS

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)
E-mail: leticia96453@gmail.com

RODRIGO MENDES DE OLIVEIRA

Professor orientador (UNIPAM)
E-mail: rodrigomo@unipam.edu.br

Resumo: Entre os desafios para os produtores de sorgo está o estresse salino, fator que pode limitar o crescimento e desenvolvimento de plantas, dificultando os processos de divisão e alongamento celular. Diante disso, objetivou-se com este estudo avaliar a tolerância à salinidade do sorgo a partir da porcentagem de germinação e do crescimento inicial de plântulas submetidas a quatro níveis de salinidade. O experimento foi conduzido no Laboratório e Núcleo de Pesquisa e Análise de Sementes, em agosto de 2019. Os tratamentos foram diferenciados pela testemunha (0 mmol) e quatro níveis de salinidade (40; 80; 160 e 240 mmol de NaCl), sendo distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, cada tratamento teve quatro repetições. Foram avaliados porcentagem de germinação, índice de velocidade de emergência, comprimento da parte aérea e volume de raiz. Os resultados foram submetidos à análise de variância a 5% de significância, e as médias foram ajustadas a modelos de regressão obtendo a equação matemática que melhor se ajustou aos dados obtidos no experimento. Em todas as concentrações utilizadas, a germinação ficou acima de 85%. Verificou-se que as concentrações acima de 80 mmol prejudicaram de forma significativa os demais parâmetros avaliados, sendo evidenciado principalmente no comprimento de parte aérea e no volume de raiz. Concluiu-se que os níveis de salinidade não interferiram no processo de germinação das sementes de sorgo. Quanto ao desenvolvimento de plântulas, aplicações superiores a 40 mmol são nocivas ao desenvolvimento da cultura.

Palavras-chave: Plântulas. Salinidade. *Sorghum bicolor*. Tolerância.

Abstract: Among the challenges for sorghum producers are saline stress, a factor that can limit the growth and development of plants, hindering the processes of cell division and elongation. Therefore, this study aimed to evaluate sorghum salinity tolerance based on the percentage of germination and initial growth of seedlings submitted to four levels of salinity. In August 2019, was conducted the experiments in the Laboratory and Seed Research and Analysis Center. The treatments were differentiated by the witness (0 mmol) and four salinity levels (40; 80; 160, and 240 mmol of NaCl). And each treatment had four repetitions distributed in an entirely randomized design. The experiment evaluated germination percentage, emergence speed index, shoot length, and root volume. The results were submitted to variance analysis at a 5% significance level, and the averages were fitted to regression models obtaining the mathematical that best matched the data obtained in the experiment. In all concentrations used, germination was above 85%. Verified that concentrations above 80 mmol significantly impaired the other

parameters evaluated, evidenced mainly in the aerial part length and the root volume. It was concluded that the salinity levels did not interfere in the germination process of sorghum seeds. As for the development of seedlings, applications higher than 40 mmol are harmful to the development of the crop.

Keywords: Seedlings. Salinity. *Sorghum bicolor*. Tolerance.

1 INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L.) é originário da África e constitui umas das matérias-primas mais promissoras para a produção de forragem, geração de etanol e substituição parcial do milho na produção de ração animal, por ser uma cultura de elevado valor de fibras e eficiência energética. Tal fato está relacionado principalmente à boa adaptação do sorgo em regiões de baixa disponibilidade de água, às suas sementes ricas em proteínas, vitaminas, hidrato de carbono e sais minerais, além da produção plantas com elevado volume de massa verde e que apresentam tolerância à seca e ao estresse salino (CARVALHO *et al.*, 2000).

A salinidade, ocasionada pelo acúmulo de sais em determinado local, é um dos fatores de estresse abiótico que mais afetam o crescimento e a produtividade das culturas (MUNNS; TESTER, 2008). O acúmulo de sais em um determinado local pode estar relacionado ao manejo inadequado do solo e da água, inviabilizando o cultivo nessas áreas (WILLADINO *et al.*, 1999).

A alta quantidade de sais proporciona prejuízo para a agricultura, manifestando-se primeiramente na germinação, afetando diversas etapas de desenvolvimento das plantas, como a absorção de água pela semente, dificultando assim os processos de divisão e alongamento celular e, em alguns casos, impedindo as reservas de se translocarem na planta (SOLTANI *et al.*, 2006). Essa salinidade presente nos solos ou nas águas pode ocasionar uma tensão osmótica, causada pela diferença de pressão osmótica dentro da célula, o que faz com que as raízes desempenhem de maneira insatisfatória a sua função de captar água do solo (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

O sorgo apresenta média tolerância ao estresse salino, possuindo uma capacidade de adaptação a essa condição, permitindo assim a sua utilização em locais com alta taxa de sais, o que faz dele uma espécie rentável economicamente (AQUINO *et al.*, 2007) nessa condição química de solo. Para se adaptar a essa situação de estresse, a semente de sorgo tem passado por um processo de variabilidade genética, selecionando as plantas mais resistentes (IGARTUA *et al.*, 1995).

Os estudos da fisiologia de plantas são extremamente necessários ao considerar modificações causadas pelo estresse salino, a fim de identificar caminhos e ambientes que afetam a planta de sorgo. Com esses estudos é possível disponibilizar ferramentas que auxiliam os produtores a aumentar o potencial produtivo da cultura, visando à tolerância ao estresse salino, considerado um dos maiores problemas em áreas irrigadas e em solos dos cerrados (MUNNS; TESTER, 2008). Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a tolerância à salinidade de sorgo forrageiro a partir da porcentagem de germinação e do crescimento inicial de plantas quando submetidos a quatro níveis de salinidade.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no período de 01a19 de agosto de 2019 no Laboratório de Análise de Sementes, situado no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), no município de Patos de Minas (MG). Foram utilizadas sementes comerciais de sorgo forrageiro O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições cada.

Para a indução do estresse salino, foram utilizadas soluções de cloreto de sódio (NaCl) nas seguintes concentrações: 0,0 mmol; 40 mmol; 80 mmol; 160 mmol e 240 mmol NaCl. O NaCl foi dissolvido em 200 ml de água destilada, sendo aplicada na testemunha apenas água destilada. As respectivas concentrações de NaCl em gramas estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Concentrações de NaCl avaliados em cada um dos tratamentos, Patos de Minas (MG), 2019

Tratamentos	Concentração de NaCl (mmol)	Concentração de NaCl (g.L ⁻¹)
T ₁	0,0	0,0
T ₂	40	4,20
T ₃	80	8,40
T ₄	160	11,20
T ₅	240	16,81

O teste de germinação foi realizado conforme as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009), conduzido com cinco subamostras de 50 sementes, um total de 200 sementes para cada tratamento. As bancadas utilizadas para realização do teste foram esterilizadas com álcool a 70%, posteriormente as sementes foram semeadas entre três folhas de papel Germitest umedecidas com as soluções descritas anteriormente, sendo utilizada a quantidade de 2,5 vezes a massa de todos os papéis secos, aferida em balança de precisão. Após a disposição das sementes sobre as duas folhas, utilizou-se uma folha de papel Germitest também umedecida para recobrimento das sementes; em seguida, foram confeccionados rolos de papel Germitest sendo identificados. Os rolinhos de cada tratamento foram colocados juntos em sacos plásticos transparentes e amarrados; posteriormente foram acondicionados em germinador regulado para manter a temperatura a 25°C. Foi realizada uma primeira contagem no quarto dia e uma última no sétimo dia após a instalação do teste, determinando a porcentagem de plântulas normais, sendo consideradas aquelas que apresentassem parte aérea e raízes bem desenvolvidas.

Para avaliação do índice de velocidade de emergência (IVE), foi utilizada areia previamente esterilizada em autoclave por 60 minutos com temperatura de 120°C e pressão de 1,5 Kgf/cm². A areia foi distribuída de forma uniforme em bandejas de isopor (3,7 cm de altura por 14,8 cm de comprimento), posteriormente foram semeadas 50 sementes para cada repetição, totalizando 200 sementes por tratamento.

Foi utilizada nos tratamentos a mesma concentração de NaCl adotada no teste de germinação, e a aplicação foi realizada a partir da irrigação periódica do experimento

(a cada dois dias) com a solução salina em quantidade de 200 ml por repetição, utilizando um borrifador, sendo a testemunha irrigada a cada dois dias com água destilada.

Diariamente foram verificadas as plântulas emergidas para cada tratamento; os tratamentos foram acompanhados até a estabilização da contagem. Os dados foram anotados e através da equação 1 foi determinado o IVE (MAGUIRE, 1962).

Equação 1:

$$IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$$

Onde:

- IVE: Índice de Velocidade de Emergência
- E1, E2... En = Número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda e na última contagem.
- N1, N2... Nn = Número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

Aos 15 dias depois da semeadura das sementes, houve a estabilização da contagem de plantas germinadas; nesse momento as plantas centrais de cada tratamento foram retiradas e submetidas às seguintes avaliações: altura de plantas, volume de raiz, massa seca de raiz e parte aérea.

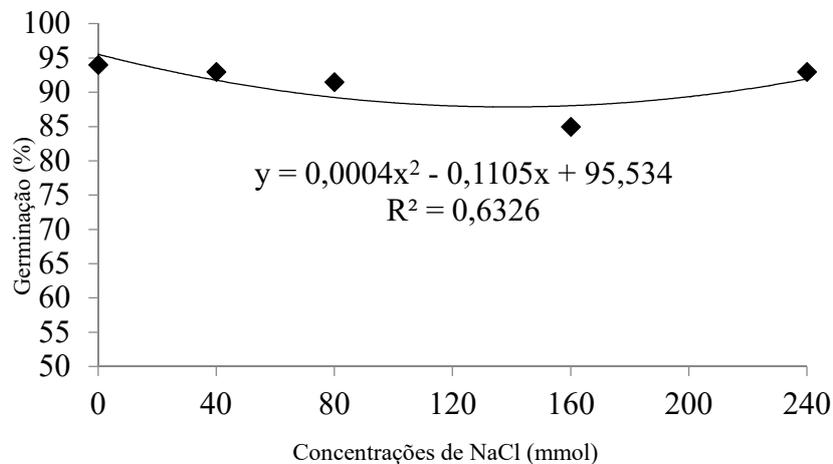
Para avaliação de altura de plantas, foi utilizada uma régua graduada; o volume de raiz foi determinado com o uso de uma proveta de 100 ml. Para a avaliação de matéria seca, a parte aérea foi separada da raiz com auxílio de uma tesoura; as repetições de cada lote foram acondicionadas em sacos de papel Kraft, identificados e levados à estufa, com temperatura de 65°C por um período de 48 horas; depois deste período, cada repetição teve a massa avaliada em balança de precisão de 0,001 g e os resultados médios foram expressos em gramas por planta.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) a 5% e ajustados ao modelo de regressão obtendo a equação matemática que melhor ajustou aos dados obtidos no experimento. Foi utilizado o software estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de germinação em papel Germitest, houve ajuste de modelo de regressão polinomial com equação de segundo grau com parábola concavidade voltada para cima (Figura 1). O ponto de mínima da equação, ou seja, concentração salina que mais prejudicou a germinação das sementes de sorgo, foi de 138,13 mmol. Entretanto, mesmo havendo redução na porcentagem de germinação, os valores mais baixos (85%) ainda representaram médias consideradas boas.

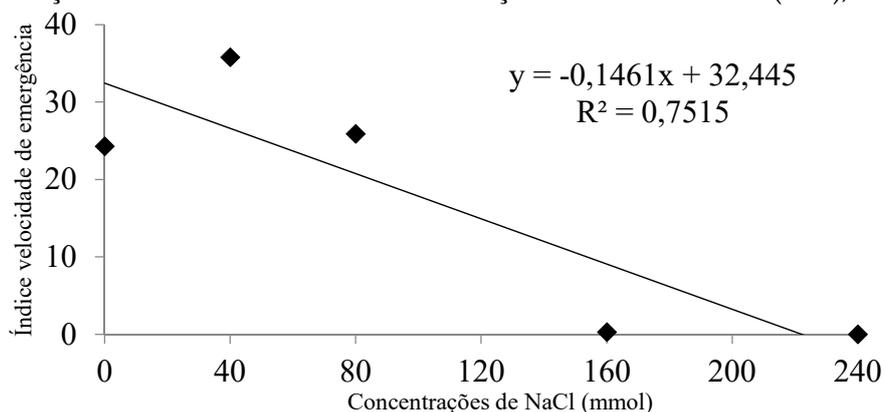
Figura 1: Germinação (%) de sementes de sorgo irrigadas com solução salina em diferentes concentrações, Patos de Minas (MG), 2019



Comportamentos semelhantes foram encontrados em outras espécies, como em sementes de mulungu (*Erythrina verna*) até uma concentração de 75 g.L⁻¹ de cloreto de potássio (SOUSA FILHO *et al.*, 2017) e em sementes de milho em concentrações de até 584,5 g.L⁻¹ de cloreto de sódio (SILVA *et al.*, 2016).

Para a análise de índice de velocidade de emergência (IVE), houve ajuste de modelo de regressão linear com correlação negativa, ou seja, conforme aumenta a concentração salina das doses, menor é o IVE das sementes (Figura 2). Nas doses mais altas (160 e 240 g.L⁻¹), o IVE foi de 0,7 e 0,3, respectivamente.

Figura 2: Índice de velocidade de emergência de sementes de sorgo irrigadas com solução salina em diferentes concentrações. Patos de Minas (MG), 2019.

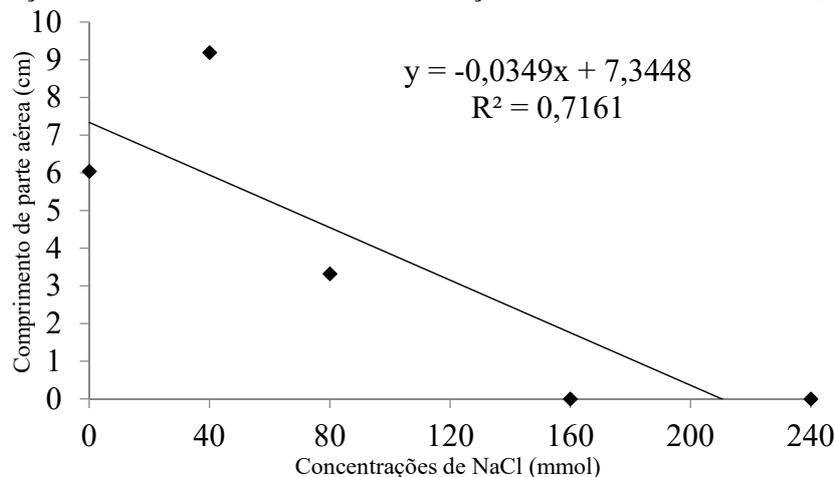


Embora a salinidade não tenha afetado a germinação das sementes em papel Germitest, ocorreu a sua influência sobre o IVE. A alta concentração de sais na água, possivelmente, fez com que o equilíbrio fosse alcançado mais rápido dificultando a absorção de água e reduzindo o IVE, já que, segundo Marcos Filho (2015), a absorção de água pelas sementes ocorre através de um gradiente osmótico, com movimentação da região de maior para a de menor potencial até que seja alcançado o equilíbrio

Os autores Silva *et al.* (2019) verificaram o mesmo comportamento, redução do IVE, conforme aumento da concentração salina à base de cloreto de cálcio em sementes de mulungu. Sá (2016), ao irrigar sementes de feijão-caupi com soluções salinas de cloreto de sódio, também verificou que reduzia o índice de velocidade de emergência conforme se aumentava a concentração do sal.

Os dados médios de comprimento de parte aérea (CPA) ajustaram-se ao modelo de regressão linear com correlação negativa (Figura 3). Nas doses mais concentradas, 160 e 240 g.L⁻¹, as plantas não emergiram ou morreram.

Figura 3: Comprimento de parte aérea (cm) de plântulas de sorgo irrigadas com solução salina em diferentes concentrações, Patos de Minas – MG, 2019

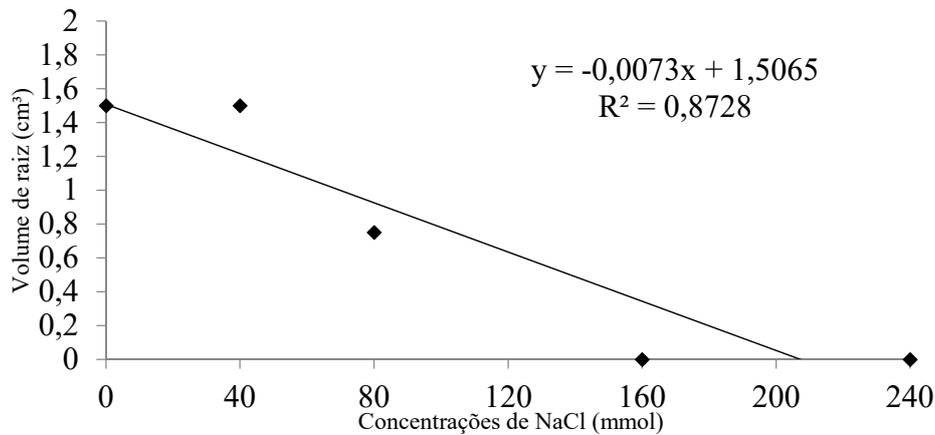


O processo de germinação é menos sensível ao estresse por salinidade, no entanto os estádios posteriores são mais vulneráveis a efeitos de natureza física, pela salinidade reduzir o potencial osmótico da solução do solo diminuindo a absorção de água pelas radículas, além de efeitos tóxicos passíveis de ocorrer pela atuação direta de íons específicos ou desordem nutricional. Taiz *et al.* (2017) relatam que o primeiro efeito mensurável das plantas a estresse salino é a diminuição no crescimento da radícula, devido à redução da expansão celular pela falta de turgência das células em função da diminuição da síntese de proteínas.

Coelho *et al.* (2014) avaliaram o crescimento inicial de sorgo submetido à irrigação com doses de solução salina à base de cloreto de sódio, cloreto de cálcio e sulfato de magnésio na proporção de 7:2:1, e os autores notaram que, até a condutividade de 4,26 dS.m⁻¹, as plantas aumentaram o comprimento de parte aérea. No entanto, concentrações acima desse nível reduziram significativamente o comprimento de parte aérea (CPA) demonstrando o efeito negativo dos sais no crescimento das plantas.

Para o parâmetro volume de raiz, ocorreu ajuste de modelo de regressão com correlação negativa (Figura 4). Como na análise anterior, nas doses de 160 e 240 g.L⁻¹, as plântulas não emergiram ou morreram, resultando em valores iguais a zero.

Figura 4: Volume de raiz (cm³) de plântulas de sorgo irrigadas com solução salina em diferentes concentrações, Patos de Minas – MG, 2019



Segundo Taiz *et al.* (2017), plantas submetidas a estresse salino tendem a redirecionar suas reservas para as raízes como estratégia para manter o crescimento radicular e buscar absorver água em camadas mais profundas do solo. Porém, no presente estudo, não foi observado este comportamento, já que as plântulas reduziram o volume das raízes. Possivelmente a estratégia de redirecionar energia para as raízes não é uma regra para todas as espécies ou é mais observada em plantas com estádios de desenvolvimento mais avançados, diferentemente do presente estudo, necessitando de mais pesquisas para compreensão do padrão de crescimento.

Resultados semelhantes foram encontrados por Avrella *et al.* (2019), em que plântulas de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) foram irrigadas com doses de solução salina à base de cloreto de sódio em que, ao aumentar a dose, reduzia-se o volume das raízes. Silva *et al.* (2016), ao avaliarem crescimento inicial de milho submetido a doses de solução à base de cloreto de sódio, também verificaram redução do volume radicular conforme se aumentavam as doses, sendo o resultado para todas as doses testadas menores que o controle.

4 CONCLUSÕES

Os níveis de salinidade não interferiram no processo de germinação das sementes de sorgo. Quanto ao desenvolvimento de plântulas, aplicações superiores a 40 mmol são nocivas ao desenvolvimento da cultura.

REFERÊNCIAS

AQUINO, A. J. S. *et al.* Crescimento, partição de matéria seca e retenção de Na⁺, K⁺ e Cl⁻ em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 961-971, 2007.

AVRELLA, E. D. *et al.* Efeito da salinidade no desenvolvimento inicial de mudas de *Mimosa scabrella* Beth. **Iheringia**, v. 74, n.1, p. 1-10, 2019. .

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Departamento Nacional de Defesa Vegetal, n.1, 2009.

CARVALHO, L. F. *et al.* Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 185-192, 2000.

COELHO, D. S. *et al.* Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 25-30, 2014.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. *In: Proceedings of the 45th Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria*, São Carlos (SP), v. 35, n. 6, p. 255-258, 2000.

IGARTUA, E. *et al.* Field responses of grain sorghum to a salinity gradient. **Field Crops Research**, v.42, n.1, p.15-25, 1995.

LAVESO, A. *et al.* Estresse osmótico na germinação de sementes de *Petiveria alliacea* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n.4, p. 622-630, 2015.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, v. 58, n. 3, p. 525-531, 2015.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, n. 1, p. 651-681, 2008.

OLIVEIRA, A. B. *et al.* Accumulation of organic and inorganic solutes in NaClstressed sorghum seedlings from aged and primed seeds. **Scientia Agricola**, v.68, n.1, p.632-637, 2011.

SÁ, F.V.S. **Morfofisiologia de plantas de feijão-caupi sob estresse salino e adubação fosfatada**, 2016, 95f. Dissertação (Mestrado) – Manejo de solo e água, UFRSA, Mossoró, 2016.

SILVA, E. C. A. *et al.* Salinidade na emergência e no crescimento inicial de mulungu. **Ciência Agrícola**, v. 17, n. 1, p. 63-69, 2019.

SILVA, R. C. *et al.* Vigor de sementes de milho: influência no desenvolvimento de plântulas em condições de estresse salino. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 3, p. 491-499, 2016.

SOLTANI, N.; AMIRA, A. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Environmental and Experimental Botany*, Elmsford, v. 55, n. 1, p. 195-200, 2006.

SOUSA FILHO, P.H. *et al.* Efeito do estresse salino na germinação de sementes de *Erythrina mulungu* Mart. ex Benth. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA INOVAÇÃO E TECNOLÓGICA, 1, 2017, Uberaba. **Anais do seminário de Pesquisa e inovação tecnológica**, Uberaba: SEPIT, v. 2, n. 1, p. 172 - 180, 2017.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, n. 1, 888p, 2017.

WILLADINO, L. *et al.* Resposta de genótipos de milho ao estresse salino em condições hidropônicas. **Sciencia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 1209-1213, 1999.

Adubação boratada na cultura do feijão preto

Borate fertilization in the culture of black beans

VINÍCIUS MARTINS DA CRUZ

Discente do curso de Engenharia Agrônômica pela
Faculdade Cidade de Coromandel (FCC)
E-mail: vinicius.cruz@cocari.com.br

WELLINGTON FERRARI DA SILVA

Doutor em Ciências e Técnicas Nucleares pela Universidade Federal de Minas Gerais
Docente do curso de Engenharia Agrônômica na Faculdade Cidade de Coromandel (FCC)
E-mail: wferrari250@yahoo.com.br

RENATA PRISCILA DE OLIVEIRA PAULA

Mestranda em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais
Docente do Curso de Engenharia Agrônômica da Faculdade Cidade de Coromandel (FCC)
E-mail: renataprisciladop@hotmail.com

DAYSE MENEZES DAYRELL

Mestranda em Produção Vegetal pela Universidade Federal de Viçosa
Docente no curso de Engenharia Agrônômica na Faculdade cidade de Coromandel (FCC)
E-mail: daysemdbio@hotmail.com

Resumo: A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) possui importância econômica, social e cultural para o Brasil. Os vários tipos de cultivares de grãos de feijão colocam o Brasil em destaque como produtor e consumidor, em contexto mundial. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar diferentes doses de boro (B) na cultura do feijão preto. O experimento foi conduzido na safra do ano agrícola 2021 na fazenda experimental da Faculdade Cidade de Coromandel, Coromandel (MG). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro doses de B (0; 100; 200; 300 g ha⁻¹), na concentração de 105,40 g L⁻¹ de boro. A aplicação foi realizada em duas etapas, sendo cada dose dividida em duas aplicações, realizadas aos 25 e 35 DAE. Por ocasião da maturação fisiológica foram realizadas as seguintes avaliações: número de vagens por planta, comprimento de vagens, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produção. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando o teste F foi significativo, ao teste Tukey, com $p < 0,05$. A utilização de dose de 300 g ha⁻¹ de boro influenciou em incrementos no número de vagens por planta, massa de 100 grãos e na produtividade da cultura do feijão preto.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L. Produtividade. Nutrição.

Abstract: In Brazil, the culture of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) has economic, social, and cultural importance. In a worldwide context, the several types of bean cultivars place Brazil in prominence as a producer and consumer. Thus, the present study aimed to analyze different dosages of boron (B) in the black bean crop. At 2021 crop year at the experimental farm of Faculdade Cidade de Coromandel, Coromandel (MG), the experiment was carried out. The experimental design used

was a randomized block design with five repetitions. The treatments consisted of four doses of B (0; 100; 200; 300 g ha⁻¹) at a concentration of 105.40 g L⁻¹ of boron. In two stages, the application was conducted, with each dose divided into two applications made at 25 and 35 DAE. At the physiological maturity, were performed the following evaluations: number of pods per plant, pod length, number of grains per pod, a mass of 100 grains, and yield. To variance analysis were submitted the data, and when the F test was significant, to the Tukey test, with $p < 0.05$. The application of a dose of 300 g ha⁻¹ of boron influenced increases in the number of pods per plant, a mass of 100 grains, and the yield of black bean culture.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L. Productivity. Nutrition.

1 INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa que está presente em todo território brasileiro e é cultivado por grandes, médios e pequenos produtores, sendo assim uma cultura de grande importância econômica (DALCHIAVON; NEVES; HAGA, 2016). É cultivado no Brasil nas mais variadas condições edafoclimáticas e em diferentes épocas e sistemas de cultivo, seja como cultura de subsistência, ou em cultivos totalmente tecnificados (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

O Brasil encontra-se em destaque entre os produtores e consumidores de feijão. A alta produtividade da cultura está atrelada à nutrição dos solos. A maioria dos solos brasileiros possui reservas de nutrientes insuficientes para atender as exigências das culturas, tornando-se imprescindível a adubação para a manutenção da produtividade da cultura do feijão ao longo dos anos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2014).

A cultura do feijão é de ciclo curto e possui características como sistema radicular pequeno e pouco profundo, o que torna a cultura exigente em nutrientes (ALMEIDA *et al.*, 2000). Sendo assim, em sistemas de produção que buscam altas produtividades, faz-se necessária a adoção de manejo adequado de fertilização mineral, com o intuito de manter o equilíbrio nutricional das plantas em um equilíbrio desejável (FLORES *et al.*, 2018).

Dentre os micronutrientes exigidos na nutrição das plantas, o Boro (B) é um nutriente participante de muitos processos metabólicos, constituindo-se num dos micronutrientes mais importantes para a obtenção de altas produtividades nas culturas (PANDEY; VERMA, 2017). A sua deficiência é uma das mais comuns entre os micronutrientes; no Brasil ocorre com maior constância nos solos de cerrado (SOUZA; OLIVEIRA; CASTIGLIONI, 2004).

A utilização da adubação foliar torna-se uma opção para garantir o suprimento em possíveis deficiências, proporcionando progressos no equilíbrio nutricional das culturas, aplicando-se micronutrientes em quantidades necessárias para as plantas (PERUCHI, 2009). Segundo Ascoli (2021), a adubação foliar com B na cultura do feijão é capaz de proporcionar acréscimos na produtividade da cultura e melhorias no que se refere à nutrição, ao crescimento e ao desenvolvimento das plantas, além de promover incrementos em relação à quantidade de nutrientes, à formação de reservas e à qualidade fisiológica das sementes.

Os micronutrientes são exigidos pelas plantas em menor quantidade, o que muitas vezes os deixa em segundo plano cenário nutricional das culturas. Isso gera

preocupação, uma vez que é comum a desinformação de muitos produtores rurais, em relação aos possíveis prejuízos sucedidos do não suprimento desses micronutrientes às plantas. No que se refere ao B, torna-se imprescindível à geração de resultados pela ciência, que, ao chegarem ao campo na forma de dados concretos, sejam capazes de impactar o setor produtivo para a importância desse micronutriente para as plantas. No cenário da produção da cultura do feijão, o desafio dos pesquisadores é compreender e gerar conhecimento sobre o papel do B no feijoeiro, a fim de disponibilizar ao produtor rural mecanismos capazes de corrigir ou minimizar as deficiências de B nas plantas, promovendo incrementos na produtividade e na qualidade das sementes e grãos produzidos (ASCOLI, 2021).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra do ano agrícola de 2021, na fazenda experimental da Faculdade Cidade de Coromandel, Coromandel (MG). A referida fazenda situa-se no município de Coromandel (MG), 18° 29' 55,07" de latitude sul e 47° 12' 36,10" de longitude oeste, a 995 metros de altitude.

Segundo a classificação dos macroclimas do Brasil elaborada por Köppen, o município de Coromandel está localizado em uma região de clima mesotérmico, de variedade Aw, com inverno seco e temperatura do mês mais quente maior que 22°C, que abrange partes das regiões centro-oeste e sudeste do país.

O solo da área experimental foi descrito como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (SANTOS *et al.*, 2013). As características químicas do solo foram determinadas antes da instalação do experimento e apresentaram os seguintes valores dos atributos químicos, na camada 0,0-0,20: 8,3 mg dm⁻³ de P (Melich); 3,9 dag kg⁻¹ de M.O.; 5,5 de pH (CaCl₂); 0,19 K; 2,24 Ca²⁺; 1,15 Mg²⁺ e 2,86 H+Al cmol^c dm⁻³, respectivamente, 56% de saturação por bases e o teor de B foi de 0,42 mg dm⁻³, sendo considerado médio no solo.

A cultivar feijão utilizada foi a IPR Uirapuru, cultivar do grupo preto, de ampla adaptação, registrada para cultivo a partir de julho de 2000. Apresenta hábito de crescimento indeterminado, porte ereto, guias curtas, com possibilidade de colheita mecânica. O tempo médio até o florescimento é de 43 dias, o ciclo médio é de 86 dias da emergência à colheita. Tem apresentado boa tolerância a déficit hídrico e alta temperatura ocorridos durante a fase reprodutiva (SEMENTES SANTA RITA, 2021).

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com cinco repetições. Os tratamentos consistiram: (0; 100; 200; 300g de B ha⁻¹), aplicadas via foliar utilizando como fonte de boro na concentração de 105,40 g/L. A aplicação foi realizada em duas etapas, sendo cada dose dividida em duas aplicações, realizadas aos 25 e 35 DAE. O produto comercial foi aplicado utilizando-se pulverizador costal pressurizado com CO₂, equipado com ponta tipo cone, com disco de 1,2 mm preto, com formato do jato em cone vazio, gotas pequenas, ângulo de 80 graus a 60 psl, realizando as aplicações no período matutino.

Cada parcela foi constituída de cinco linhas de cinco metros de comprimento, e espaçamento de 0,40 metros entre si, perfazendo uma área total de 8 m². A área útil foi constituída pelas três linhas centrais.

O plantio foi realizado de forma manual no mês de fevereiro e a colheita no mês de maio. Durante o ciclo da cultura foram realizados monitoramentos semanais e controle fitossanitário de pragas, doenças e controle cultural de plantas daninhas para evitar danos à cultura.

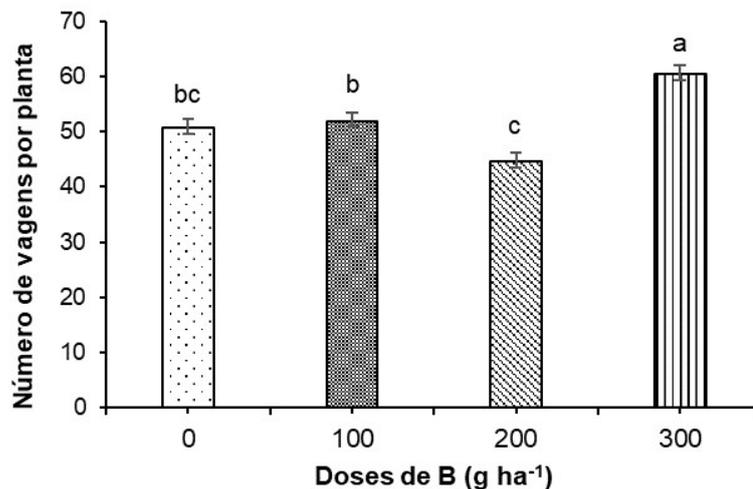
Após o estabelecimento e desenvolvimento da cultura foram coletadas 5 plantas de cada parcela e realizadas as seguintes avaliações: número de vagens por planta, comprimento das vagens, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos. As plantas da área útil de cada parcela foram submetidas à trilhagem manual, para estimar a produção da cultura.

Para análise de estatística dos dados, utilizou-se do software SISVAR (FERREIRA, 2014). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de vagens por planta apresentou diferença estatística significativa para as doses de boro aplicadas. Observa-se que o número de vagens não diferiu estatisticamente entre a testemunha e as doses de 100 e 200 g ha⁻¹ de B, apresentando 50,70; 51,96 e 44,25 vagens por planta, respectivamente. Conforme se observou a dose de 300 g ha⁻¹ diferiu estatisticamente das demais doses, apresentando 60,36 vagens por planta (Figura 1).

Figura 1: Número de vagens por planta em função da adubação com diferentes doses de boro na cultura do feijão preto. Coromandel (MG), 2021. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, a 5%, de probabilidade



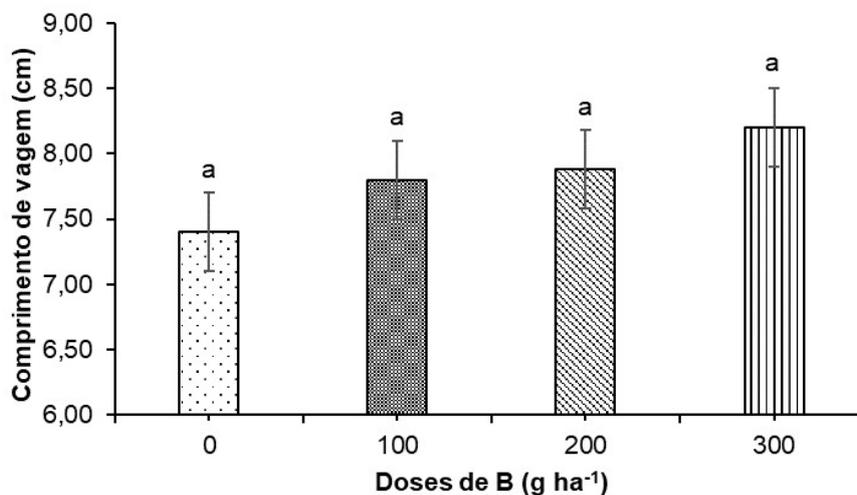
Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Estes resultados corroboram os encontrados por Silveira *et al.* (2015), que observaram efeito positivo do boro sobre a produtividade do feijoeiro, em virtude do aumento no número de vagens por planta e grãos por vagem. Esses resultados diferem dos encontrados por Farinelli *et al.*, (2008), que, avaliando características agrônômicas do

feijoeiro comum em função de diferentes doses de B aplicada via foliar, encontraram médias menores do que as do presente trabalho para a variável número de vagens por planta, não observando diferença significativa entre os tratamentos.

O comprimento das vagens de feijão preto não apresentou diferença estatística quanto às diferentes doses de boro aplicadas. No entanto, observou-se que o maior comprimento foi encontrado com a aplicação de 300 g ha⁻¹, com 8,20 cm de comprimento. Para as demais doses, verificou 7,40; 7,80 e 7,88 cm para 0; 100 e 200 g ha⁻¹ de B, respectivamente (Figura 2), indicando que, apesar da ausência de diferença estatística significativa, o comprimento de vagens é influenciado positivamente pela adubação boratada.

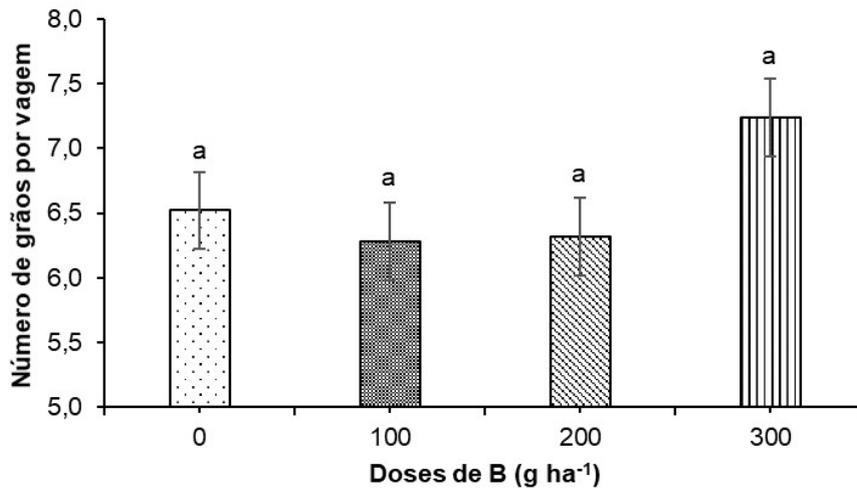
Figura 2: Comprimento de vagens em função da adubação com diferentes doses de boro na cultura do feijão preto. Coromandel (MG), 2021. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, a 5%, de probabilidade



Fonte: dados da pesquisa, 2021.

O número de grãos por vagens não apresentou diferença estatística para as diferentes doses de boro aplicadas na cultura do feijão preto. As médias ficaram entre 6,52; 6,28; 6,32 e 7,24 grãos por vagem, para as doses de 0; 100; 200 e 300 g ha⁻¹ de boro (Figura 3).

Figura 3: Número de grãos por vagens em função da adubação com diferentes doses de boro na cultura do feijão preto. Coromandel (MG), 2021. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, a 5%, de probabilidade

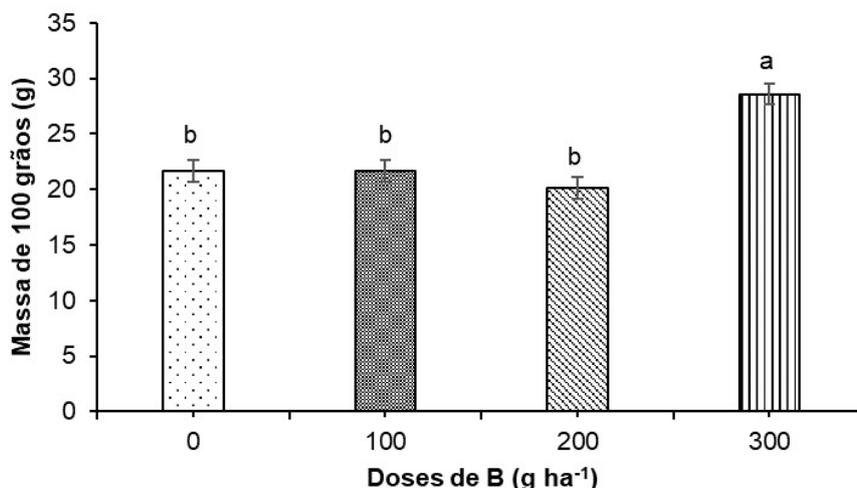


Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Observou-se que, apesar da ausência de diferenças estatísticas entre as doses, o maior número de grãos foi encontrado para a dosagem máxima de boro. Os resultados diferem dos encontrados por Fageria (2014). No entanto, Marschner (2012) descreveu que a ausência de cálcio e boro pode intervir na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico, tendo como efeito a redução do número de sementes por vagem. Konno (2012) ressalta que a aplicação foliar de B na cultura do feijão é importante para que o desenvolvimento das flores e vagens não seja afetado. Uma possível deficiência pode não só resultar em sintomas visuais de anormalidade como também apresentar alterações nas funções normais no processo de formação dos grãos.

A massa de 100 grãos de feijão preto sofreu influência significativa das diferentes doses de boro. Verificou-se que não houve diferença estatística entre as doses de 0; 100 e 200 g ha⁻¹ de boro, apresentando pesos de 21,64; 21,62 e 20,16 gramas, respectivamente. No entanto, observou-se que a dose máxima de boro de 300 g ha⁻¹ diferiu estatisticamente das demais apresentando resultados positivos para a adubação com boro. Para tal, foram encontrados 28,60 gramas para o peso de 100 grãos (Figura 4).

Figura 4: Massa de 100 grãos em função da adubação com diferentes doses de boro na cultura do feijão preto. Coromandel (MG), 2021. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, a 5%, de probabilidade

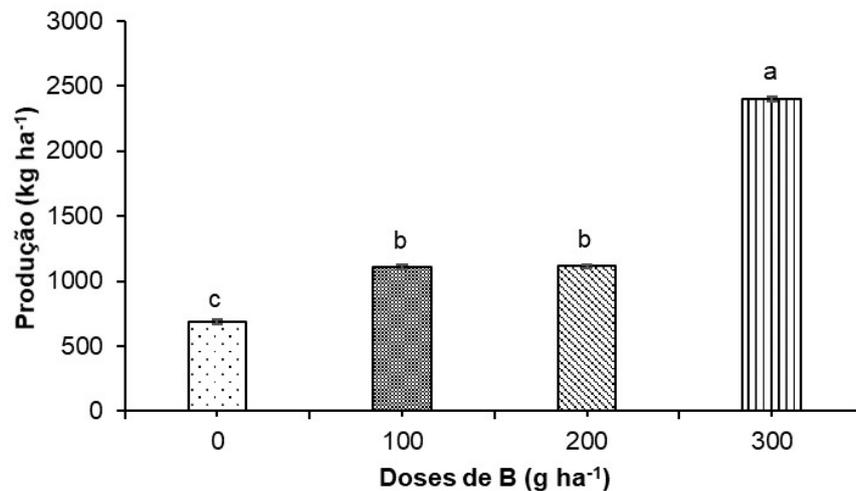


Fonte: dados da pesquisa, 2021.

O acréscimo no rendimento de grãos do feijão comum através da adubação boratada é conferido pelas funções que o elemento mineral desempenha na planta, como na germinação de grãos de pólen, crescimento do tubo polínico e formação de sementes (FAGERIA *et al.*, 2015). Os resultados encontrados no presente trabalho diferem dos encontrados por Oliani *et al.*, (2011), que, ao avaliarem os efeitos da adubação boratada foliar, utilizando doses de 0, 150, 300 e 450 g ha⁻¹, concluíram que essas doses de B não influenciaram significativamente a massa de mil grãos. Também Silva *et al.* (2006), ao estudarem os efeitos da aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro, não observaram diferenças significativas entre os tratamentos para a massa de 100 grãos.

Para a produtividade, verificou-se que houve diferenças estatísticas entre as doses de boro aplicadas. Observou-se que a testemunha diferiu estatisticamente das demais apresentando a menor produtividade (682,5 kg ha⁻¹). As doses de 100 e 200 de boro não diferiram estatisticamente entre si, no entanto diferiram das demais, apresentando 1.105 e 1.112,5 kg ha⁻¹ respectivamente. A dose de 300 g ha⁻¹ de boro diferiu estatisticamente das demais doses, apresentando produtividade superior com 2.402,5 kg ha⁻¹ (Figura 5).

Figura 5: Produtividade em função da adubação com diferentes doses de boro na cultura do feijão preto. Coromandel (MG), 2021. Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey, a 5%, de probabilidade



Fonte: dados da pesquisa, 2021.

Os resultados do presente trabalho diferem dos encontrados por Silva *et al.* (2006), que avaliaram a influência da aplicação foliar de boro na época do florescimento do feijoeiro da “seca”, na região de Botucatu (SP) – não afetou a produtividade de grãos do feijoeiro e seus componentes. Esses resultados corroboram os achados de Flores *et al.* (2018), que, ao avaliarem o desempenho do feijoeiro submetido a quatro fontes de B (ácido bórico, bórax, borogran e FTE BR 12) e cinco doses (0, 1, 2, 3 e 4 kg ha⁻¹), notaram influência significativa na produtividade da cultura. Costa *et al.* (2014) encontraram resultados similares à produção na dosagem de 300 g ha⁻¹ de boro com maior valor médio de 2.857,60 kg ha⁻¹. De acordo com El-Dahshouri *et al.* (2018), as plantas precisam do boro para que o seu crescimento ocorra normalmente, uma vez que sua ausência ou toxicidade nos vegetais desencadeia vários danos em seus processos fisiológicos como divisão celular, absorção de cálcio, translocação de açúcar, metabolismo de carboidratos e crescimento do tubo polínico.

4 CONCLUSÃO

A utilização da dose de 300 g ha⁻¹ de boro influenciou em incrementos no número de vagens por planta, massa de 100 grãos e na produtividade da cultura do feijão preto. O comprimento de vagens e o número de grãos por vagem não sofreram influência significativa quanto às diferentes doses de boro utilizadas. A adubação boratada na cultura do feijão preto representa um fator imprescindível para o desenvolvimento dos parâmetros produtivos da cultura.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. *et al.* Ureia em cobertura e via foliar em feijoeiro. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 293-298, 2000.
- ASCOLI, A. A. **Doses e fontes de boro via foliar nas características agronômicas e composição e qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro**. 2021. 121 f. Tese (Doutorado Agronomia/Sistema de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP. Ilha Solteira, 2021.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2014.
- COETZER, L. A. *et al.* The effect of boro non replication in tomato and bean (*Phaseolus vulgaris*). **South African Journal of Plant and Soil**, v. 7, p. 212-217, 1990.
- COSTA, L. F. D. S. *et al.* Aplicação de boro em feijoeiro e aspectos microbiológicos do solo. **Revista Mirante**, Anápolis (GO), v. 7, n. 2, dez. 2014.
- DALCHIAVON, F. C.; NEVES, G.; HAGA, K. I. Efeito de estresse salino em sementes de *Phaseolus vulgaris*. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 39, n. 3, p. 404-412, 2016.
- EL-DAHSHOURI, M. F. *et al.* Improving seed production of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants as a response for Calcium and Boron. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, v. 19, n. 5, p. 211-219, 2018.
- FAGERIA, N. K. *et al.* **Nutrição mineral do feijoeiro**. Embrapa, Brasília, p. 394, 2015.
- FAGERIA, N. K. *et al.* Calagem e Adubação. In: GONZAGA, A. C. O. (ed. Tec.). **Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: EMBRAPA, p. 247, 2014.
- FARINELLI, R. *et al.* Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão adubados via foliar com cálcio e boro. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 59-65, 2008.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- FLORES, R. A. *et al.* Grain yield of *Phaseolus vulgaris* in a function of application of boron in soil. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, Basel, v. 18, n. 1, p. 144-156, 2018.
- KONNO, S. Physiological study on the mechanisms of seed production of soybean plant. **Proc. Crop. Sci. Soc.**, p. 236-248. 2012.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 2012.

OLIANI, D. *et al.* Adubação foliar com boro e manganês na cultura do feijão. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 8, p. 9-14, 2011.

OLIVEIRA, M. G. C. *et al.* **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

PANDEY, N. A.; VERMA, P. Boron deficiency and toxicity and their tolerance in plants: a review. **Journal of Global Biosciences**, Amsterdam, v. 6, n. 4, p. 4958-4965, 2017.

PERUCHI, M. **Aplicação de fontes de boro e zinco via foliar em culturas anuais**. 2009. 78 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2009.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013.

SEMENTES SANTA RITA. **IPR Uirapuru**. 2021. Disponível em: <https://www.sementessantarita.com.br/sementes/29/ipr-uirapuru/>. Acesso em: 29 ago. 2021.

SILVA, T. R. B. da *et al.* Aplicação foliar de boro e cálcio no feijoeiro. **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 46-52, 2006.

SILVEIRA, P. M. *et al.* **Adubação foliar do Feijoeiro: Revisão de Literatura**. Documentos, n. 307, 2015.

SOUZA, A.; OLIVEIRA, M. F.; CASTIGLIONI, V. B. R. O boro na cultura do girassol. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 27-34, 2004.

Resíduos orgânicos aplicados ao solo apresentam riscos de elementos-traço para a cultura do milho?

Do organic residues applied to the soil present trace element risks for the corn crop?

LAWREN KRISTINE DE OLIVEIRA MORAIS

Universidade de Rio Verde, Mestrado em Produção Vegetal (GO)
E-mail: lawrenmoraes@hotmail.com

MENDONÇA DOS SANTOS

Universidade de Rio Verde, Mestrado em Produção Vegetal (GO)
E-mail: veridiana@unirv.edu.br

VERIDIANA CARDOZO GONÇALVES CANTÃO

Universidade de Rio Verde, Mestrado em Produção Vegetal (GO)
E-mail: jonathanmsantos98@gmail.com

RAQUEL DE SOUSA NETA

Universidade de Rio Verde, Mestrado em Produção Vegetal (GO)
E-mail: raquels.neta@gmail.com

ROSE LUIZA MORAES TAVARES

Universidade de Rio Verde, Mestrado em Produção Vegetal (GO)
E-mail: roseluiza@unirv.edu.br

WILLIAM PERES

Universidade Federal de Pelotas (RS)
E-mail: william.conselheiro@hotmail.com

SAULO STRAZEIO CARDOSO

Faculdades Associadas de Uberaba (MG)
E-mail: saulo.cardoso@fazu.br

Resumo: O alto valor dos fertilizantes tem efeito considerável no custo final da produção agrícola no Brasil. Para a redução dos custos, alguns produtores utilizam adubos orgânicos como fonte de nutrientes. Sabe-se que os elementos-traço (ET's), como o cádmio (Cd) e o chumbo (Pb) estão presentes em fertilizantes minerais e orgânicos, o que evidencia ainda mais a importância e a significância deste trabalho. Objetivou-se comparar os teores obtidos de Cd e Pb com os efeitos dos resíduos orgânicos aplicados no solo na dose recomendada para a cultura do milho. Realizou-se o experimento em casa de vegetação; o solo utilizado foi Latossolo Vermelho Distrófico. O experimento foi em delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições. Foram adotadas as práticas de calagem e adubação para atender as necessidades da cultura do milho. Os tratamentos foram compostos por: Controle: sem adubação (T1); Adubação mineral (T2), Torta de filtro (T3),

Dejetos suínos (T4), Cama de frango (T5) e Esterco bovino (T6). Analisou-se a altura de plantas, massa fresca, massa seca e teor de Cd e Pb na parte aérea e raízes. Os resíduos orgânicos apresentaram os ET's Cd e Pb em baixos teores de forma que, após mineralizado, pode ter ficado adsorvido (retido) as cargas do solo evitando danos à cultura do milho. Sendo assim, independentemente do teor de Cd e Pb presente nos resíduos, eles não causaram impactos, pois as suas concentrações nas plantas não ultrapassaram os limites regulamentados desses nutrientes.

Palavras-chave: Cádmiu. Chumbo. Fertilizante. *Zea mays L.*

Abstract: In Brazil, the high value of fertilizers has a considerable effect on the final cost of agricultural production. To reduce these costs, some producers use organic fertilizers as a source of nutrients. It is aware that trace elements (TE), such as cadmium (Cd) and lead (Pb), are present in mineral and organic fertilizers, which further highlights the importance and significance of this work. The objective was to compare the obtained levels of Cd and Pb to the effects of organic residues applied to the soil at the recommended dose for the corn crop. In a greenhouse was experimented and the soil used was Dystrophic Red Oxisol. A completely randomized design with four replications was carried out in the experiment. Liming and fertilization practices were adopted to meet the needs of the corn crop. The treatments consisted of Control: without fertilization (T1), Mineral fertilization (T2), Filter pie (T3), swine manure (T4), Chicken litter (T5), and Cattle manure (T6). In aerial part and roots were analyzed: plant height, fresh mass, dry mass, and Cd and Pb content. The organic residues presented the Cd and Pb TE's in low levels so that, after mineralized, they may have been adsorbed (retained) to the soil loads avoiding damage to the corn crop. Thus, regardless of the content of Cd and Pb present in the residues, they did not cause impacts, as their concentrations in plants did not exceed the regulated limits of these nutrients.

Keywords: Cadmium. Lead. Fertilizer. *Zea mays L.*

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*), por seu potencial produtivo, com sua composição química e seu valor nutritivo, constitui-se em um dos mais significativos cereais cultivados e utilizados no mundo (FANCELLI; DOURADO NETO, 2000), sendo empregado na alimentação humana e na animal. Por ser uma das mais importantes gramíneas para o cultivo comercial na safra de verão e fornecer expressiva quantidade de palha e matéria orgânica ao sistema (CASTOLDI *et al.*, 2011), a aplicação de resíduos agropecuários possibilitam incrementos na produtividade (COLLIER *et al.*, 2006) para o milho, assim fornecendo nutrientes para o solo melhorando a fertilidade.

Os solos brasileiros são altamente intemperizados e com baixa fertilidade natural, com isso práticas de adubação são necessárias para uma boa produção. Com o crescimento da poluição e o elevado custo dos fertilizantes, a aplicação de resíduos orgânicos na agricultura é uma escolha agradável considerando a economia e o ciclo do carbono (C) e nutrientes (SILVA, 2011). O potencial agrícola dos resíduos orgânicos tem alavancado o aumento nas pesquisas (RIBEIRO JÚNIOR; MELO, 2008), demonstrando que a comunidade científica está alerta para as questões relacionadas ao ambiente.

Os dejetos de suínos e aves são fontes com alto teor de nutrientes, especialmente nitrogênio (N); quando conduzidos adequadamente, podem suprir, parcial ou

totalmente, o fertilizante químico na produção de grãos. Além do benefício como fonte de nutrientes, o seu uso acrescenta matéria orgânica aperfeiçoando os atributos físicos do solo, reduz a erosão, melhora a aeração e gera um ambiente mais propício para o desenvolvimento da flora microbiana do solo. Assim sendo, os resíduos orgânicos são classificados de baixo custo e de alta restituição econômica para a agricultura, além do retorno direto da atividade (TOSTO *et al.*, 2007).

A utilização de resíduos orgânicos no solo favorece a complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, o restabelecimento da estrutura, maior infiltração e retenção de água, aumento da aeração e da atividade e diversidade microbianas, por comportar altos teores de matéria orgânica (CERETTA *et al.*, 2003), constituindo-se, assim, em componentes fundamentais para o aumento da capacidade produtiva do solo. Juntamente com os nutrientes, os fertilizantes orgânicos apresentam em sua composição elementos-traço (ET's), como o chumbo (Pb) e cádmio (Cd). Seus teores naturais no solo não oferecem riscos, no entanto são incorporadas no ambiente devido a adições antropogênicas (CÔNSOLO, 2015). Entretanto, por conter teores variáveis de ET's, os fertilizantes orgânicos podem poluir o solo e contaminar as plantas, o que pode comprometer a saúde humana e animal (MATOS, 2020).

Ao contrário dos contaminantes orgânicos, os elementos-traço não são degradáveis e, apesar de apresentar alguma mobilidade no meio ambiente, a contaminação por esses elementos é relativamente estável ao longo do tempo. O solo acumula e concentra os ET's, devido a sua capacidade de retenção principalmente, nas camadas superficiais e que correspondem à parte biologicamente mais ativa do solo (SILVA, 2018).

Os elementos-traço são encontrados naturalmente, em todas as rochas que compõem a litosfera e são depositados no sedimento através do processo de intemperismo. Normalmente são tóxicos e bioacumulativos, por não serem degradáveis (FERREIRA *et al.*, 2010); dessa forma, são considerados uma das maiores fontes de poluição do solo. Elementos como Cd, Pb e Arsênio (As) não têm uma função biológica conhecida e podem exercer efeitos deletérios sobre vários componentes da biosfera quando são concentrados a valores acima de seus níveis considerados de referência (MAGNA, 2013).

Disfunções nas plantas ocasionadas pela presença de ET's afetam a vegetação e reduzem a habilidade competitiva e a taxa natural de regeneração das espécies (BRECKLE; KAHLE, 1992). Entretanto, pouco se sabe sobre os efeitos ocasionados na absorção de nutrientes pelas plantas devido à presença dos elementos Cd e Pb na solução do solo (GONÇALVES, 2009).

ET's como o mercúrio (Hg), chumbo e cádmio não possuem nenhuma função dentro dos organismos e a sua acumulação pode provocar graves doenças, sobretudo nos mamíferos. Quando lançados como resíduos industriais, na água, no solo ou no ar, esses elementos podem ser absorvidos pelos vegetais e animais das proximidades, provocando graves intoxicações ao longo da cadeia alimentar (PEREIRA; EBECKEN, 2008).

Devido aos teores relativamente baixos do Cd e Pb em fertilizantes comerciais, muitos pesquisadores recomendam a sua utilização sem restrições, quanto aos problemas de contaminação ambiental. No entanto, pouca informação está disponível

sobre a absorção desses metais por plantas em solos adubados com diferentes fertilizantes fosfatados e adubos orgânicos e o efeito de acumulação desses elementos no solo a longo prazo (RAIJ *et al.*, 1997).

Tendo em vista a relevância em otimizar a utilização de resíduos orgânicos como fonte de nutrientes e verificar se são passíveis de impactos ambientais por ET's, objetivou-se avaliar os efeitos dos elemento-traços cádmio e chumbo presente em resíduos orgânicos e seus efeitos na cultura do milho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação climatizada, no período de junho a agosto de 2018. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por: controle (sem adubação) (T1); adubação mineral (T2), torta de filtro (T3), dejetos líquido de suíno (T4), cama de frango (T5) e esterco bovino (T6). As unidades experimentais foram compostas por vasos com capacidade para 5 dm³ de solo.

O solo utilizado para o preenchimento dos vasos foi coletado em uma área com Latossolo Vermelho Distrófico (SANTOS *et al.*, 2018). Previamente à instalação do experimento, o solo foi submetido à análise de fertilidade (Tabela 1), seguindo a metodologia da Embrapa (2009). A correção do solo (método de saturação por bases para 60%, 90 dias antes da semeadura) e a adubação foram realizadas tomando como base os resultados da análise do solo seguindo-se as orientações de Sousa e Lobato, (2004), e a dose dos adubos orgânicos foi realizada a partir do teor de potássio (K) nos mesmos (Tabela 2) e estes foram misturados ao solo. Os demais nutrientes foram mantidos em igualdade utilizando-se sais P.A. aplicados na forma de solução nutritiva. Semearam-se 4 sementes de milho por vaso (híbrido 30K75, Pioneer) que foram desbastadas 7 dias após a germinação, mantendo-se duas plantas por vaso. A irrigação foi feita diariamente mantendo-se os vasos com 70% da capacidade de campo, mediante a pesagem dos vasos.

Tabela 1: Análise química do Latossolo Vermelho Distrófico utilizado no experimento

pH	P	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺ A ₁	SB	CTC	V	m	MO
CaC ₂	mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³						%	g dm ⁻³	
4,6	0,6	2,8	0,3	1,21	1,02	0,19	4,5	2,5	7,0	36,0	7,0	35,1
B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	Areia	Silte	Argila	Ca	Mg	K	Ca/Mg
mg dm ⁻³						%						
0,14	3,74	62,40	74,80	2,34	1,00	46,0	6,0	46,0	17,0	14,5	4,3	1,2

Fonte: dados da pesquisa, 2018.

As avaliações foram realizadas na parte aérea e raízes das plantas de milho. As características avaliadas foram: altura de plantas, comprimento de raiz, massa fresca e

seca e teores de Cd e Pb na parte aérea e raízes do milho. Os resíduos orgânicos (Tabela 2) foram analisados quanto à presença de nutrientes (TEDESCO, 1995), de matéria orgânica (EMBRAPA, 2009) e elementos-traço (USEPA, 1998).

Tabela 2: Caracterização química dos resíduos orgânicos e quantidade adicionada por vaso na adubação

Resíduo	pH	N	P	K	Na	MF	MS	Umidade	Pb	Cd	Adubação
		----- mg dm ⁻³ -----				----- g ----		%		µg dm ⁻³	g vaso ⁻¹
Cama de frango	8,76	2,40	0,15	19,17	3,47	11,40	8,74	23,32	0,60	2,84	9,58
Esterco bovino	9,55	1,60	0,20	15,23	2,50	14,85	10,05	32,82	0,83	1,57	7,61
Torta de filtro	6,55	0,37	0,11	0,93	0,10	29,51	18,99	35,32	9,21	1,65	0,46
Dejeto suíno	7,11	0,20	0,01	1,47	1,47	68,12	0,04	99,95	8,46	0,76	0,73

Fonte: dados da pesquisa, 2018.

A extração dos ET's foi realizada em forno de micro-ondas pelo método 3051A (USEPA, 1998) e a quantificação em espectrofotômetro de absorção atômica com forno de grafite. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, em caso de significância, as médias passaram pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) no programa Sisvar (FERREIRA, 2019).

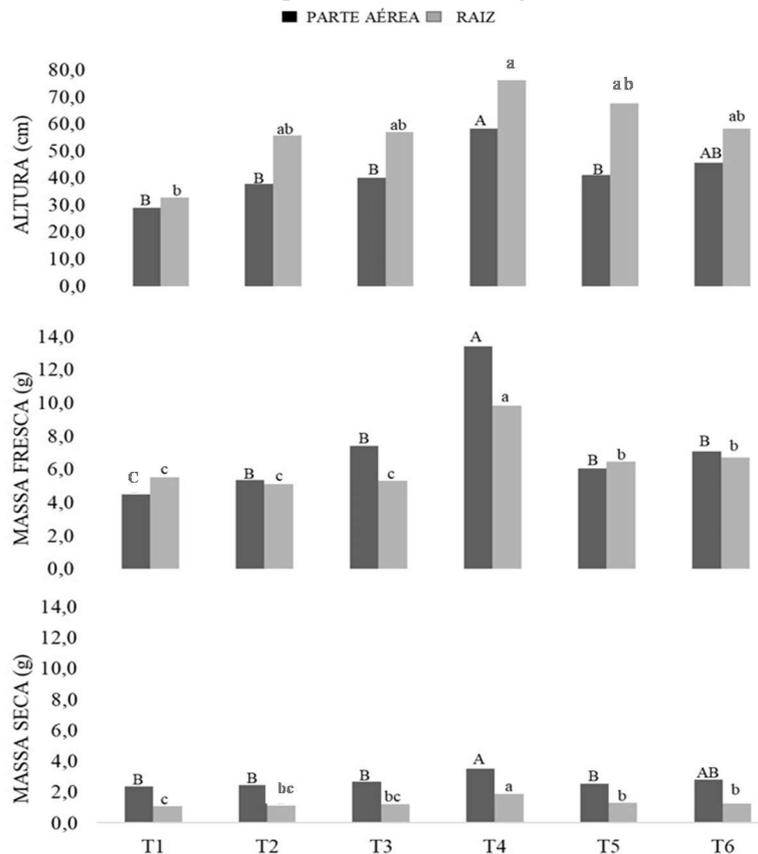
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para massa fresca da parte aérea (MFPA) e raiz (MFR), massa seca da parte aérea (MSPA) e raiz (MSR), altura de parte aérea (APA) e comprimento de raiz (CR) são apresentados na Figura 1. Observou-se que o uso de dejetos suínos proporcionou as maiores APA, CR, e massas frescas e secas da parte aérea e raízes. A utilização de dejeto suíno, além de atuar como condicionador do solo, aumenta a disponibilidade de todos os nutrientes às plantas, bem como altera a capacidade de troca de cátions e a complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes (SANTOS; CAMARGO, 1999).

Cassol *et al.* (2012) constatou que o DLS aplicado em Latossolo Vermelho distroférico, com o cultivo de aveia-milho em plantio direto, com doses de 100 até 200 m³ ha⁻¹, no período de nove anos, o teor de P na cultura do milho atingiu 120 dias após o plantio. Aos 60 dias após o plantio, o maior teor de N foliar foi confirmado no tratamento de serapilheira, seguido do fertilizante líquido, que apresentou valor intermediário, e da fertilização com ureia.

RESÍDUOS ORGÂNICOS APLICADOS AO SOLO APRESENTAM RISCOS DE ELEMENTOS-TRAÇO PARA A CULTURA DO MILHO?

Figura 1: Parâmetros biométricos do milho. Mesma letra indica que os tratamentos não diferem pelo teste de Tukey a 5%



Letras maiúsculas comparam os tratamentos na parte aérea e minúsculas nas raízes. Rio Verde (GO), 2018. T1: Controle, T2: Mineral, T3: Torta de Filtro, T4: Dejeito Suíno, T5: Cama de Frango, T6: Esterco Bovino.

Fonte: dados da pesquisa, 2018.

É necessária uma dose maior que 50 para o DLS ser utilizado como fertilizante no cultivo de milho direto, mas para obter 90% ou mais do rendimento máximo esperado de variedades com alto potencial de produção, leva-se em consideração o valor de N, P e K e aplicação de DLS. Estima-se que a dose de dejeito pode proporcionar maior retorno econômico quando utilizado isoladamente é 44; porém, nesta dose, a produção de milho é limitada a cerca de 72% do máximo esperado (LÉIS *et al.*, 2013).

Embora na literatura esteja descrito que a cama de frango é uma grande fornecedora de nutrientes e sugerida a utilização desse material como adubo orgânico, os resultados aqui obtidos não mostraram tal potencial do resíduo. Observou-se ainda na parte aérea que os parâmetros mencionados anteriormente ocorreram em menor proporção nos demais tratamentos, dando-se destaque ao tratamento controle. Os resultados de parte aérea deixaram evidente que a adubação é necessária independentemente da fonte utilizada.

Já Konzen (2003) constatou que, em plantio direto na cultura da soja, a dose de 1,8 t ha⁻¹ de cama de frango foi eficiente na produção. As doses de 3,6 e 5,0 t ha⁻¹ de cama de frango foram mais viáveis na produção de milho no sistema de plantio direto. Na

Urochloa brizantha Marandu (9,8 t ha⁻¹); BRS *Paiaguás* e *Xaraés* (15 t ha⁻¹) houve aumento na produtividade de matéria seca e índice de SPAD, com a adubação de cama de frango, podendo ser satisfatórias em pastos de clima tropical na região do serrado (MELO *et al.*, 2021). Dejeito líquido suíno e cama de frango podem se tornar fertilizantes eficientes e seguros na produção de grãos e pastagens, sendo economicamente benéficos na produção de grãos (KONZEN, 2003).

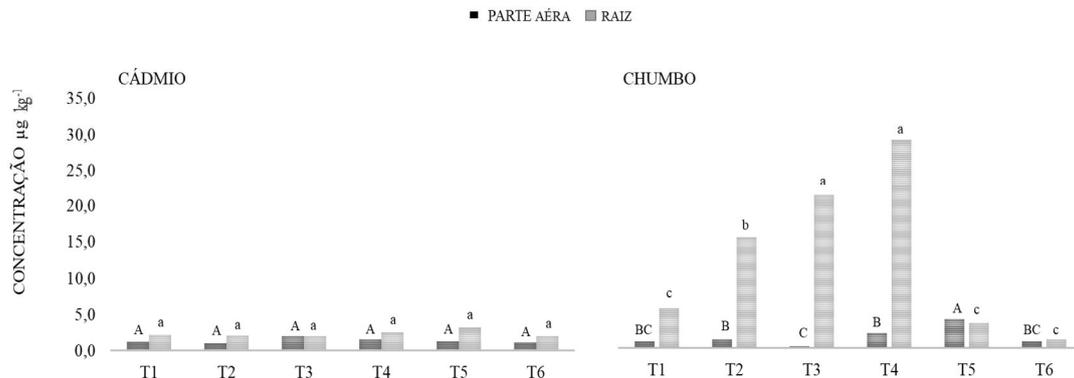
Como previsto, os resíduos que não possuíam quantidades satisfatórias de nutrientes e uma alta umidade não foram capazes de incrementar os indicadores da produtividade do milho, exceto a torta de filtro e dejeito suíno que obtiveram resultados interessantes para um possível uso em maior escala. Entretanto, a cama de frango promoveu resultados significativos, que são associados à quantidade de potássio, sendo assim uma alternativa interessante como fonte desse macronutriente, pois o potássio é 100% disponibilizado para as plantas pouco tempo após a sua aplicação.

Os teores de Cd e Pb na parte aérea e raízes do milho são apresentados na Figura 2. O teor de Cd nos tecidos foliar e radicular do milho não diferiram com a aplicação dos resíduos. Os valores mínimos e máximos encontrados na parte aérea e raízes foram, respectivamente, < que o limite de detecção do equipamento (mineral) e 2,21 µg kg⁻¹ (torta de filtro), 1,98 µg kg⁻¹ (esterco bovino) e 4,01 µg kg⁻¹ (cama de frango). Os teores de Pb variaram na parte aérea de 0,23 µg kg⁻¹ (torta de filtro) a 4,91 µg kg⁻¹ (cama de frango) e nas raízes de 1,17 µg kg⁻³ (esterco bovino) a 29,14 µg kg⁻³ (dejeito suíno). Entretanto, ao contrário do que ocorreu com o Cd, o uso dos resíduos resultou em significância nos teores do elemento nos tecidos foliar e radicular do milho. Os resultados indicam com clareza que as reações de mineralização dos resíduos orgânicos governam a absorção dos ET's pela planta, além disso o elemento apresenta baixa translocação da raiz para parte aérea.

Apenas uma pequena parte do mercúrio absorvido pelas raízes é translocada para parte aérea da planta; o acúmulo nas raízes é entendido como um obstáculo usado na absorção e transporte (ANDRADE, 2011).

Os teores de Cd e Pb encontrados, tanto na parte aérea, quanto na raiz, estão abaixo do permitido, portanto não causam problema na saúde humana e no meio ambiente estando inferior ao estabelecidos na legislação. CORGUINHA *et al.* (2015) também observaram teores de Cd e Pb inferiores ao estabelecido pelo Codex Alimentarius. Os autores quantificaram os teores de Cd e Pb nos produtos colhidos de áreas comerciais e experimentais das culturas da arroz, batata, milho, soja, trigo produzidas no estados de Mato Grosso e Minas Gerais em diferentes sistemas de produção, como plantio direto, convencional e rotação de culturas.

Figura 2: Teor de Cd e Pb no milho. Mesma letra indica que os tratamentos não diferem pelo teste de Tukey a 5%



Letras maiúsculas comparam os tratamentos na parte aérea e minúsculas nas raízes. Rio Verde (GO), 2018. T1: Controle, T2: Mineral, T3: Torta de Filtro, T4: Dejeto Suíno, T5: Cama de Frango, T6: Esterco Bovino.

Fonte: dados da pesquisa, 2018.

Os resíduos orgânicos apresentaram Pb e Cd em baixas concentrações, de forma que, após mineralizados no solo, não causaram danos à cultura do milho (Figura 2). Sendo assim, independentemente do teor dos ET's presente nos resíduos, os mesmos não causaram impactos, pois suas concentrações em solos e plantas não ultrapassaram os limites regulamentados dos elementos. McBride e Spiers (2001) relatam, entretanto, que um aumento significativo do teor de elementos-traço nos solos pela aplicação de fertilizantes pode levar décadas. Mas ressaltam a importância de seguir as recomendações técnicas e legais para uso dos resíduos orgânicos na agricultura.

O Pb tem como característica apresentar alta adsorção e baixa mobilidade, sendo assim pouco disponível para absorção pelas plantas. É importante enfatizar que, mesmo que os teores de ET's nos solos não alcancem valores acima de limites estabelecidos por instituições como USEPA e CETESB, esses elementos podem permanecer em formas biodisponíveis e ou bioacessíveis por muitos anos (ALLOWAY, 1995).

Baseando-se nos resultados obtidos, verifica-se que a adubação orgânica com dejeto suíno na dose recomendada proporcionou melhorias nos parâmetros biométricos do milho. Os resíduos orgânicos avaliados quando aplicados ao solo na dose recomendada para a cultura do milho não apresentaram riscos devido à presença de cádmio e chumbo em suas composições, pois os teores dos ET's nas raízes e parte aérea não ultrapassaram os limites regulamentados para teor presente em grãos estipulados no Codex alimentarius. Entretanto, para uma utilização sem riscos ambientais e para a saúde, é fundamental avaliar os adubos quanto a presença de ET's.

4 CONCLUSÕES

O dejeto suíno pode ser uma boa opção como complemento na adubação mineral, pois possibilitou incremento na altura de plantas, comprimento de raiz e massas fresca e seca da parte aérea e raízes do milho.

Independentemente do teor de Cd e Pb presente nos resíduos, não causaram impactos, pois as suas concentrações nas plantas não ultrapassaram os valores limites estipulados pelas instituições regulamentadoras.

REFERÊNCIAS

- ALLOWAY, B.J. **Heavy metals in soils**. 2. ed. Glasgow: Blackie Academic, 1995.
- ANDRADE, M. G. de. **Elementos-traço As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Se e Zn em latossolos e plantas de milho após treze aplicações anuais de lodo de esgoto**. 2011. 105f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista.
- BRECKLE, S. W.; KAHLE, H. Effects of toxic heavy metals (Cd, Pb) on growth and mineral nutrition of beech (*Fagus sylvatica* L.). **Vegetatio**, v. 101, p. 43-53, 1992.
- CASSOL, P. C. *et al.* Disponibilidade de macronutrientes e rendimento de milho em Latossolo fertilizado com dejetos suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1911-1923, 2012.
- CASTOLDI, G. *et al.* Sistemas de cultivo e uso de diferentes adubos na produção de silagem e grãos de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, p.139-146, 2011.
- CERETTA, C. A. *et al.* Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, p. 729-735, 2003.
- COLLIER, L. S. *et al.* Manejo da adubação nitrogenada para o milho sob palhada de leguminosas em plantio direto em Gurupi, TO. **Ciência Rural**, v. 36, p. 1100-1105, 2006.
- CÔNSOLO, F. Z. **Avaliação das concentrações de magnésio, zinco, cobre, ferro, alumínio, cromo, níquel, cobalto e molibdênio nas hortaliças tuberosas comercializadas e consumidas em Mato Grosso do Sul**. 2015. 126f. Tese (Doutorado em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste) – Universidade Federal do Mato Grosso.
- CORGUINHA, A. P. B. *et al.* Assessing arsenic, cadmium, and lead contents in major crops in Brazil for food safety purposes. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.37, p.143-150, 2015.
- EMBRAPA. **Manual de análises de solo, planta e fertilizante**, Brasília: Embrapa Produção de Informação, 2009.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária 2000.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, p. 529-535, 2019.

FERREIRA, A. P. *et al.* Avaliação das concentrações de metais pesados no sedimento, na água e nos órgãos de *Nycticorax nycticorax* (Garça-da-noite) na Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 10, n. 2, p. 229-241, 2010.

GONÇALVES, V. C. **Cádmio, chumbo e níquel**: teores em fertilizantes fosfatados e fracionamento e sorção em solos do Rio Grande do Sul. 2009. 133f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

KONZEN, E. A. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003 67p. (Circular Técnica 31).

LÉIS, C. M. *et al.* **Uso de dejetos suínos e absorção de nutrientes pela cultura do milho e plantas espontâneas**. 2013. 81f. (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Santa Catarina.

MAGNA, G. A. M. *et al.* Chumbo e cádmio detectados em alimentos vegetais e gramíneas no município de Santo Amaro-Bahia. **Química Nova**, v. 7, p. 989-997, 2013.

MATOS, A.T. **Poluição ambiental**: impactos no meio físico. Editora UFV, Viçosa, 2020.

McBRIDE, M. B.; SPIERS, G. Trace elements content of selected fertilizers and dairy manures as determined by ICP-MS. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 32, p. 139-156, 2001.

MELO, A. F. *et al.* Desempenho produtivo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (sin. *Urochloa brizantha*) submetidas à adubação orgânica. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, 2021.

ORRICO JÚNIOR, M. A. P. *et al.* Compostagem dos resíduos da produção avícola: camas de frangos e carcaças de aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 538-545, 2010.

PEREIRA, G. C.; EBECKEN, N. F. F. Knowledge discovering for coastal waters classification. **Expert Systems with Applications**, v.36, p.8604–8609, 2008.

RAIJ, B. V. *et al.* **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

RIBEIRO JÚNIOR, J. I.; MELO, A. L. P. de. **Guia prático para utilização do SAEG**. Viçosa: UFV, 2008.

SANTOS, G. A; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo.** Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Gênese, 1999.

SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SILVA, A. C. C. **Comparação dos impactos ambientais e socioeconômicos de sistemas orgânicos de produção animal entre Brasil e Itália.** 2011. 135f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido/Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

SILVA, D.L.M. **Adsorção de metais tóxicos em liners de solo compactado em aterros sanitários.** 2018. 80f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Adubação fosfatada em solos da região do Cerrado. *In:* YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. **Fósforo na agricultura brasileira.** Piracicaba, Potafos, 2004. p. 157-200.

TEDESCO, M. J. *et al.* **Análises de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre: UFRGS, 1995.

TOSTO, M. S. L. *et al.* Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 8, p. 239-249, 2007.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. **Microbial Laboratory Manual ICR:** information collection rule. USEPA, Cincinnati, Ohio, 1998.

Uso de farinha de carne e ossos e de farinha de sangue na adubação do milho

Use of meat and bone flour and blood flour in corn fertilization

GABRIEL GONÇALVES FERNANDES

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)

E-mail: gabrielgoncalves@unipam.edu.br

HÉLIO HENRIQUE VILELA

Professor Orientador (UNIPAM)

Zootecnista e Doutor em Forragicultura e Pastagens

E-mail: heliohv@unipam.edu.br

Resumo: Os fertilizantes minerais apresentam matéria-prima, cujas fontes são findáveis. Nesse sentido, o objetivo da pesquisa foi avaliar o uso de farinha de carne e ossos e de farinha de sangue como fontes de fósforo e nitrogênio, respectivamente, associado às adubações realizadas com ureia e supersimples na produção do milho. Para isso, utilizou-se o DBC, com quatro tratamentos e cinco repetições, os quais consistiram nas seguintes formas de adubação: 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) + 20 kg ha⁻¹ de N (ureia) na semeadura + 80 kg ha⁻¹ de N (ureia) em cobertura; 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (farinha de carne e ossos) na semeadura + 100 kg ha⁻¹ de N (ureia) em cobertura; 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) na semeadura + 100 kg ha⁻¹ de N (farinha de sangue) em cobertura; 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (farinha de carne e ossos) na semeadura + 100 kg ha⁻¹ de N (farinha de sangue) em cobertura. Todos os tratamentos foram aplicados 50 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio). Aos 100 dias após o plantio, as variáveis analisadas foram altura de plantas, altura de inserção de espiga, massa de espiga, diâmetro do colmo, índice SPAD e os dados submetidos à análise de variância, e comparadas pelo teste Tukey a 5%. A altura de plantas foi influenciada pelos tratamentos 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) + 20 kg ha⁻¹ de N (ureia) na semeadura + 80 kg ha⁻¹ de N (ureia) em (P<0,05) e variou de 1,89 a 2,17 metros. As demais variáveis altura de inserção de espiga, massa de espiga, diâmetro do colmo e índice SPAD não foram influenciadas pelos tratamentos (P>0,05). A farinha de carne e ossos e a farinha de sangue são capazes de substituir a adubação mineral convencional para suprir a necessidade de fósforo e nitrogênio no milho.

Palavras-chave: Fertilidade do solo. Fósforo. Nitrogênio. Resíduos de frigorífico. Sustentabilidade.

Abstract: The mineral fertilizers present feedstock, whose sources are findable. In this sense, the objective of the research was to evaluate the use of bone meal and meat and blood meal as sources of phosphorus and nitrogen, respectively, associated with fertilizers made with urea and simple Superphosphate in corn production. For this, the DBC was used, with four treatments and five repetitions, which consisted of the following fertilization forms: 60 kg ha⁻¹ of P₂O₅ (simple superphosphate) + 20 kg ha⁻¹ of N (urea) at seeding + 80 kg ha⁻¹ of N (urea) in cover; 60 kg ha⁻¹ of P₂O₅ (meat and bone meal) at seeding + 100 kg ha⁻¹ of N (urea) in cover; 60 kg ha⁻¹ of P₂O₅ (simple superphosphate) at seeding + 100 kg ha⁻¹ of N (blood meal) in cover; 60 kg ha⁻¹ of P₂O₅

(meat and bone meal) at seeding + 100 kg ha⁻¹ of N (blood meal) in cover. All treatments were applied with 50 kg ha⁻¹ of K₂O (potassium chloride). At 100 days after planting, the variables analyzed were plant height, ear insertion height, ear mass, ear diameter, SPAD index, and the data subject to analysis of variance, and compared by the Tukey test at 5%. Plant height was influenced by treatments 60 kg ha⁻¹ of P₂O₅ (simple superphosphate) + 20 kg ha⁻¹ of N (urea) at sowing + 80 kg ha⁻¹ of N (urea) in (P<0.05) and ranged from 1.89 to 2.17 meters. The other variables ear insertion height, ear mass, thatch diameter, and SPAD index were not influenced by the treatments (P>0.05). Meat and bone meals and blood meals are capable of replacing conventional mineral fertilization to supply the need for phosphorus and nitrogen in corn.

Keywords: Soil fertility. Phosphorus. Nitrogen. Slaughterhouses waste. Sustainability.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma cultura de relevância mundial e está entre as espécies mais cultivadas. No Brasil, o milho é amplamente explorado, com uma área plantada de 17,242 milhões de hectares na safra de 2018/19. O cereal na forma *in natura*, ração ou silagem, é utilizado como a principal fonte de energia para a alimentação animal, especialmente na nutrição de aves e suínos (CONAB, 2019).

Sistemas de produção de milho que utilizam como fontes de nutrientes adubos químicos estão bem definidos e foram bastante estudados por vários pesquisadores (COELHO *et al.*, 2003). No entanto, de acordo com Segatto *et al.* (2012), o uso de resíduos em solos agrícolas cresce mundialmente e, se bem conduzido, é uma alternativa ecologicamente correta e economicamente viável quando comparado à adubação química.

Estima-se que o Brasil produza cerca de 12.433.104 ton ano⁻¹ de subprodutos gerados por frigoríficos, açougues e abatedouros (ABRA, 2016). O aproveitamento dos resíduos e subprodutos agropecuários torna-se, a cada dia, uma preocupação mais constante tanto dos órgãos governamentais, como das empresas particulares. Se, por um lado, esses subprodutos são vistos como algo negativo (mau cheiro, atração de insetos, transmissão de doenças, etc.), por outro, diversas tecnologias conseguem modificar essas características negativas, o que gera uma fonte alternativa de alimentos para animais, de energia ou mesmo de fertilizante para o solo.

Os resíduos orgânicos oriundos do processamento e abate de bovinos, comercializados na forma de farinha de sangue e farinha de ossos, são fontes alternativas de nitrogênio e de fósforo, respectivamente. A farinha de carne e ossos é o principal subproduto de abatedouros e pode ser utilizada na nutrição animal, além de ser ótima fonte de proteína, cálcio, fósforo e energia (VIEITES, 1999). Dessa forma, são necessários estudos sobre a substituição de fertilizantes químicos por fertilizantes sustentáveis, no intuito de disponibilizar alternativas e informações que promovam maior eficiência e economia no processo produtivo, além de cooperar com o meio ambiente (LEITÃO, 2001).

Considerando-se a grande quantidade de resíduos gerados em frigoríficos no Brasil, uma possibilidade viável de sua utilização é como fertilizantes na agricultura. Portanto, este estudo objetivou comparar e avaliar os efeitos da adubação realizada com a farinha de carne e ossos e a farinha de sangue, como fontes de fósforo e nitrogênio,

respectivamente, associadas às adubações convencionais realizadas com ureia e superfosfato simples na produção do milho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma área da Fazenda Mata Burrinhos, situada a 902 m de altitude, latitude sul 18°38'35.5" e longitude oeste 46°21'59.0", no município de Lagoa Formosa (MG). A área foi anteriormente cultivada apenas com pastagens. O solo foi classificado como um Latossolo, e os resultados da análise química de fertilidade estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados químicos da análise de fertilidade do solo da área experimental. Lagoa Formosa (MG), 2018

pH	Ca	Mg	SB	Al	CTC	MO	K	P-meh	P-rem	V	m
CaCl	cmol _c dm ⁻³				dag kg ⁻¹	mg dm ⁻³	mg L ⁻¹			%	
5,93	1,60	1,30	2,96	0,02	7,06	2,02	21,78	4,98	2,16	41,89	0,67

Para avaliação dos efeitos das diferentes fontes de P e N, utilizou-se a cultura do milho, cujo material utilizado foi o híbrido simples de ciclo precoce 20a55pw da Empresa Morgan e em delineamento em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições, os quais estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Tratamentos utilizados no experimento de adubação na cultura do milho realizado na Fazenda Mata Burrinhos, Lagoa Formosa (MG), 2019

Tratamentos	Semeadura		Cobertura
20U60SS80U	50 kg ha ⁻¹ de K ₂ O (KCl)	20 kg ha ⁻¹ de N (ureia)	80 kg ha ⁻¹ de N (ureia)
60FCO100U		----	100 kg ha ⁻¹ de N (ureia)
60SS100FS		----	100 kg ha ⁻¹ de N (farinha de sangue)
60FCO100FS		----	100 kg ha ⁻¹ de N (farinha de sangue)
		60 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ (superfosfato simples)	60 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ (superfosfato simples)
		60 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ (farinha de carne ossos)	60 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ (farinha carne e ossos)
		38,6 kg ha ⁻¹ de N (farinha de carne ossos)	38,6 kg ha ⁻¹ de N (farinha carne e ossos)

A composição da farinha de carne e ossos e da farinha de sangue utilizadas no experimento está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3: Análise química da farinha de carne e ossos e da farinha de sangue. Indústria de Rações Patense, 2018

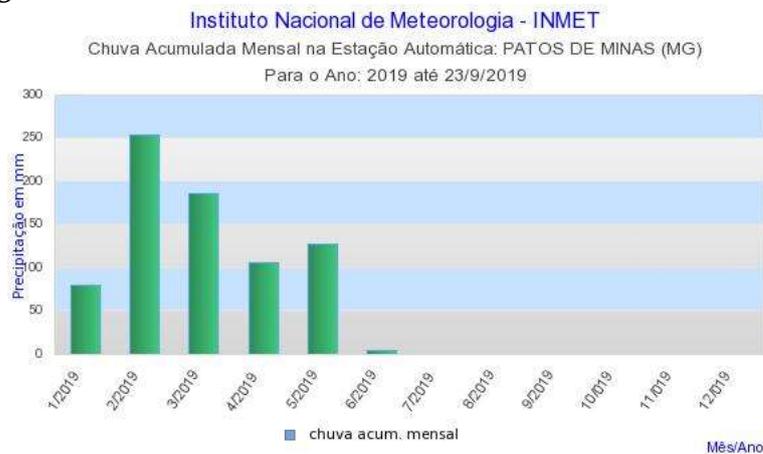
Farinha	Fósforo	Cálcio	Magnésio	Potássio	Nitrogênio
Carne e ossos	11,25%	18,02%	0,27%	0,29%	7,24%
Sangue	0,098%	0,051%	0,009%	0,056%	13,45%

Fonte: Laboratório ITAAL – Instituto Técnico de Análises de Alimentos LTDA.

Para sementeira, a área foi preparada de forma convencional, com a realização de uma gradagem pesada, seguida de uma gradagem para nivelamento. Após esse processo, a área foi dividida em cinco blocos, nos quais foram distribuídas 20 parcelas de 40 m², distribuídas em 5 metros de largura por 8 metros de comprimento. A sementeira e a adubação foram feitas de forma manual, no dia 02/12/2018, em sulcos abertos no solo, com espaçamento de 0,5m entre linhas, com uma população de 60.000 plantas ha⁻¹. O controle de plantas daninhas foi feito por capina manual e a adubação de cobertura em apenas uma parcela, no dia 17/01/2019, não sendo utilizado nenhum tipo de inseticida, herbicida ou fungicida.

Utilizou-se do índice pluviométrico da estação meteorológica (Figura 1) instalada no município de Patos de Minas (MG) no período da condução do experimento, por ser a estação mais próxima do local onde se conduziu o experimento.

Figura 1: Gráfico Pluviométrico de Patos de Minas, 2019.



Fonte: INMET, 2019.

As avaliações foram realizadas no dia 11/03/2019, aos 100 dias depois do plantio, quando as espigas estavam no ponto ideal de colheita para ensilagem, considerando-se para avaliação seis plantas por parcela, tomadas aleatoriamente nas três fileiras centrais de cada parcela.

Nessa etapa, foram avaliados os seguintes parâmetros: 1) Altura de plantas (ALP) – com o auxílio de uma trena, foi medida a planta desde o solo até a inserção da última folha superior; 2) Altura de inserção de espigas (AIE) – foi medida por meio de uma trena, desde o solo até o ponto de inserção da primeira espiga; 3) Diâmetro de colmo – com o auxílio de um paquímetro, foi medido o diâmetro mediano do colmo na altura de um metro do solo; 4) Peso médio de espigas – foram colhidas e pesadas em uma balança as espigas de seis plantas; 5) Índice SPAD – foram colhidas três folhas de cada parcela e em cada folha foram realizadas três leituras (nove no total), sendo utilizado para tal o clorofilômetro modelo SPAD-502 da marca Konica Minolta. A avaliação do índice SPAD foi realizada no dia 11/03/2019, no laboratório de Fertilidade de Solo/CEFERT, do Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM).

Os dados obtidos foram submetidos à ANAVA e as médias comparadas pelo teste Tukey a 0,05 de significância, com auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A única variável que foi influenciada pelos tratamentos ($P < 0,05$) foi a altura de plantas (ALP), não havendo efeito significativo ($P > 0,05$) para altura de inserção de espiga (AIE), diâmetro de colmo (DCO), peso médio de espigas (PME) e índice SPAD, conforme apresentado na (Tabela 4).

Tabela 4: Altura de plantas (ALP), altura de inserção de espiga (AIE), diâmetro de colmo (DCO), peso médio de espigas (PME) e índice SPAD em função dos tratamentos utilizados (**20U60SS80U**) 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) + 20 kg ha⁻¹ de N (ureia) na semeadura + 80 kg ha⁻¹ de N (ureia) em cobertura; (**60FCO100U**) 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (farinha de carne e ossos) na semeadura + 100 kg ha⁻¹ de N (ureia) em cobertura; (**60SS100FS**) 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) na semeadura + 100 kg ha⁻¹ de N (farinha de sangue) em cobertura; (**60FCO100FS**) 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (farinha de carne e ossos) na semeadura + 100 kg ha⁻¹ de N (farinha de sangue) em cobertura. Todos os tratamentos foram aplicados 50 kg ha⁻¹ de K₂O (Cloreto de Potássio). Lagoa Formosa (MG), 2019

Tratamentos	ALP* (m)	AIE (m)	DCO (mm)	PME (g)	SPAD
20U60SS80U	2,17 a	0,82a	24,36 a	286,00 a	39,10 a
60FCO100U	1,96 ab	0,83 a	23,63 a	332,89 a	42,08 a
60SS100FS	1,90 b	0,90 a	23,43 a	295,55 a	41,78 a
60FCO100FS	1,89 b	0,98 a	26,39 a	300,73 a	41,38 a
CV%	6,65	11,74	11,36	11,27	9,40
Média	1,98	0,88	25,20	303,79	41,08

*Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A altura de plantas foi 14,21% superior quando se utilizou a ureia na adubação de semeadura e cobertura, e superfosfato simples na adubação de semeadura (Tabela 4). Já os menores valores para essa característica foram observados nas seguintes combinações de adubação: superfosfato simples na semeadura e farinha de sangue em cobertura, farinha de carne e ossos na semeadura e farinha de sangue em cobertura.

Essa variação pode ser justificada pela diferença na disponibilidade de nutrientes entre a adubação mineral e orgânica. Na adubação realizada a partir de material orgânico, é necessário que os microrganismos do solo decomponham o material e os nutrientes que se encontram retidos nas suas estruturas orgânicas tornem-se disponíveis para a planta. Esse processo tem o nome de mineralização e varia de acordo com o material orgânico e pelas condições de umidade, temperatura, acidez e aeração (CORREIA; ANDRADE, 1999).

Os valores médios de altura de plantas ficaram abaixo daquele apresentado pela empresa Morgan sementes detentora da semente utilizada no experimento, que é de 2,30 m, mesmo utilizando adubação química convencional. Os valores médios apresentados podem ser justificados pelo veranico que ocorreu em janeiro de 2019 (Imagem 1). Esse fenômeno aconteceu em um período crítico para a cultura do

milho, no qual a cultura define todo seu teto produtivo, entre o estádio V3 e V6. Não necessariamente isso se configura um problema, já que plantas menores possibilitam melhor eficiência na colheita mecânica, pois apresentam maior resistência ao acamamento e quebramento. No entanto, a redução na altura certamente pode ocasionar redução no volume de massa colhida na ensilagem.

Avaliando a produção de milho verde, Venegas (2009) não observou diferença estatística para altura de plantas ao utilizar diferentes doses de farinha de carne e ossos (1014, 1231 e 1449 kg. ha⁻¹ de farinha de carne e ossos). Soratto *et al.* (2010) também não observaram diferenças significativas na altura das plantas de milho ao utilizarem diferentes fontes de adubação nitrogenada no milho safrinha em sucessão à soja. Ao contrário dos resultados observados neste trabalho, Fonseca *et al.* (2018) observaram maiores resultados para ALP nos tratamentos com adubação mineral e fertilizante orgânico combinados na cultura do milho.

Quanto à altura de inserção de espigas, os valores variaram entre 0,82 e 0,98 m (Tabela 4), apresentando o menor resultado, diferentemente daqueles encontrados por Mendonça *et al.* (1999), que variaram entre 1,20 m e 1,45 m de altura. Da mesma forma, Figueiredo *et al.* (2012) não observaram variação significativa entre as alturas de inserção da primeira espiga ao utilizarem fosfato monoamônico (MAP) convencional (10-60-0) e fosfato monoamônico revestido com polímero (Kimcoat®) (10-49-0), assim como Valderrama *et al.* (2011), os quais não verificaram diferença significativa para altura de inserção de espigas quando utilizaram superfosfato simples e superfosfato triplo revestido.

Os valores de diâmetro de colmo variaram entre 23,43 a 26,39 mm, sendo esses valores observados quando se utilizou superfosfato simples mais farinha de sangue e farinha de carne e ossos mais farinha de sangue, respectivamente (Tabela 4). Assim como os dados observados neste experimento, Soratto *et al.* (2010), em trabalho com diferentes fontes de nitrogênio, também não encontraram diferença significativa para o diâmetro de colmo.

Adicionalmente, maior diâmetro de colmo pode resultar em menor número de plantas acamadas e maior produção de massa. Colmos que apresentam diâmetros maiores conferem maior estabilidade à planta, o que evita acamamento e quebra. Diâmetros de colmo maiores estão normalmente associados a maiores valores de produtividades de grãos. O colmo funciona como uma estrutura de reserva destinada ao armazenamento de sólidos solúveis que são utilizados posteriormente na formação dos grãos, por meio da translocação dos fotoassimilados (MAGALHÃES; JONES, 1990; FANCELLI; DOURADO NETO, 2000).

Para a variável peso de espigas, os valores variaram entre 286,0 e 332,89 g, sendo esses valores encontrados quando se adubou com 20U60SS80U e 60FCO100U (Tabela 4). Below (2002) relata que, da mesma forma que a formação de grãos está ligada às proteínas na planta, a massa de grãos e a produtividade dependem da disponibilidade de nitrogênio para a planta.

Valderrama *et al.* (2011), avaliando duas fontes de fósforo, também não obtiveram diferença significativa entre as médias observadas para massa de cem grãos. Assim como Queiroz *et al.* (2017), que, ao avaliarem diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação do milho, também não encontraram diferença

significativa com as fontes utilizadas para a massa de mil grãos. Contudo, observaram resposta positiva ao incremento das doses de nitrogênio.

Entretanto, Venegas (2009) encontrou resultados significativos para peso de espiga, onde os tratamentos com maior proporção de farinha de carne e ossos (96 kg ha⁻¹ de N em cobertura + 50 kg ha⁻¹ K₂O no plantio + 1231 kg de farinha de carne e ossos ha⁻¹ - 85 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 24 kg ha⁻¹ de N; e 91 kg ha⁻¹ de N em cobertura + 50 kg ha⁻¹ de K₂O no plantio + 1449 kg ha⁻¹ de farinha de carne e ossos - 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 29 kg ha⁻¹ de N) apresentaram valores superiores.

Assim como a maior parte dos demais parâmetros avaliados, o índice SPAD não foi influenciado pelos tratamentos (P>0,05). Os resultados encontrados na leitura SPAD obtidos com o clorofilômetro foram abaixo dos considerados adequados, em torno de 45 a 48 no estágio de 10 a 11 folhas (ARGENTA *et al.*, 2003). Apesar de não ter sido observada diferença significativa para os parâmetros de PME e SPAD, é possível perceber que o tratamento 60FCO100U, que apresentou o maior valor médio para PME, também foi o que mostrou a maior leitura para SPAD (Tabela 4).

Em trabalho realizado por Valderrama *et al.* (2014), do mesmo modo que os dados obtidos neste trabalho, não encontraram diferença significativa no teor de clorofila encontrado nas folhas de milho quando tratadas com ureia convencional (sem revestimento com 45% de N) e ureia com revestimento (K-0043 com 43,18% de N, K-0049 com 41,355% de N e K-0055 com 41,355% de N).

A adubação orgânica decorre do processo de mineralização dos compostos pelos microrganismos presentes no solo, os quais promovem uma liberação lenta de nitrogênio e fósforo, quando essa velocidade é comparada com os adubos minerais (KIEHL, 1985). Desta forma, os resultados observados podem ter sido influenciados por esse fato.

4 CONCLUSÃO

A farinha de carne e ossos contendo 11,25% de fósforo e a farinha de sangue contendo 13,45% de nitrogênio podem ser utilizadas para substituição da adubação nitrogenada e fosfatada convencional, pois apresentaram resultados equivalentes ao tratamento com adubação convencional.

REFERÊNCIAS

ABRA. Associação Brasileira de Reciclagem Animal. **II Diagnóstico da Indústria Brasileira de Reciclagem Animal**. 2016. Disponível em: http://abra.ind.br/wp-content/uploads/2017/10/II_diagnostico2.pdf. Acesso em: 10 mai. 2019.

ARGENTA, G. *et al.* Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 109-119, 2003.

BELOW, F. E. Fisiologia, nutrição e adubação nitrogenada do milho. **Informações Agronômicas**, n. 99, p. 7-12, 2002.

BÜLL, L. T. Nutrição mineral do milho. *In*: BÜLL, L. T.; CANTARELLA, H. (org.). **Cultura do Milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFÓS, 1993.

COELHO, A. M. *et al.* **Embrapa milho e sorgo 2003**. Sistema de produção: 2007. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/feramostra.htm>. Acesso em: 20 maio 2019.

CONAB. **Oitavo levantamento, maio 2019**. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos. Safra 2018/19, v. 6, n. 8, 2019. Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/GrosZmaioZ2019_completo.pdf. Acesso em: 14 mai. 2019.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. *In*: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. A. de O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 197-225.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sirvar para o Windows versão 4.0. *In*: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FIGUEIREDO, C. C. *et al.* Adubo fosfatado revestido com polímero e calagem na produção e parâmetros morfológicos de milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 446-452, 2012.

FONSECA, G. A. *et al.* Resíduos da agroindústria como opção para adubação cultura do milho. *In*: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 1., 2018, Gramado. **Anais...** Gramado: IBEAS, 2018. p. 1-7.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: EdUFRGS, 2001. 653 p.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas do Brasil 1961-1990**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas> Acesso em: 27 dez. 2019.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

LEITÃO, M. F. Patógenos emergentes na indústria de carnes. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001. Campinas. **Anais...** Campinas: CTC/ITAL, 2001. p. 422-428.

MAGALHÃES, P. C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados na taxa de crescimento e peso final dos grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 12, p. 1747-1754, 1990.

MENDONÇA, F. C. *et al.* Adubação nitrogenada do milho em um sistema de irrigação por aspersão em linha. **Scientia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 1035-1044, 1999.

QUEIROZ, M. A. *et al.* Avaliação de diferentes fontes e doses de nitrogênio na adubação da cultura do milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 10, n. 3, p. 257-266, 2011.

RESENDE, A. V. *et al.* Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 30, p. 453-466, 2006.

SEGATTO, M. P. *et al.* Decomposição de resíduos industriais no solo. **Ciência e Natura**. UFSM, v. 34, n. 1, p. 49-62, 2012.

SORATTO, R. P. *et al.* Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 511-518, 2010.

VALDERRAMA, M. *et al.* Adubação nitrogenada na cultura do milho com ureia revestida por diferentes fontes de polímeros. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, p. 659-669, 2014.

VALDERRAMA, M. *et al.* Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.

VENEGAS, F. Efeito de doses de farinha de carne e osso como fonte de fósforo na produção de milho verde (*Zea mays* L.). **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 13, n. 1, p. 63-76, 2009.

VIEITES, F. M. **Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de farinhas de carne e ossos para aves**. 1999, 75 f. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

Controle químico e biológico *in vitro* de mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Chemical and biological control in vitro of white mold (Sclerotinia sclerotiorum)

VITOR LIMIRIO MARTINS PEREIRA

Discente do curso de Agronomia – UNIPAM
E-mail: vlimirio@unipam.edu.br

LORENA OLIVEIRA DE SOUSA

M. Sc Agrônoma, Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM/ NOAA Ciência e Tecnologia Agrícola
E-mail: lorenasousa@unipam.edu.br

LUCAS DA SILVA MENDES

M. Sc Agrônomo, Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM
E-mail: lucassm@unipam.edu.br

Resumo: O mofo branco é uma doença que atinge diversas culturas e seu controle é dificultado devido aos escleródios que sobrevivem no solo por anos. O controle químico é o mais utilizado pelos produtores, porém o biológico pode servir como alternativa para redução da população do patógeno. O objetivo do presente estudo foi avaliar a eficiência do fungicida Fluazinam como manejo químico e diferentes estirpes de *Trichoderma* spp. como manejo biológico, para o controle de *S. sclerotiorum* através de manejo integrado, buscando maior eficiência para a inibição da doença. O experimento foi conduzido na empresa NOAA Ciência e Tecnologia Ltda. e o fungo *Sclerotinia sclerotiorum* foi obtido da coleção da empresa. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos, sendo eles: T1 – controle, T2 – *Trichoderma asperellum*, T3 - *Trichoderma strigosum* (AMS1830), T4 - *Trichoderma harzianum* (CBMAI), T5 *Trichoderma* (1714) e T6 Fluazinam, com três repetições cada. Em 29 de maio de 2019, foram realizadas avaliações de cada estirpe de *Trichoderma* para o controle biológico do patógeno: teste de controle “*in vitro*”, teste de metabólitos voláteis, teste de mortalidade com fungicida. A análise estatística dos dados foi realizada pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. O resultado para o teste de controle *in vitro* (teste arena) mostrou que todas as estirpes utilizadas controlaram eficientemente a *S. sclerotiorum*. No teste de metabólitos voláteis, todas as espécies limitaram o crescimento do patógeno através dos gases liberados pelo antagonista, porém as espécies *Trichoderma strigosum* (AMS1830) e *Trichoderma* spp. (1714) foram mais eficientes, com inibição de 63,75% e 65,88% respectivamente. No teste de mortalidade com fungicida, ele se mostrou eficiente controlando 81% do patógeno. Sendo assim, os dois tipos de controles foram eficientes, mas, devido à não compatibilidade deles, recomenda-se a aplicação intercalada dos produtos para um melhor resultado. Concluiu-se que o controle químico da *S. sclerotiorum* por meio de Fluazinam é eficiente; as quatro estirpes de *Trichoderma* spp. controlaram o crescimento do patógeno.
Palavras-chave: Antagonismo. Compatibilidade. Fluazinam. *Trichoderma*.

Abstract: White mold is a disease that affects several crops, and its control is difficult due to the sclerotia that survive in the soil for years. Chemical control is the most used by producers, but biological control can serve as an alternative to reduce the pathogen population. The objective of the present study was to evaluate the efficiency of the fungicide Fluazinam as chemical management and different strains of *Trichoderma* spp. as biological management for the control of *S. sclerotiorum* through integrated management, seeking greater efficiency for the inhibition of the disease. The experiment was conducted in the company NOAA Ciência e Tecnologia Ltda. and the fungus *Sclerotinia sclerotiorum* was obtained from the collection of the company. The experiment was conducted in an entirely randomized design with six treatments, as follows: T1 - control, T2 - *Trichoderma asperellum*, T3 - *Trichoderma strigosum* (AMS1830), T4 - *Trichoderma harzianum* (CBMAI), T5 *Trichoderma* (1714) and T6 Fluazinam, with three repetitions each. On May 29, 2019, evaluations of each *Trichoderma* strain for biological control of the pathogen were performed: "in vitro" control test, volatile metabolites test, mortality test with fungicide. Using the Tukey test at 5% probability was performed statistical analysis of the data. "In vitro" control test (arena test) results showed that all strains used efficiently controlled *S. sclerotiorum*. In the volatile metabolites test, all species limited the growth of the pathogen through the gases released by the antagonist, but the species *Trichoderma strigosum* (AMS1830) and *Trichoderma* spp. (1714) were more efficient, with inhibition at 63.75% and 65.88%, respectively. In the mortality test, the fungicide was efficient in 81% controlling of the pathogen. Therefore, the two types of control were efficient, but due to their non-compatibility, we recommend the intercalated application of the products for a better result. Concluded that the chemical control of *S. sclerotiorum* by means of Fluazinam is efficient; the four strains of *Trichoderma* spp. controlled the growth of the pathogen.

Keywords: Antagonism. Compatibility. Fluazinam. *Trichoderma*.

1 INTRODUÇÃO

A *Sclerotinia sclerotiorum* é um fungo polífago, sendo assim ataca grande diversidade de plantas, desde culturas comerciais como feijão, soja, girassol, algodão, alface, entre outras, e algumas espécies de plantas daninhas. Os danos apresentam-se com maior gravidade em épocas e regiões com maior índice de chuvas, além de temperaturas amenas e alta umidade relativa do ar (BARDIN; HUANG, 2001). Sua ocorrência e níveis de dano aumentaram significativamente no Brasil, tanto nas áreas mais altas do cerrado, como nas áreas mais tradicionais de cultivo do Sul e do Sudeste, chegando a reduzir a produtividade em até 100%. Estima-se que cerca de 23% da área de produção de soja brasileira estejam infestada pelo patógeno, compondo aproximadamente 6,8 milhões de hectares que necessitam da adoção de medidas integradas de controle da doença (MEYER *et al.*, 2014).

A *Sclerotinia sclerotiorum* sobrevive no solo através de escleródios e assim se reproduz carpogenicamente ou miceliogenicamente (PURDY, 1979). A germinação miceliogênica provoca o tombamento de pré e pós-emergência da cultura e a carpogênica causa a formação do mofo branco na parte aérea da planta. Poucos dias após a contaminação, o micélio transforma-se em massa negra e rígida denominado escleródio, correspondendo essa a forma de resistência do fungo. Os escleródios podem variar de tamanho de poucos milímetros a alguns centímetros e são formados tanto na superfície como no interior da haste e das vagens infectadas (SAGATA, 2008).

O uso do controle biológico em larga escala, como estratégia de manejo, é mais recente em relação ao controle químico e vem apresentando grande eficiência para inúmeras espécies de patógenos. *Trichoderma* spp. vêm sendo vastamente estudado como agente de controle biológico, por ser antagonista de patógenos incluindo os que formam estruturas de resistência difíceis de serem atacadas por antagonistas, como os escleródios de *Sclerotinia sclerotiorum* (RIBAS, 2010).

Os fungos do gênero *Trichoderma* são oportunistas, simbioses de plantas, fortes competidores da rizosfera e constituem fontes de enzimas degradadoras de parede de outros fungos. São importantes produtores de antibióticos e parasitas de fungos fitopatogênicos (KUMAR *et al.*, 2012). A diversidade de mecanismos utilizados por esses fungos explica o interesse da ciência em estudá-los. Dentre esses mecanismos, destacam-se a produção de metabólitos e de enzimas com propriedades antifúngicas.

O manejo integrado é uma das práticas a ser muito utilizada, pois associa fungicidas e fungos com ação antagonista, sendo essa associação um método efetivo e seguro. Vários autores relatam a eficiência do *Trichoderma* spp. sobre diferentes patógenos de solo. Dildey *et al.* (2014) relatam que a maioria dos isolados de *Trichoderma* spp. mostrou relativa eficiência na inibição do crescimento micelial de *S. sclerotiorum*.

A utilização de fungicidas é o manejo mais comum para controle da doença, mas existem número restrito de fungicidas registrados no Brasil para controle da doença, que se limita a cinco ingredientes ativos: Fluazinam, tiofanato metílico, procimidona, carbendazin e cloreto de benzalcônio (AGROFIT, 2014). Métodos físico-químicos já foram adotados para reduzir os impactos do mofo branco na agricultura.

Os fungicidas são agrupados de acordo com o seu modo de ação, através de sua atividade e efeito e pelo mecanismo de ação, que se refere aos processos bioquímicos do alvo biológico (fungo) que sofrem interferência pela ação dos fungicidas aplicados sobre a planta (ZAMBOLIM *et al.*, 2007). Sendo representante do grupo das fenilpiridinilamida, o Fluazinam atua como ação protetora e em menor escala curativa; é um fungicida sistêmico, possuindo bom residual e estabilidade a chuva.

Devido ao enorme aumento da doença do mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em lavouras como feijão, soja, girassol, dentre outras, causando prejuízos quando o fungo se encontra em condições favoráveis para que ocorra a germinação, foi necessário buscar soluções para o controle e a redução dos danos causados por essa doença, visando a um manejo eficiente e que seja viável ao produtor.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a eficiência do fungicida Fluazinam como manejo químico e diferentes estirpes de *Trichoderma* spp. como manejo biológico para o controle de *S. sclerotiorum* através de manejo integrado, buscando maior eficiência para a inibição da doença.

2 METODOLOGIA

2.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado na empresa NOAA Ciência e Tecnologia Agrícola Ltda., na rodovia BR 365, KM 428 em Patos de Minas/MG no período de abril a agosto de 2019, na área laboratorial da fazenda para implantação do experimento, com as

seguintes coordenadas geográficas: 18° 44' 10'' Sul e 46°40'07'' Oeste, com altitude de 894 metros (m). O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen se enquadra como tropical, com temperatura média da região de 22,8°C, com precipitação média anual de 1445 mm.

2.2 OBTENÇÃO DO INÓCULO

O fungo *S. sclerotiorum* foi obtido da coleção de patógenos do laboratório de fitopatologia da empresa NOAA Ciência e Tecnologia Agrícola Ltda. Realizou-se o isolamento e o cultivo do fungo em placas de Petri de meio de cultura PDA (Potato Dextrose Ágar). As placas de Petri com as colônias do fungo foram mantidas a 25°C em Câmara BOD (Demanda Química de Oxigênio). Para manutenção do inóculo, o fungo foi repicado para placas de Petri com meio PDA; depois da repicagem, houve a identificação e o armazenamento em BOD a 25°C com 60% de umidade relativa e fotoperíodo de 12 h até que houvesse a germinação miceliogênica.

2.3 EXPERIMENTO EM LABORATÓRIO

2.3.1 Delineamento experimental, tratamentos e avaliações

No experimento, foi aplicado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com dez tratamentos e três repetições (Tabela 1), havendo teste controle (T₁, T₇, T₈, T₉ e T₁₀) de todos os produtos utilizados.

Tabela 1: Tratamentos aplicados no experimento em câmara de crescimento intitulado “Controle químico e biológico *in vitro* de mofo branco”. Patos de Minas (MG), 2019.

Tratamento	Produtos
Tratamento 1	Controle <i>S. sclerotiorum</i>
Tratamento 2	<i>Trichoderma asperellum</i>
Tratamento 3	<i>Trichoderma strigosum</i> (AMS1830)
Tratamento 4	<i>Trichoderma harzianum</i> (CBMAI)
Tratamento 5	<i>Trichoderma spp.</i> (1714)
Tratamento 6	Fluazinam
Tratamento 7	Controle <i>Trichoderma asperellum</i>
Tratamento 8	Controle <i>Trichoderma strigosum</i> (AMS1830)
Tratamento 9	Controle <i>Trichoderma harzianum</i> (CBMAI)
Tratamento 10	Controle <i>Trichoderma spp.</i> (1714)

2.3.2 Instalação do experimento

O experimento foi implantado no laboratório da empresa NOAA Ciência e Tecnologia Agrícola Ltda., onde foi feita a produção dos meios de cultura para que o fungo conseguisse se desenvolver; foi utilizado meio industrial PDA, composto pelos seguintes ingredientes: 42,0 gL⁻¹ de PDA, 10,0 gL⁻¹ de ágar e 1,0 L de água destilada. Para o tratamento com fungicida, adicionou-se a dose de 0,50 µL de Fluazinam em 100 mL de meio de cultura separado do restante, posteriormente estes produtos foram misturados

em *Erlenmeyer* e levados à autoclave durante trinta minutos a 120°C; depois desse processo, foram colocados na câmara de fluxo unidirecional vertical (UV) para desinfestação de qualquer outro patógeno que possa interferir no resultado do experimento. Assim foram montadas as placas de Petri e deixadas por vinte minutos para que o meio de cultura solidificasse. Depois da solidificação do meio de cultura, foi feita a montagem dos testes. Foram utilizadas quatro espécies de isolados de *Trichoderma spp.*, que foram testadas para o combate ao fungo *S. sclerotiorum* no controle biológico e o fungicida Fluazinam no controle químico.

2.3.3 Teste de controle “*in vitro*” (Teste arena)

No teste de arena, foram utilizados discos de 0,5 cm de diâmetro retirados das placas de Petri em meio PDA com micélio de *S. sclerotiorum* retirados sete dias depois da repicagem; esses discos foram posicionados aproximadamente a distância de 1,0 cm da borda, que contém cerca de 15 mL de meio PDA. Também houve a aplicação de um disco com o isolado de *Trichoderma spp.* na extremidade oposta da placa, isso se repetindo para cada um dos isolados. As testemunhas tiveram exclusivamente um disco de micélio de cada um dos isolados de *Trichoderma spp.* e também placas com disco do fungo *S. sclerotiorum*, ambos separadamente para que se observasse o desenvolvimento sem nenhum tipo de antagonista. As placas foram lacradas com papel filme e levadas a câmara de crescimento à temperatura de 25°C e 60% UR durante sete dias. Depois de sete dias da implantação, houve a coleta dos dados utilizando a régua para medir o diâmetro de desenvolvimento de ambos. Neste teste, foram avaliadas as amostras conforme modelo de notas proposto por Bell *et al.* (1982) e modificado por Rodrigues *et al.* (2010), em que foram atribuídas notas que variam de um a sete, obtendo-se a classificação a partir do crescimento do isolado de *Trichoderma spp.*, sendo o crescimento do antagonista equiparado ao do patógeno.

2.3.4 Teste de metabólitos voláteis

No teste de metabólitos voláteis (MARIANO, 1993, LOUZADA *et al.*, 2016), ocorre o crescimento do patógeno *S. sclerotiorum* em contato com gases produzidos pelos isolados de *Trichoderma spp.* onde foram comparadas com as placas controle. Os discos de meio PDA 0,5 cm de diâmetro de *S. sclerotiorum* retirados de colônias com sete dias após repicagem e aplicados no centro da placa de Petri, com cerca de 15 mL de meio PDA; assim foi colocado da mesma forma um disco de isolado de *Trichoderma spp.* em outra placa de Petri com o mesmo diâmetro, sendo colocada sobreposta à placa com o disco do patógeno, em seguida lacrada com papel filme e todo o procedimento foi executado em câmara de fluxo unidirecional vertical (UV) para condições de assepsia. Já para as testemunhas, foram utilizadas placas repicadas exclusivamente com *S. sclerotiorum* e *Trichoderma spp.* separadamente. Depois deste procedimento, foram levadas à câmara de crescimento à temperatura de 25°C e umidade relativa de 60%; as placas posteriormente foram dispostas na câmara de crescimento com o disco do micélio do patógeno voltado para a parte superior e o disco do antagonista voltado para a parte inferior para que assim não existisse nenhum tipo de contaminação. As avaliações foram

realizadas depois de sete dias de incubação, medindo com régua o crescimento da colônia do patógeno e seu antagonista, de todos os tratamentos sob mesma atmosfera.

2.3.5 Teste de mortalidade com fungicida

Neste teste, foi avaliado o desenvolvimento de *S. sclerotiorum* em placa de Petri de meio PDA onde houve a adição de 0,50 µL de Fluazinam/100 mL no meio de cultura; a dose foi calculada a partir da dose recomendada para a cultura da soja em volume de calda de 200 L/ha⁻¹ sendo a dosagem de 1 L p.c ha⁻¹. Durante a produção do meio PDA, foi introduzida a dose de Fluazinam vertido nas placas; esse processo foi realizado em câmara de fluxo unidirecional vertical (UV). Com as placas solidificadas, foi inserido no centro da placa de Petri um disco de 0,5 cm de diâmetro com micélio de *S. sclerotiorum*; posteriormente a placa foi lacrada com papel filme e levadas à câmara de crescimento BOD à temperatura de 25°C e umidade relativa de 60%, com permanência de sete dias. Depois desse período, foi mensurado o diâmetro de desenvolvimento do patógeno e assim comparado ao diâmetro do patógeno que não teve nenhum tipo de antagonista.

2.3.6 Análises estatísticas

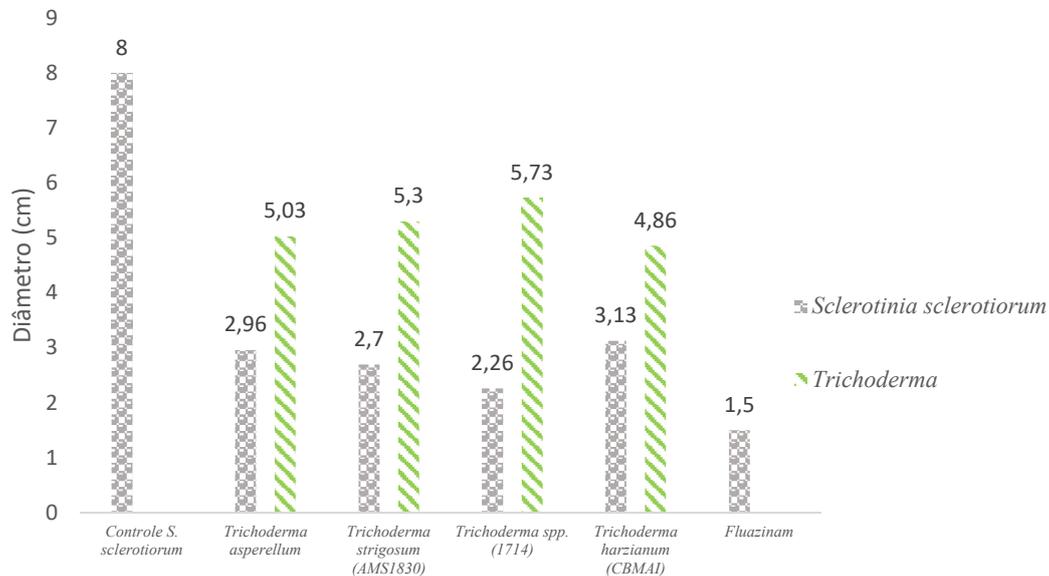
Depois da coleta dos dados, estes passaram pela análise de variância e as médias equiparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do SISVAR (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 TESTE DE CONTROLE *IN VITRO* (TESTE ARENA)

Na Figura 1, têm-se os resultados do teste de controle *in vitro* (Teste Arena) do diâmetro da colônia. Nesse teste, foi avaliado o crescimento dos fungos isolados, como controle, e em confronto entre eles. Os tratamentos controle (T₁, T₇, T₈, T₉ e T₁₀), aqueles em que havia apenas os fungos crescendo, a placa foi totalmente coberta por eles por não haver nenhuma forma de combate. Já para os tratamentos em que houve confronto, nos quatro primeiros – *T. asperellum*, *T. strigosum* (AMS1830), *Trichoderma. spp.* (1714) e *T. harzianum* (CBMAI) –, o crescimento da *S. sclerotiorum* foi comprometido pela presença do *Trichoderma* independente da espécie utilizada, onde tratamento com *T. asperellum* houve inibição de 63% do patógeno, o *T. strigosum* (AMS1830) conseguiu inibição do patógeno de 66,25%, o *Trichoderma. spp.* (1714) foi responsável por inibir 71,75% do crescimento do patógeno, sendo esse o melhor resultado no teste arena, o *T. harzianum* (CBMAI) teve o menor percentual de inibição do patógeno chegando a 60,87%.

Figura 1: Resultado da análise do teste de controle *in vitro* (Teste Arena) (cm) do fungo *S. sclerotiorum* sob antagonismo de espécies de *Trichoderma* e fungicida. Patos de Minas (MG), 2019

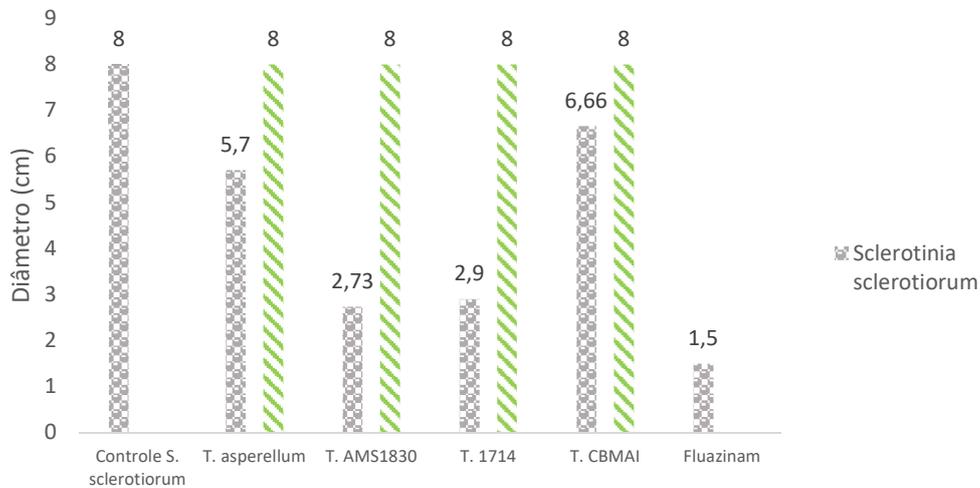


Os resultados desta análise comprovaram o potencial antagonístico e inibitório do antagonista sobre o patógeno. Fungos do gênero *Trichoderma* possuem flexibilidade na ação inibitória de patógenos podendo atuar por competição; o antagonista disputa nutrientes e espaço com o patógeno impedindo que ocorra a infecção na planta por hiperparasitismo, em que o antagonista degrada a parede celular do patógeno pela secreção de enzimas líticas (CARVALHO *et al.*, 2011) e, por antibiose, que é a inibição do patógeno por substâncias tóxicas, metabólitos voláteis ou não, como ácido harziânico e heptelídico, e enzimas, como alametocinas e glisopreninas. Louzada *et al.* (2016) destacam que uma espécie de *Trichoderma spp.* pode atuar por diferentes mecanismos ao mesmo tempo potencializando a ação antagonística.

3.2 TESTE DE METABÓLITOS VOLÁTEIS

Quanto ao teste de metabólitos voláteis, os tratamentos em que a *Sclerotinia sclerotiorum* foi confrontada com as espécies de *Trichoderma* tiveram valores superiores de limitação do crescimento quando comparado às placas controle. Dentre os tratamentos e confrontamento, aqueles entre *S. sclerotiorum* e *T strigosum* (AMS1830) e *T. 1714* limitaram o crescimento do patógeno a 65,88% e 63,75% da placa, respectivamente. Já as estirpes de *Trichoderma asperellum* e *harzianum* (CBMAI) conseguiram conter o crescimento do patógeno a 28,75% e 16,75% da placa, respectivamente – resultados dispostos na Figura 2.

Figura 2: Resultado da análise do teste de diâmetro de Metabólitos Voláteis (cm) do fungo *S. sclerotiorum* sob antagonismo de espécies de *Trichoderma* e fungicida. Patos de Minas (MG), 2019

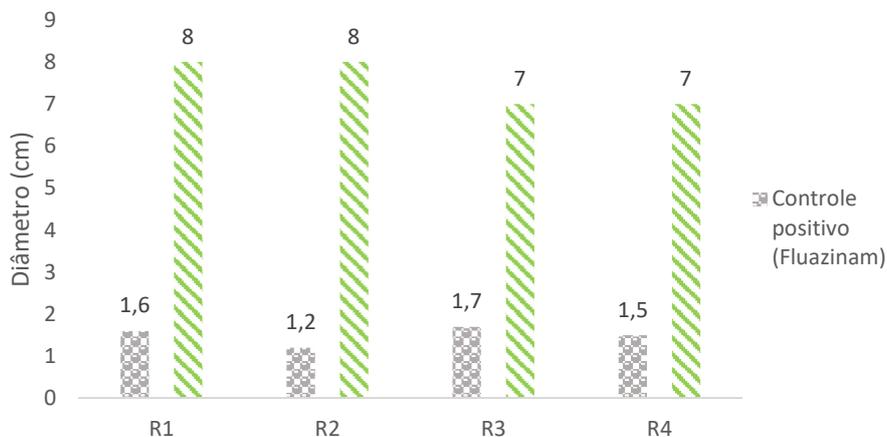


A diferença entre os resultados pode estar associada ao mecanismo antagônico utilizado pela espécie de *Trichoderma* avaliada, indicando que *T. AMS 1830* e *T. 1714* são as que mais produzem metabólitos voláteis, logo as duas, dentre as testadas, que mais atuam combatendo *S. sclerotiorum* dessa forma. A produção de metabólitos voláteis é importante devido a sua aplicabilidade no controle dos patógenos em sementes contaminadas, incluindo por *S. sclerotiorum*.

3.3 TESTE DE MORTALIDADE COM FUNGICIDA

Na Figura 3, têm-se os resultados para o teste de mortalidade do patógeno quando associado ao fungicida Fluazinam. O fungicida foi eficaz no controle da *S. sclerotiorum* controlando, em média, 81% da placa.

Figura 3: Resultado do teste de mortalidade do fungo *S. sclerotiorum* sob aplicação do fungicida Fluazinam. Patos de Minas (MG), 2019.



O Fluazinam é um fungicida de ação protetora, com pouca atividade curativa e sistêmica, mas com bom efeito residual e estabilidade à chuva. É utilizado no controle de mofo cinzento, míldio, sarna da maçã e mofo branco (RODRIGUES, 2006). Tupich *et al.* (2017) avaliaram o impacto da utilização deste herbicida para controle da *S. sclerotiorum* na soja em 18 estudos e concluíram que ele reduz cerca de 30% a incidência da doença nas áreas e promove aumento na produtividade da cultura.

Como estratégia de manejo, o teste de compatibilidade entre o fungicida Fluazinam e os isolados de *Trichoderma* não foi compatível, uma vez que, quando colocados juntos, o fungicida inibiu o potencial de crescimento e antagonista dos isolados. Isto indica que mistura de tanque para aplicação das duas tecnologias ao mesmo tempo é onerosa e ineficiente, sendo o mais indicado que essas aplicações ocorram intercaladas, garantindo assim a maior eficiência de cada tecnologia.

4 CONCLUSÕES

Diante do exposto, conclui-se que, nos experimentos *in vitro*,

- o controle químico da *S. sclerotiorum* por meio de Fluazinam é eficiente, atingindo 81% de inibição do patógeno;
- as quatro estirpes de *Trichoderma* spp. controlaram o crescimento do patógeno, porém o *Trichoderma* spp. (1714) atingiu 71,75% de inibição do patógeno no teste de controle *in vitro* (Teste Arena); já no teste de metabólitos voláteis, *Trichoderma* spp. (1714) e *Trichoderma strigosum* (AMS1830) obtiveram controle no desenvolvimento de *S. sclerotiorum* de 63,75% e 65,88% respectivamente; em decorrência de tais resultados, foi constatado que houve maior eficiência destas espécies de *Trichoderma* spp. no controle de *S. sclerotiorum* em condições de experimento *in vitro*.

REFERÊNCIAS

AGROFIT. **Sistema de agrotóxicos fitossanitários**. 2014. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/servicos-e-sistemas/sistemas/agrofit>. Acesso em: 23 abr. 2019.

BARDIN, S. D.; HUANG, H. C. 2001. Research on biology and control of Sclerotinia diseases in Canada. **Can. J. Plant Pathol**, v. 23, n. 1, p. 88-98.

BELL, D. K., WELLS, H.D. & MARKHAM, C. R. 1982. In vitro antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. **Phytopathology**, v. 72, n. 4, p. 379-382, 1982.

CARVALHO, D. D. C. *et al.* Biocontrol of seed pathogens and growth promotion of common bean seedlings by *Trichoderma harzianum*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n. 46, p. 822-828, 2011.

- DILDEY, O. D. F. *et al.* Inibição do crescimento in vitro de *Sclerotinia sclerotiorum*, causador de mofo branco, por isolados de *Trichoderma* spp. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 3, p. 132-136, 2014.
- FERREIRA, D. F. SISVAR. A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- KUMAR, P. *et al.* Bacillus strains isolated from rhizosphere showed plant growth promoting and antagonistic activity against phytopathogens. **Microbiological Research**, Bethesda, v. 167, n. 8, p. 493-499, 2012.
- LOUZADA, G.A.S. *et al.* Relação entre testes metabólicos e seleção de isolados de *Trichoderma* spp. antagônicos a *Sclerotinia sclerotiorum*. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 14, n. 1, p. 9-14, 2016.
- MARIANO, R. L. R. Métodos de seleção in vitro para controle microbiológico. **Revisão Anual de patologia de Plantas**, v. 1, p. 369-409, 1993.
- MEYER, M. C. *et al.* **Eficiência de fungicidas no controle de mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) em soja, no estado de Goiás**. XXXII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil, SP, 2014.
- PURDY, L.H. *Sclerotinia sclerotiorum*: history, diseases and symptomatology, host range, geographic distribution, and impact. **Phytopathology**, v. 69, p. 875-880, 1979.
- RIBAS, Priscila Pauly. **Compatibilidade de *Trichoderma* spp. a princípios ativos de fungicidas comerciais aplicados na cultura do feijão**. 10. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2010.
- RODRIGUES, F. A. *et al.* Modelagem da biodiversidade utilizando redes neurais artificiais. *In: II Workshop de computação Aplicada a Gestão do Meio Ambiente*. XXX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - Computação Vende: Desafios Científicos e Tecnológicos. Belo Horizonte, Brasil: Sociedade Brasileira de Computação, 2010.
- RODRIGUES, M. A. T. **Classificação de fungicidas de acordo com o mecanismo de ação proposto pelo FRAC**. 2006, 291f. Dissertação (Mestrado) – Proteção de Plantas – UNESP, Botucatu, 2006.
- SAGATA, E. **Métodos de inoculação e avaliação da resistência de genótipos de soja à *Sclerotinia sclerotiorum***. 2010. 56f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Instituto de Ciência Agrárias – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

TUPICH, F. L. B. *et al.* Impacto do controle de mofo-branco com Fluazinam na produtividade da soja no Sul do Paraná: metanálise. **Summa Phytopathology**, v. 43, n. 2, p. 145-150, 2017.

ZAMBOLIM, L. *et al.* Manejo da requeima do tomateiro industrial empregando sistema de previsão. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 4, p. 328-334, 2007.

Monitoramento de *Hypothenemus hampei* com a utilização de armadilhas pet e contagem de frutos brocados

Monitoring of Hypothenemus hampei using pet trap and counting brocaded fruits

CÍCERO DONIZETE DE ALMEIDA
Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)
E-mail: cicerocpdaa@gmail.com

WALTER VIEIRA DA CUNHA
Agrônomo, Doutor e professor do curso de Agronomia (UNIPAM)
E-mail: walter@unipam.edu.br

Resumo: O café é de grande importância mundial, já que é um dos principais produtos de exportação por alguns países, especialmente o Brasil. A produção de café é ameaçada em quase todos os países produtores, devido ao ataque de pragas e ou doenças. A broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) é considerada a principal praga da cafeicultura nas regiões produtoras do Brasil, por atacar os frutos e conseqüentemente causar perdas quantitativas e perdas qualitativas na produção. Conforme o nível de infestação, as perdas podem chegar a até 80%. Devido à constatação da atração alelo química da broca por compostos voláteis do fruto, despertou-se o interesse na utilização de armadilhas contendo álcoois (etanol: metanol) para o manejo e controle dessa praga. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência no controle da broca utilizando método de armadilhas x controle tradicional e sua relação com a porcentagem de frutos brocados. Com a realização deste trabalho, ficou evidenciado que a broca-do-café é atraída pelos compostos atrativos.

Palavras-chaves: Método tradicional. Broca-do-café. Controle.

Abstract: Coffee is of great importance worldwide since it is one of the major export products by some countries, especially Brazil. In almost all producing countries, coffee production is threatened due to the attack of pests and/or diseases. The coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*) is considered the major plage of coffee growing in the producing regions of Brazil for attacking the fruits and consequently causing quantitative and qualitative losses in production. Depending on the level of infestation, losses can reach up to 80%. Due to verification of the chemical allele attraction of the borer by volatile compounds of the fruit, the interest in using traps containing alcohols (ethanol: methanol) for the management and control of this pest has aroused. The objective of the present work was to evaluate the efficiency in the control of the borer using the trap method versus traditional control and its relationship with the percentage of borer fruits. With the accomplishment of this work, it became evident that the coffee berry borer is drawn by the attractive compounds.

Keywords: Traditional method. Coffee drill. Control.

1 INTRODUÇÃO

O café é de grande importância mundial, já que é um dos principais produtos de exportação de alguns países, especialmente o Brasil. O Brasil deverá colher 58,04 milhões de sacas de 60 quilos de café beneficiado, representando um aumento de 29,1 quando comparada a produção na safra de 2018. A área total plantada no país totaliza 2,2 milhões de hectares, sendo 85% em produção e 15% em formação (CONAB, 2018).

A produção de café é ameaçada em quase todos os países produtores, devido ao ataque de pragas e ou doenças. A broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) é considerada a principal praga da cafeicultura nas regiões produtoras do Brasil, por atacar os frutos e consequentemente causar perdas quantitativas e perdas qualitativas na produção (CANTOR; BENASSI; FANTON, 2001). As perdas quantitativas, ou dano direto na produção, decorrem da redução do peso dos grãos e queda de frutos. Já as perdas qualitativas, ou dano indireto, decorrem da redução da qualidade do café através da alteração do tipo de bebida (REIS *et al.*, 2010).

O inseto é uma praga monófaga, cujo hábito alimentar não é específico ao gênero *Coffea*. A broca sofre metamorfose completa passando pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto. Apresenta ciclo biológico curto e grande capacidade de proliferação e constitui-se num importante problema fitossanitário em quase todos os países produtores de café (LAURENTINO; COSTA, 2004).

As fêmeas fecundadas perfuram o fruto na região da coroa, fazendo uma galeria através da polpa e em seguida perfuram o grão; no interior dele coloca seus ovos. Ao eclodirem, as larvas se alimentam do endosperma, destruindo-o totalmente ou parcialmente (LIMA *et al.*, 2003). As lesões causadas pelos insetos nos frutos servem de entrada para microrganismos, bactérias e fungos que causam o apodrecimento e queda dos frutos e consequentemente a redução na qualidade de bebida (FERNANDES, 2009). Os danos econômicos provocados pela broca começam quando a infestação atinge 3 a 5% nos frutos da maior florada (REIS *et al.*, 2010). Conforme o nível de infestação, as perdas podem chegar a até 80% (REIS, 2002).

A prática do manejo integrado de pragas é o melhor jeito de se combater a broca-do-café. Inclui a utilização de diversas técnicas de manejo, tanto o controle químico, controle biológico e o controle comportamental (OKUMURA *et al.*, 2003).

Segundo Bianco (2000), métodos de amostragem convencionais se baseiam em um número fixo de amostra, a exemplo dos indicados pelo IBC (1985) e por Souza e Reis (1997), que indica a necessidade de coletar de 3000 a 5000 frutos por hectare para a avaliação de frutos brocados. Esse tipo de amostragem, além de ser destrutivo, devido a coleta de frutos, geralmente exige muito tempo de avaliação dificultando sua adoção por técnicos e produtores induzindo a adoção de métodos empírico na tomada de decisão.

Segundo Mathieu *et al.* (1998), a broca-do-café é atraída pelos compostos voláteis dos frutos, e dentre esses voláteis foram identificadas 45 substâncias, as quais foram divididas em cinco grupos: álcoois, cetonas, aldeídos, terpenos e sesquiterpenos. Com a constatação da atração aleloquímica da broca por compostos voláteis do fruto, despertou-se o interesse na utilização de armadilhas contendo álcoois (etanol: metanol) para o manejo e controle da praga (BARRERA *et al.*, 2007). No Brasil, diversos modelos

de armadilhas já foram propostos para captura da broca-do-café, mas com destaque no modelo IAPAR feito de garrafa de plástico descartável, na cor vermelha, contendo uma mistura de etanol, metanol e café puro torrado e moído (SILVA; VENTURA; MORALES, 2006).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência do monitoramento da broca do cafeeiro utilizando o método de contagem de frutos brocados tradicional comparado com o de armadilhas pet.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na fazenda “Lagoa Seca”, situada nas margens da BR 354 no KM 278, município de Carmo do Paranaíba, MG, localizada a 1100 metros de altitude. A variedade do cafezal utilizada é o catuaí vermelho com 32 anos de idade, com espaçamento de 4,0 m entre linha e 0,5 m entre plantas. A escolha da área para realização do experimento foi devido à incidência de broca-do-café no local segundo relatos do engenheiro agrônomo da fazenda.

A área do experimento foi dividida em vinte e cinco parcelas sendo instaladas 3 armadilhas por parcela, as parcelas foram constituídas de 5 linhas de café com 2,5 m cada, com espaçamento entre parcelas de 2 m em todos os lados. Cada parcela apresentou 50 metros quadrados, e o experimento com uma área total de 1,5 hectares. Todas as armadilhas foram amarradas no caule da planta a uma altura de 1,2 metros.

As armadilhas utilizadas seguem o modelo proposto pela IAPAR e foram confeccionadas manualmente com o uso de garrafas pet de dois litros com abertura de 15 cm x 10 cm ao centro da garrafa. Para atração da broca, foi utilizado um semioquímico, constituído de metanol (álcool metílico comercial) 500 ml, etanol (álcool etílico comercial) 500 ml e café puro torrado e moído 6 gramas. A solução foi preparada na proporção de 1:1 (etanol e metanol) e para cada litro da solução foram utilizados 6 gramas de café. Amarrou-se ao centro da armadilha um frasco difusor de 10 ml com o semioquímico dentro; nesse frasco há um furo na tampa para emitir o aroma do atrativo. As armadilhas foram colocadas com o fundo da garrafa para cima e a base inferior para baixo; colocou-se na base inferior uma solução de 200 ml de água e 1 ml de detergente para a captura e afogamento da broca. Essa solução foi repostada a cada avaliação de brocas capturadas, e a solução coletada foi levada para identificação e contagem.

O experimento foi instalado no dia 24 de março de 2019, e os tratamentos foram avaliados de 7 em 7 dias, com um total de 6 avaliações, sendo a primeira avaliação 7 dias após a montagem do experimento. A coleta da solução utilizada para afogamento da broca foi realizada com recipientes transparentes devidamente identificados com cada tratamento e suas respectivas repetições, sendo cada parcela avaliada separadamente, e em seguida foram comparados com o método tradicional utilizado pela fazenda.

O método tradicional da fazenda consiste em coletar 600 grãos por há e avaliar a incidência de frutos brocados contendo broca no seu interior. Esses frutos brocados foram somados e, em seguida, calculado o percentual de infestação. Índice acima de 0,5% de infestação indica a entrada do controle na área (PEREIRA, 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As armadilhas realizadas com garrafa *pet*, contendo como atrativo etanol, metanol e pó de café torrado e moído, mostraram-se eficientes na atração e captura da broca-do-café. Na Tabela 1, evidencia-se que houve atração da praga pelos compostos voláteis contidos na solução atrativa.

Foram capturadas 497 brocas em todas as armadilhas instaladas na área, a qual possuía 1,5 hectares. Esse número de brocas foi capturado em 6 avaliações, sendo cada avaliação realizada de 7 em 7 dias. Observou-se uma grande infestação de insetos na área do experimento e conseqüentemente maior número de frutos brocados em comparação com a área vizinha; isto provavelmente aconteceu pela atração dos compostos voláteis que atraem os insetos.

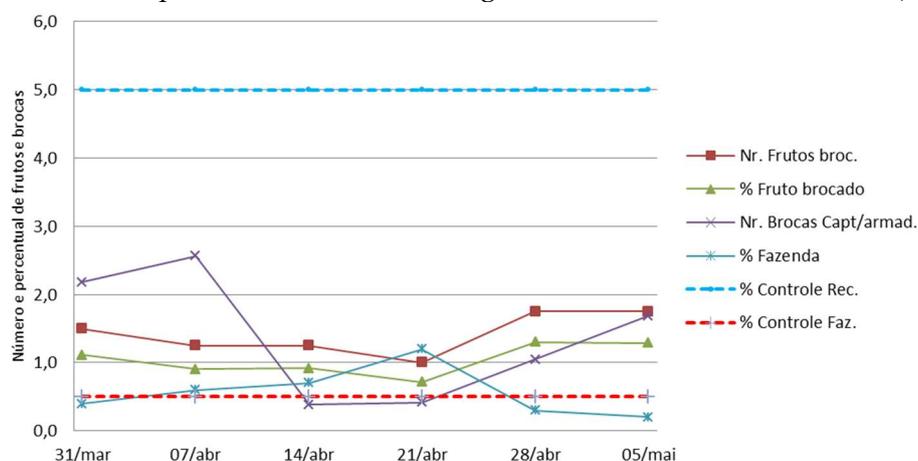
Tabela 1: Número de frutos brocados, brocas capturadas, % de controle recomendado e % de controle praticado na Fazenda Lagoa Seca, Patos de Minas – MG (2019)

	31/mar	07/abr	14/abr	21/abr	28/abr	05/maio
Nr. Frutos brocados	1,5	1,3	1,3	1,0	1,8	1,8
% Frutos Brocados	1,1	0,9	0,9	0,7	1,3	1,3
Nr. Brocas Capt./armadilha	2,2	2,6	0,4	0,4	1,1	1,7
% Frutos Broc. Fazenda	0,4	0,6	0,7	1,2	0,3	0,2

OBS: % frutos brocados faz: porcentagem de brocas vivas da área circunvizinha ao experimento

No dia 04/04/2019, foi realizado controle químico somente na área do experimento, em função da infestação na área do experimento, pois a fazenda adota o percentual de controle a um nível de infestação de 0,5%, como pode se observar no Gráfico 1. Logo depois foi realizado o controle no restante da área devido ao aumento da broca na área vizinha. Esse aumento na área adjacente ao experimento ocorreu muito provavelmente devido à migração da praga da área do experimento para as áreas vizinha, por causa da aplicação do inseticida na área experimental.

Gráfico 1: Número de frutos brocados, brocas capturadas, % de controle recomendado e % de controle praticado na Fazenda Lagoa Seco, Patos de Minas – MG (2019)



Foi também observado que, na área do experimento, houve um aumento na porcentagem de frutos brocados atingindo índice acima de 1%, bem superior à área vizinha, constatando os estudos feitos por Reis (2002) – à medida que o ataque da broca aumenta, há uma maior atração, o que provoca o aumento dos danos podendo chegar até 80% de perda.

Os resultados observados no Gráfico 1 demonstram que percentual de 5% de frutos brocados, indicados para início de controle, não foi atingido e a quantidade de brocas capturadas nas armadilhas se apresentou abaixo do limite mínimo determinado pelo método de contagem de brocas capturadas por armadilha, conforme determinou em seus estudos Pereira (2006), afirmando que a captura de 4 a 7 brocas por armadilha/quinzena é indicativo para intervenção na área infestada, porém os dois métodos ficaram acima do método utilizado pela fazenda, que é de 0,5% de infestação.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo confirmaram que ambos os métodos se apresentam confiáveis para auxiliar o agricultor na tomada de decisão no momento de iniciar o controle da praga, reduzindo assim o número de frutos danificados pela *Hypothenemus hampei* e consequentemente evitar prejuízos na produtividade e qualidade do produto final.

REFERÊNCIAS

BARRERA, J.; VILLACORTA, J. H.; HEBER, G.; CRUZ, L. Aplicación de trampas para el monitoreo de la broca del café. *In: WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DA BROCA-DO-CAFÉ*, 2007, Londrina. **Proceedings...** Londrina: IAPAR, 2007, p. 95-112.

BENASSI, V. L. R. M. Parasitoides da broca-do-café no Brasil: histórico e perspectivas. *In: WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE MANEJO DA BROCA-DO-CAFÉ*, 2007, Londrina. **Proceedings...** Londrina: IAPAR, 2007, p. 11-36.

BIANCO; R. Desenvolvimento e avaliação de um plano de amostragem sequencial binominal (presença-ausência) para broca do café (*Hypothenemus hanoei*). *In: Simpósio de pesquisa dos cafés do Brasil*, 1., 2000, Poços de Calda, MG. **Resumo expandido...**, Brasília; Embrapa café e MINASPLAN 2000, v. 2, p. 729-282.

CANTOR, F.; BENASSI, V. L. R. M.; FANTON, C. J. Broca-do-café, *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Scolytidae). *In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Eds.). Histórico e impacto das pragas introduzidas no Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, 2001, p. 99-103.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira de café**, v. 5 – safra 2018, n. 1 - Segundo Levantamento, Brasília, p. 1-98, jan. 2018.

- FERNANDES, F. L. **Distribuição espacial e programa de tomada de decisão de controle usando armadilha para *Hypothenemus hampei***. Viçosa: UFV, 2009. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE CAFÉ. Rio de Janeiro, RJ. Pragas do Cafeeiro. *In*: **CULTURA DO CAFÉ NO BRASIL**: manual de recomendações. 5. ed., Rio de Janeiro, 1981, p. 275-330.
- JARAMILLO, J.; BORGEMEISTER, C.; BAKER, P.S. Coffee berry borer *Hypothenemus hampei* (Coleoptera: Curculionidae): searching for sustainable control strategies. **Bulletin of Entomological Research**, v. 96, p. 223-233, 2006.
- LAURENTINO, E; COSTA, J. N. M. **Descrição e caracterização biológica da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*, Ferrari 1867) no Estado de Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004.
- LIMA, E. R. *et al.* Emprego de semioquímicos no manejo de pragas do café. *In*: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Produção integrada de café**. Viçosa: UFV, 2003. p. 47-66.
- MATHIEU, F.; MALOSSE, C.; FRÉROT, B. Identification of the volatile components released by fresh coffee berries at different stages of ripeness. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 46, n. 3, p. 1106-1110, 1998.
- OKUMURA, A. S. K. *et al.* Controle da broca-do-café (*Hypothenemus hampei*) FERRARI em terreiros de secagem de café. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 277-282, jul./dez. 2003.
- PARRA, J. R. P.; BATISTA, G. C.; ZUCCHI, R. A. Pragas do cafeeiro, p. 355-386. *In*: FEALQ (org.). **Curso de Entomologia Aplicada a Agricultura**. Piracicaba: FEALQ, 1992.
- PEREIRA, A. E. **Uso de armadilha visando geração de nível de ação e correlação entre captura e infestação de *Hypothenemus hampei* na cultura do café**. Dissertação (Mestrado em Entomologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2006.
- REIS, P. R. Broca-do-café: conheça os métodos para eliminar a ameaça. **Cultivar**, Pelotas, v. 38, p. 10-13, 2002.
- REIS, P. R. *et al.* Manejo integrado das pragas do cafeeiro, p. 573-688. *In*: REIS, P.R.; CUNHA, R. L. da (Eds.). **Café arábica: do plantio à colheita**. Lavras: EPAMIG Sul de Minas, 2010. 896 p.

MONITORAMENTO DE *HYPOTHENEMUS HAMPEI* COM A UTILIZAÇÃO DE ARMADILHAS
PET E CONTAGEM DE FRUTOS BROCADOS

SILVA, F. C. da; VENTURA, M. U.; MORALES, L. O papel das armadilhas com semioquímicos no manejo da broca-do-café, *Hypothenemus hampei*. **Semina**: Ciências Agrárias, Londrina, v. 27, n. 3, p. 399-406, 07 jun. 2006.

SOUZA, J. C. de.; REIS, P.R. **Broca do café**: histórico, reconhecimento, biologia, prejuízos, monitoramento e controle. 2. ed. Belo Horizonte: EPAMIG. 1997. 40 p. EPAMIG. (Boletim Técnico. 50).