

VOL X

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS
(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2023

VOL X

AGRÁRIAS

PESQUISA E INOVAÇÃO NAS CIÊNCIAS QUE
ALIMENTAM O MUNDO

EDUARDO EUGÊNIO
SPERS
(Organizador)

 EDITORA
ARTEMIS

2023



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição-Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

Editora Chefe	Prof. ^a Dr. ^a Antonella Carvalho de Oliveira
Editora Executiva	M. ^a Viviane Carvalho Mocellin
Direção de Arte	M. ^a Bruna Bejarano
Diagramação	Elisangela Abreu
Organizador	Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers
Imagem da Capa	Shutterstock
Bibliotecário	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Conselho Editorial

Prof.^a Dr.^a Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”*, Cuba
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof. Dr. Agustín Olmos Cruz, *Universidad Autónoma del Estado de México*, México
Prof.^a Dr.^a Amanda Ramalho de Freitas Brito, Universidade Federal da Paraíba, Brasil
Prof.^a Dr.^a Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires*, Argentina
Prof.^a Dr.^a Ana Júlia Viamonte, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano*, Peru
Prof.^a Dr.^a Angela Ester Mallmann Centenaro, Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Prof.^a Dr.^a Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Carmen Pimentel, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof.^a Dr.^a Catarina Castro, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.^a Dr.^a Cirila Cervera Delgado, *Universidad de Guanajuato*, México
Prof.^a Dr.^a Cláudia Neves, Universidade Aberta de Portugal
Prof.^a Dr.^a Cláudia Padovesi Fonseca, Universidade de Brasília-DF, Brasil
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Rey Juan Carlos de Madrid*, Espanha
Prof.^a Dr.^a Deuzimar Costa Serra, Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
Prof.^a Dr.^a Dina Maria Martins Ferreira, Universidade Estadual do Ceará, Brasil
Prof.^a Dr.^a Edith Luévano-Hipólito, *Universidad Autónoma de Nuevo León*, México
Prof.^a Dr.^a Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, Universidade de São Paulo (USP), Brasil
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, Universidade Federal de Roraima, Brasil
Prof.^a Dr.^a Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, México

Prof.ª Dr.ª Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*
Prof. Dr. Fernando Hitt, *Université du Québec à Montréal, Canadá*
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Gabriela Gonçalves, Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), Portugal
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointner Malpass, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Brasil
Prof.ª Dr.ª Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, Instituto Politécnico da Guarda, Portugal
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof. Dr. Håkan Karlsson, *University of Gothenburg, Suécia*
Prof.ª Dr.ª Iara Lúcia Tescarollo Dias, Universidade São Francisco, Brasil
Prof.ª Dr.ª Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*
Prof.ª Dr.ª Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof. Dr. Ivan Amaro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*
Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas, Brasil
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz, *University of Miami and Miami Dade College, Estados Unidos*
Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha, Espanha*
Prof. Dr. João Manuel Pereira Ramalho Serrano, Universidade de Évora, Portugal
Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros, Brasil
Prof. Dr. Jorge Ernesto Bartolucci, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. José Cortez Godínez, Universidad Autónoma de Baja California, México
Prof. Dr. Juan Carlos Cancino Diaz, Instituto Politécnico Nacional, México
Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid, Espanha*
Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín, Colômbia*
Prof. Dr. Juan Manuel Sánchez-Yáñez, *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México*
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil
Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás, Brasil
Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo, Brasil
Prof. Dr. Luis Fernando González Beltrán, *Universidad Nacional Autónoma de México, México*
Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide, Espanha*
Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Márcia de Souza Luz Freitas, Universidade Federal de Itajubá, Brasil
Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Brasil
Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe, Brasil
Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
Prof.ª Dr.ª María Alejandra Arecco, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Maria Carmen Pastor, *Universitat Jaume I, Espanha*
Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão, Brasil
Prof.ª Dr.ª Maria Gracinda Carvalho Teixeira, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil



Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal
Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana, Cuba*
Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª Ninfa María Rosas-García, Centro de Biotecnología Genómica-Instituto Politécnico Nacional, México
Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense, Brasil
Prof. Dr. Osbaldo Turpo-Gebera, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Peru*
Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras, Brasil
Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia, Brasil
Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará, Brasil
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí, Brasil
Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil
Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*
Prof.ª Dr.ª Solange Kazumi Sakata, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)- USP, Brasil
Prof.ª Dr.ª Stanislava Kashtanova, *Saint Petersburg State University, Russia*
Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal
Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal
Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande, Brasil
Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Brasil
Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colômbia*
Prof. Dr. Xosé Somoza Medina, *Universidad de León, Espanha*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

A277 Agrárias [livro eletrônico] : pesquisa e inovação nas ciências que alimentam o mundo X / Organizador Eduardo Eugênio Spers. – Curitiba, PR: Artemis, 2023.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

Edição bilíngue

ISBN 978-65-81701-05-5

DOI 10.37572/EdArt_301123055

1. Ciências agrárias – Pesquisa. 2. Agronegócio. 3. Sustentabilidade.
I. Spers, Eduardo Eugênio.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



APRESENTAÇÃO

As Ciências Agrárias são um campo de estudo multidisciplinar por excelência, e um dos mais profícuos em termos de pesquisas e aprimoramento técnico. A demanda mundial por alimentos e a crescente degradação ambiental impulsionam a busca constante por soluções sustentáveis de produção e por medidas visando à preservação e recuperação dos recursos naturais.

A obra **Agrárias: Pesquisa e Inovação nas Ciências que Alimentam o Mundo** compila pesquisas atuais e extremamente relevantes, apresentadas em linguagem científica de fácil entendimento. Na coletânea, o leitor encontrará textos que tratam dos sistemas produtivos em seus diversos aspectos, além de estudos que exploram diferentes perspectivas ou abordagens sobre a planta, o meio ambiente, o animal, o homem e a sociedade no ambiente rural.

É uma obra que fornece dados, informações e resultados de pesquisas tanto para pesquisadores e atuantes nas diversas áreas das Ciências Agrárias, como para o leitor que tenha a curiosidade de entender e expandir seus conhecimentos.

Este Volume X traz 14 trabalhos de estudiosos de diversos países, divididos em dois eixos temáticos: *Produtividade e eficiência na produção vegetal* e *Sustentabilidade e reaproveitamento produtivo*.

Desejo a todos uma ótima leitura!

Eduardo Eugênio Spers

SUMÁRIO

PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA NA PRODUÇÃO VEGETAL

CAPÍTULO 1..... 1

HIDROGELES DE QUITOSANO Y POLIACRILAMIDA SOBRE LAS PROPIEDADES EDÁFICAS Y EL CRECIMIENTO DE *Lupinus exaltatus*

Néstor Gutiérrez Pérez

Elizabeth García Gallegos

Oscar Gumersindo Vázquez Cuecuecha

Elizabeth Hernández Acosta

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230551

CAPÍTULO 2..... 10

FERTILIZANTE DE LENTA LIBERACIÓN COMPLEMENTARIO AL FERTIRRIEGO Y SU EFECTO EN PRODUCCIÓN DE LIMA MEXICANA

José C. García-Preciado

Silvia H. Carrillo Medrano

Miguel A. Manzanilla Ramírez

María Guzmán Martínez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230552

CAPÍTULO 3..... 17

COLORIMETRIC CHARACTERISATION OF TROPICAL WOODS

José Amador Honorato-Salazar

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230553

CAPÍTULO 4..... 26

PANORAMA AGROECONÓMICO DE LA GUANÁBANA (*Annona muricata*) EN AMÉRICA

Emma Gloria Ramos Ramírez

Carlos García Pérez

María del Pilar Méndez Castrejón

Juan Alfredo Salazar Montoya

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230554

CAPÍTULO 5..... 38

DESCRIPCIÓN FÍSICA DE SEMILLAS DE GENOTIPOS DE MAÍZ AZUL

Germán Fernando Gutiérrez-Hernández

José Luis Arellano-Vázquez

Luis Fernando Ceja-Torres

Estela Flores-Gómez

Patricia Vázquez-Lozano

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230555

CAPÍTULO 6..... 44

IDENTIFICACIÓN MOLECULAR DE MALEZAS TOLERANTES AL GLIFOSATO

David Antonio Moreno Medina

Carmen Yazmin Rojas Cardona

Alma Cuellar Sánchez

Victor Becerra Ruiz

Esteban Montiel Palacios

José Luis Gadea Pacheco

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230556

CAPÍTULO 7..... 53

ENFERMEDADES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZÚCAR (*SACCHARUM* SPP.) EN MÉXICO

Manuel de Jesús Bermúdez Guzmán

Francisco Javier Delgado Virgen

Jeovani Francisco Cervantes Preciado

Mario Orozco Santos

Claudia Yared Michel López

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230557

CAPÍTULO 8..... 88

APERTURAS Y ESTRATEGIAS COMO MÉTODO EN LA ENSEÑANZA AGROPECUARIA

Rafael Menendez

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230558

CAPÍTULO 9.....92

COMPOSTAJE-VERMICOMPOSTAJE, APROVECHAMIENTO SECUENCIAL DE RESIDUOS VINÍCOLAS: PRIMEROS RESULTADOS

Manuela Andrés Abellán
Marta Isabel Picazo Córdoba
Consolación Wic Baena
Manuela Rubio García
Rocío Ballesteros González
Francisco Ramón López Serrano
Francisco Antonio García Morote
Eva María Rubio Caballero
Soledad Ramírez Guijarro
José Manuel Flores López-Pintor
Carlos García Izquierdo

 https://doi.org/10.37572/EdArt_3011230559

CAPÍTULO 10..... 100

BIOPROCESOS PARA EL TRATAMIENTO DE FECAS CANINAS

Ian Homer Bannister
María Teresa Varnero
Fabian Abarza Villalobos

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30112305510

CAPÍTULO 11..... 114

AS BEBIDAS DE LEGUMINOSAS COMO ALTERNATIVA AO LEITE: BEBIDAS DE GRÃO-DE-BICO E DE TREMOÇO COM DIGESTIBILIDADE MELHORADA E POTENCIAL BIOACTIVO PARA A SAÚDE HUMANA

Carla Margarida Duarte
Joana Mota Guerreiro
Ricardo Manuel Assunção
Carla Martins
Ana Cristina Ribeiro
Ana Isabel Lima
Anabela Raymundo
Maria Cristiana Nunes
Ricardo Boavida Ferreira

Isabel de Sousa

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30112305511

CAPÍTULO 12142

USO DE ACOLCHADOS PLÁSTICOS PARA REDUCIR EL IMPACTO DEL HUANGLONGBING Y PROMOVER PRECOCIDAD DE LA PRODUCCIÓN EN LIMÓN MEXICANO

Mario Orozco Santos

Manuel de Jesús Bermúdez Guzmán

Karina de la Paz García Mariscal

José Concepción García Preciado

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30112305512

CAPÍTULO 13162

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF MIXED PIGS FOR SUSTAINABILITY IN THE LEGAL AMAZON, BRAZIL

Leandro Macedo Miranda

Thiago Machado da Silva Acioly

Diego Carvalho Viana

Valene da Silva Amarante

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30112305513

CAPÍTULO 14172

MICROORGANISMOS E RESÍDUO AGROINDUSTRIAL VISANDO INCREMENTOS NA FERTILIDADE DE UM SOLO DEGRADADO

Jéssica Alves de Oliveira

Diego Gonçalves Feitosa

Flávia Mendes dos Santos Lourenço

Katia Luciene Maltoni

Ana Maria Rodrigues Cassiolato

 https://doi.org/10.37572/EdArt_30112305514

SOBRE O ORGANIZADOR.....183

ÍNDICE REMISSIVO 184

CAPÍTULO 14

MICROORGANISMOS E RESÍDUO AGROINDUSTRIAL VISANDO INCREMENTOS NA FERTILIDADE DE UM SOLO DEGRADADO

Data de aceite: 24/11/2023

Jéssica Alves de Oliveira

<http://lattes.cnpq.br/4808825201215174>

Diego Gonçalves Feitosa

<http://lattes.cnpq.br/1493473189192331>

Flávia Mendes dos Santos Lourenço

<http://lattes.cnpq.br/6790700300461348>

Katia Luciene Maltoni

<http://lattes.cnpq.br/5916044335231101>

Ana Maria Rodrigues Cassiolato

<http://lattes.cnpq.br/7348513258586777>

RESUMO: A inoculação de microrganismos pode gerar benefícios, visto que são responsáveis por vários processos como solubilização do fosfato (P) e mineralização da matéria orgânica do solo. Resíduos agroindustriais possuem nutrientes em sua composição, podendo garantir incrementos na fertilidade a baixo custo. O objetivo do estudo foi a aplicação de resíduo agroindustrial e a inoculação de microrganismos visando incrementar a fertilidade de um solo degradado, cultivado com bananeira (*Musa*

sp. cv. Mysore). O delineamento foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 3, com 4 repetições, cada uma com 4 covas com uma planta. Os fatores foram com e sem inoculação do fungo micorrízico arbuscular; com e sem adição de cinza da biomassa de cana-de-açúcar; e com (um bacteriano e uma mistura de três isolados fúngicos) e sem inoculação de solubilizadores de P. Aos 67 e 274 dias do plantio foram avaliados atributos químicos do solo; altura e diâmetro do pseudocaule, P-foliar total e índice relativo de clorofila. A cinza melhorou a fertilidade do solo, por elevar pH, P, Ca, K, Mg e V%, e reduzir Al. Houve aumento da altura e diâmetro do pseudocaule e as inoculações elevaram P absorvido nas plantas.

PALAVRAS-CHAVE: Cinza de biomassa de cana-de-açúcar. Micorriza arbuscular. *Glomus clarum*. Solubilização de fosfato.

MICROORGANISMS AND AGROINDUSTRIAL RESIDUE IN THE RECOVERY OF FERTILITY OF A DEGRADED SOIL

ABSTRACT: The inoculation of microorganisms can generate benefits, since they are responsible for various processes, such as phosphate (P) solubilization and mineralization of soil organic matter. Agroindustrial residues have nutrients in their composition that may guarantee increases in soil fertility, at low cost. The aim of this study was the application of agroindustrial residue

and inoculation of microorganisms, to increase soil fertility in degraded areas, cultivated with banana trees (*Musa* sp. cv. Mysore). The experiment was conducted in randomized blocks, in a 2 x 2 x 3 factorial scheme, with 4 replications, with 4 pits and one plant in each. Factors were with and without inoculation of the arbuscular mycorrhizal fungus; with and without the addition of sugarcane biomass ash; and with (one bacterial and the mixture of three fungal isolates) and without inoculation of P solubilizers. At 67 and 274 days after planting, soil chemical attributes, total P-leaves; plant height and pseudostem diameter, and relative chlorophyll index were evaluated. Sugarcane ash improved soil fertility by increasing pH, P, Ca, K, Mg, and V%, and reducing Al. There was an increase in plant height and pseudostem diameter. Inoculation of microorganisms raised plants' P-absorption.

KEYWORDS: Sugarcane biomass ash. Arbuscular mycorrhizal. *Glomus clarum*. P-solubilization.

1 INTRODUÇÃO

As áreas degradadas ocupam um quarto da área terrestre global, enquanto no Brasil milhões de hectares apresentam algum tipo de degradação. Para recuperação de uma área degradada deve-se, antes, buscar o equilíbrio do solo em questão, com o fornecimento de nutrientes, microrganismos e matéria orgânica (MO). A cinza do bagaço da cana-de-açúcar é um resíduo agroindustrial que contém níveis elevados de nutrientes e a capacidade de reter água (Ferreira et al., 2012), melhorando as propriedades físico-químicas do solo e a produtividade (Seleiman & Kheir, 2018).

Dentre os microrganismos do solo, os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são simbioses que beneficiam a nutrição das plantas por meio da absorção de água e nutrientes, especialmente o fósforo (P) (Velázquez et al., 2017). Outros atuam na mobilização do P, como os solubilizadores de fosfatos inorgânicos, ou na mineralização de fosfatos orgânicos, elevando a fertilidade do solo. A inoculação conjunta de FMA e solubilizadores de fosfato pode ser ecologicamente importante, pois os FMA podem absorver o P disponibilizado pela atividade dos solubilizadores (Taktek et al., 2015).

A escolha de uma espécie frutífera, como a bananeira (*Musa* sp.), para recuperação de áreas degradadas, deve-se à sua capacidade de produzir frutos, ser fonte expressiva de material orgânico e de exsudados radiculares ao solo, estimulando a microbiota deste. A água acumulada no rizoma e pseudocaule da bananeira pode contribuir para que os microrganismos resistam a períodos de estresse hídrico (Donato et al., 2012), característicos da região ou oriundos da degradação da área. Assim, o objetivo do trabalho foi a inoculação de microrganismos (fungo micorrízico arbuscular *Glomus clarum* e de solubilizadores de fosfato) e a aplicação de resíduo agroindustrial (cinza de biomassa de cana-de-açúcar), visando incrementos na fertilidade de um solo degradado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de 03 a 12/2017, em área pertencente à UNESP-Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira-SP, localizada em Selvíria-MS, na margem direita do Rio Paraná (20° 22' 49" S; 51° 24' 23" W), à jusante da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira-UHE. O local foi degradado durante a construção da UHE, na década de 60, quando a área foi desmatada e camadas de solo de até 12 m de espessura foram removidas, expondo o subsolo, que permanece sem cobertura vegetal.

O clima na região é do tipo Aw, tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, de acordo com o sistema internacional de Köppen (Alvares et al., 2013), com precipitação e temperaturas médias anuais da ordem de 1370 mm e 23 °C, respectivamente, e altitude média de 335 m. Os solos de ocorrência comum no entorno são Latossolos e Argissolos Vermelhos (Demattê, 1980; Embrapa, 2017) e a granulometria no local é franco argilo arenosa (302, 172 e 526 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente). Na área experimental foi realizado, em 10/2010, um plantio de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.), visando a revegetação da área. Este foi conduzido em blocos de 960 m² (30 x 32 m) e os tratamentos preparados em covas, onde foram adicionados cinza da biomassa da cana-de-açúcar (cinza) e solo-inóculo, oriundo de cerrado conservado (Cerrado), como fonte de microrganismos. Antes do preparo das covas a área foi subsolada a 0,40 m de profundidade e gradeada. As covas foram então abertas (0,30 m de diâmetro e 0,90 m de profundidade) com broca hidráulica, em espaçamento 3 x 2 m.

O material extraído de cada cova foi dividido em duas porções, metade prontamente devolvida à cova e, a outra metade, foram misturados os tratamentos, neste caso a cinza (30 t ha⁻¹ ou 980 g cova⁻¹) e uma quantidade mínima de adubos químicos e corretivos para não interferir na inoculação. Todos os tratamentos receberam sulfato de amônio (2,7 t ha⁻¹; 24 g cova⁻¹), superfosfato simples (1,6 t ha⁻¹; 14 g cova⁻¹), cloreto de potássio (155 kg ha⁻¹; 1,4 g cova⁻¹) e calcário dolomítico (4 t ha⁻¹; 36 g cova⁻¹). Esta mistura foi devolvida às covas para o plantio do pinhão-manso. No momento do plantio (12/2010), foram adicionados 200 g de solo-inóculo por cova, contendo 600 esporos da FMA.

Dezoito meses após o plantio foi conduzida uma poda, recomendada para a cultura, porém as plantas não resistiram e a área permaneceu sem regeneração natural até a instalação do presente experimento (03/2017), o qual segue o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2 x 3, com 4 repetições, cada uma constituída de 4 covas com uma planta. Os fatores testados foram com e sem inoculação do FMA *G. clarum*, com e sem adição de cinza, e com e sem inoculação de fungos e bactérias solubilizadoras, mais o controle não inoculado.

A caracterização inicial dos atributos químicos do solo seguiu metodologia de Raij et al. (2001): pH = 4,4; P mg dm⁻³ = 2,8; Al mmol_c dm⁻³ = 5,5; MO g dm⁻³ = 10,4; SB mmol_c dm⁻³ = 8,1; V% = 26,2. Na instalação do experimento, as covas foram reabertas a 0,45 m de profundidade e ao solo foi adicionado calcário e fertilizantes nas quantidades empregadas anteriormente, assim como a cinza. Este material foi misturado e devolvido às covas. A caracterização química da cinza seguiu metodologia de Raij et al. (2001): pH = 4,8; P mg dm⁻³ = 54; Al mmol_c dm⁻³ = 2; MO g dm⁻³ = 15; SB mmol_c dm⁻³ = 19,6.

O solo-inóculo contendo *G. clarum* foi adicionado às covas no momento do plantio. A multiplicação ocorreu em mistura de solo degradado e areia esterilizada (1:2 -v/v), sob cultivo protegido, por 75 dias, tendo *Urochloa decumbens* como planta hospedeira. A esporulação foi quantificada (x100 g de solo) por uma associação dos métodos de decantação e peneiramento úmido (Gerdemann & Nicolson, 1963) e com centrifugação e flutuação com solução de sacarose 60% (Jenkins, 1964). Foram adicionadas às covas 5 g do solo-inóculo, equivalente a 60 esporos.

Os rizomas da bananeira cv. Mysore foram doados pela fazenda da UNESP, Campus de Ilha Solteira. Após serem retirados do solo com ajuda de uma retroescavadeira, as raízes e partes necrosadas foram removidas manualmente e os rizomas lavados com jato de água para remoção das impurezas.

Os microrganismos solubilizadores de fosfato (um isolado bacteriano e 3 fúngicos) pertencentes à coleção do Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde (GO), foram inoculados ao redor dos rizomas, no solo, em um pequeno orifício feito com uma estaca de madeira. A bactéria foi multiplicada em meio de cultura GL e adicionada na quantidade equivalente a 3,5 x 10⁹ UFC cova⁻¹. Os fungos foram multiplicados separadamente, em arroz integral parboilizado esterilizado, e 10 grãos de arroz-inóculo, por isolado, foi adicionado por cova.

A área foi irrigada com caminhão-pipa logo após o plantio e mais uma ou duas vezes por semana, de acordo com a incidência de chuva, até a primeira avaliação, a qual ocorreu aos 67 dias, e uma segunda avaliação foi realizada aos 274 dias após o plantio.

O solo foi amostrado nas covas, próximo às plantas, na profundidade de 0,0 a 0,10 m, sendo cada amostra composta formada a partir de 4 amostras simples por tratamento, por bloco. Os atributos químicos do solo foram analisados como anteriormente descrito.

Para determinação do teor de P total foliar (Malavolta et al.,1997) foi coletada cerca de 15 cm da parte central da última folha completamente aberta, por planta, totalizando 4 plantas por tratamento, por repetição. As plantas foram avaliadas para altura (da base até a inserção da primeira folha), diâmetro do pseudocaule (medido

na base) e o índice relativo de clorofila (IRC). Na determinação do IRC foi utilizado o aparelho portátil ClorofiLOG1030®, com leituras realizadas no período da manhã, nas duas últimas folhas completamente abertas, e em dois pontos por folha, e por planta.

Os dados foram submetidos a análise de variância e os tratamentos foram comparados entre si pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Transcorridos 67 dias da instalação do experimento, a aplicação de cinza de cana-de-açúcar elevou o pH e propiciou aumentos nos teores de MO, Ca, K, Mg e valores de V%, com redução do Al do solo (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios para pH, fósforo (P), matéria orgânica (MO), alumínio (Al), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), e saturação por bases (V%) do solo, e fósforo total foliar (P-foliar), para os tratamentos inoculação de *Glomus clarum* (GC) e microrganismos solubilizadores de fosfato (SOP) e adição de cinza (CZ) de biomassa de cana-de-açúcar, aos 67 dias do plantio da *Musa* sp. cv. Mysore.

Fonte de Variação	pH (CaCl ₂)	P (resina) (mg dm ⁻³)	MO (g dm ⁻³)	Al -----	Ca (mmol _c dm ⁻³)	K -----	Mg -----	V (%)	P-foliar (g kg ⁻¹)
GC									
Sem GC	4.8	15.2	10.8	1.8	11.7	1.7	6.5	42.4	1.9
Com GC	4.8	9.8	11.1	2.0	10.4	1.7	6.5	41.6	2.1
CZ									
Sem	4.6b	4.0	10.5b	2.8a	6.5b	1.6b	5.3b	33.6b	1.8
Com	5.1a	21.0	11.5a	1.0b	15.5a	1.9a	7.7a	50.4a	2.2
SOP									
Sem SOP	4.8b	13.2	11.4	1.9	11.3ab	1.8a	6.9	42.6ab	1.8
Fungos	4.6b	9.2	10.6	2.4	8.1b	1.4b	5.3	35.6b	2.1
Bactéria	5.0a	15.0	10.9	1.3	13.7a	1.8a	7.4	47.8a	2.1
Valores de F									
GC	0.66 ^{ns}	5.31 [*]	1.19 ^{ns}	0.42 ^{ns}	0.74 ^{ns}	0.20 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.08 ^{ns}	6.38 [*]
CZ	63.36 ^{**}	52.30 ^{**}	10.68 ^{**}	22.59 ^{**}	38.34 ^{**}	4.45 [*]	9.11 ^{**}	30.42 ^{**}	45.99 ^{**}
SOP	9.97 ^{**}	2.13 ^{ns}	2.08 ^{ns}	3.19 ^{ns}	4.92 [*]	6.20 ^{**}	2.57 ^{ns}	5.41 [*]	8.09 ^{**}
GC x CZ	1.14 ^{ns}	4.83 [*]	0.07 ^{ns}	0.75 ^{ns}	2.58 ^{ns}	0.47 ^{ns}	0.39 ^{ns}	0.67 ^{ns}	10.52 ^{**}
GC x SOP	0.01 ^{ns}	1.02 ^{ns}	1.41 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.34 ^{ns}	2.32 ^{ns}	0.69 ^{ns}	0.13 ^{ns}	0.37 ^{ns}
CZ x SOP	0.43 ^{ns}	1.51 ^{ns}	0.22 ^{ns}	0.15 ^{ns}	2.50 ^{ns}	3.08 ^{ns}	0.86 ^{ns}	0.38 ^{ns}	4.48 [*]
Média Geral	4.8	12.5	11.0	1.9	11.0	1.7	6.5	42.0	2.0
CV (%)	2.2	27.6	4.6	28.6	21.3	10.8	19.5	13.2	4.4

Valores seguidos pela mesma letra na coluna, por fonte de variação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. * e **=significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns=não significativo.

Com resultados parecidos os do presente trabalho, Maeda et al. (2008) e Seleiman & Kheir (2018) justificaram seus baseado na composição da cinza, com predominância de K, Ca e Mg. Ao estudarem doses de cinza de biomassa vegetal florestal e cana-de-açúcar, respectivamente, em diferentes solos, os autores relataram redução da acidez, do Al e aumento nos teores de P, K, Ca e Mg.

A inoculação da bactéria solubilizadora de fosfato elevou o pH do solo, mas os teores de Ca e K e os valores de V% não diferiram entre os tratamentos de inoculação, porém reduziu com a inoculação com os fungos solubilizadores (Tabela 1). Avaliando a tolerância de comunidades fúngicas ao estresse térmico, Ferreira et al. (2018) constataram que comunidades não adaptadas, sob altas temperaturas, mostram baixa tolerância. O relato desses autores condizem com o presente trabalho, pois trata-se de uma área degradada, com subsolo exposto recebendo incidência direta de radiação solar, elevando a temperatura. Pelo fato desta avaliação ter ocorrido aos 67 dias do plantio, os fungos poderiam ainda estar se adaptando às condições da área.

Os teores de P do solo, mostram a ocorrência de interações significativas entre os tratamentos adição de cinza e inoculação de FMA (Tabela 2) e os teores mais elevados de P resultam da adição de cinza, no tratamento sem FMA, seguido do tratamento com FMA, evidenciando melhora na fertilidade do solo em decorrência da aplicação de cinza.

Tabela 2. Desdobramento das interações significativas entre adição de cinza (CZ) e inoculação de *Glomus clarum* (GC) para fósforo do solo (P) e fósforo total foliar (P-foliar) e entre adição de CZ e inoculação de microrganismos solubilizadores de fosfato (SOP) para fósforo total foliar (P foliar), aos 67 dias do plantio da *Musa* sp. cv. Mysore.

Fonte de Variação	--- P _(resina) (mg dm ⁻³) ---		--- P foliar (g kg ⁻¹) ---		Fonte de Variação	----- P foliar (g kg ⁻¹) -----		
	Sem CZ	Com CZ	Sem CZ	Com CZ		Sem SOP	Fungos	Bactéria
Sem GC	4.1aB	26.3aA	1.8aB	2.1bA	Sem CZ	1.7bA	1.8bA	1.9bA
Com GC	3.8aB	15.7bA	1.8aB	2.4aA	Com CZ	2.0aB	2.5aA	2.3aA
DMS	6.76		0.18		DMS	0.23		

Valores seguidos de mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem entre si, por fonte de variação, pelo teste de Tukey a 5%. DMS=diferença mínima significativa.

Em uma área com grau de degradação semelhante, Santos et al. (2016) relataram que os teores de P do solo foram mais elevados na presença de cinza, e sem inoculação de FMA. Os autores sugerem que a baixa disponibilidade de P está diretamente relacionada a atividade desse simbiote, que absorve P do solo e o transfere ao hospedeiro. Esta hipótese foi confirmada, como no presente trabalho, pelos maiores teores de P-foliar encontrado nos tratamentos com adição de CZ e FMA, mesmo no solo degradado.

Teores de P-foliar mais elevados foram, também, detectados na interação adição de cinza e microrganismos solubilizadores (Tabela 2). Resultado semelhante foi relatado

por Zheng et al. (2019) com maiores teores de P, tanto no solo quanto no tecido de plantas de colza, em solo que recebeu cinzas de biomassa vegetal e bactérias solubilizadoras de P, evidenciando a capacidade destes solubilizarem o P presente na cinza adicionada ao solo.

A adição da cinza ao solo proporcionou incrementos no teor de Ca e redução no teor de Al (Tabela 2), aos 67 dias do plantio. Segundo Ferreira et al. (2012), a adição de cinza reduziu a acidez potencial (H+Al) em Latossolo, em decorrência da elevação do pH, corroborando as observações feitas neste trabalho quanto a elevação do pH e das bases mediante a adição de cinza. A redução observada para os teores de K do solo, devido a inoculação de FMA, decorre da habilidade dos simbiontes absorver nutrientes e disponibilizá-los aos hospedeiros e, assim, reduzindo o K disponível no solo.

Os teores de P-foliar, aos 67 dias do plantio, variaram de 1,8 a 2,5 g kg⁻¹ com aplicação de cinza, inoculação com FMA ou com solubilizadores de P (Tabela 2), permitindo afirmar que, mesmo com o grau de degradação da área, nesta fase do crescimento das plantas, os teores de P foram condizentes com o indicado para a cultura, ou seja, entre 1,8 - 2,7 g kg⁻¹ de P-foliar (Raj et al., 1997).

Decorridos 274 dias do plantio, os maiores teores de P-foliar foram encontrados nos tratamentos com inoculação de FMA, com adição de cinza e nos inoculados com microrganismos solubilizadores de P, porém as interações não foram significativas (Tabela 3), e os teores são menores (entre 1,1 - 1,3 g kg⁻¹) do que aos 67 dias e coincide com a redução da fertilidade.

Tabela 3. Valores médios para pH, fósforo (P), matéria orgânica (MO), alumínio (Al), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), saturação por bases (V%) e fósforo total foliar (P-foliar), para os tratamentos inoculação de *Glomus clarum* (GC) e microrganismos solubilizadores de fosfato (SOP) e adição de cinza (CZ), aos 274 dias do plantio de *Musa* sp. cv. Mysore.

Fonte de Variação	pH (CaCl ₂)	P (resina) (mg dm ⁻³)	MO (g dm ⁻³)	Al -----	K (mmol _c dm ⁻³)	Ca -----	Mg -----	V (%)	P-foliar (g kg ⁻¹)
GC									
Sem	4.7	4.9	10.3	3.1	2.2a	8.8	6.9	38.3	1.0b
Com	4.4	3.8	10.2	3.8	1.4b	7.4	5.5	34.3	1.3a
CZ									
Sem	4.4	2.3	10.2	4.4a	1.8	6.5	5.3	32.7	1.0b
Com	4.7	6.4	10.3	2.6b	1.8	9.8	7.1	39.9	1.3a
SOP									
Sem SOP	4.6	4.2	10.4	3.8	1.7	8.5	5.8	36.4	1.0b
Fungos	4.6	4.4	10.2	3.4	1.8	7.0	6.1	34.3	1.2a
Bactéria	4.5	4.4	10.2	3.2	1.9	9.1	6.8	38.2	1.2a
Valores de F									

GC	6.36 [*]	3.29 ^{ns}	0.01 ^{ns}	1.43 ^{ns}	10.60 ^{**}	1.31 ^{ns}	1.50 ^{ns}	1.56 ^{ns}	21.21 ^{**}
CZ	9.21 ^{**}	40.35 ^{**}	0.09 ^{ns}	9.16 ^{**}	0.12 ^{ns}	7.53 ^{**}	2.52 ^{ns}	4.90 [*]	7.29 ^{**}
SOP	0.15 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.16 ^{ns}	0.38 ^{ns}	0.16 ^{ns}	1.00 ^{ns}	0.24 ^{ns}	0.47 ^{ns}	4.63 [*]
GC x CZ	5.94 [*]	10.50 ^{**}	0.25 ^{ns}	2.62 ^{ns}	0.01 ^{ns}	6.78 [*]	4.08 [*]	5.60 [*]	0.40 ^{ns}
GC x SOP	0.17 ^{ns}	0.03 ^{ns}	1.39 ^{ns}	0.97 ^{ns}	0.79 ^{ns}	1.85 ^{ns}	0.37 ^{ns}	0.43 ^{ns}	0.48 ^{ns}
CZ x SOP	1.10 ^{ns}	0.28 ^{ns}	1.94 ^{ns}	0.50 ^{ns}	2.55 ^{ns}	3.40 ^{ns}	1.98 ^{ns}	2.32 ^{ns}	1.84 ^{ns}
Média Geral	4.5	4.3	10.3	3.5	1.8	8.1	6.2	36.3	1.2
CV (%)	3.2	21.2	6.4	28.9	17.4	21.7	24.8	15.3	5.3

Valores seguidos pela mesma letra na coluna, por fonte de variação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. * e ** = significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ns = não significativo.

Borges et al. (2006) reportaram teores diferentes de nutrientes em plantas adultas de 24 genótipos de bananeira, em dois ciclos, com valores de P-foliar entre 1,2 e 1,8 g kg⁻¹. No presente trabalho o P-foliar variou entre 1,1 e 1,3 g kg⁻¹, valores considerados baixos para a cultura, mas são explicados pela intensa degradação ocorrida no solo. Os baixos teores do nutriente, no entanto, podem ser decorrentes da sua distribuição pela planta, efeito diluição, e relacionado à carência de P no solo. Este efeito diluição foi, também, citado por Maia (2012) para justificar a redução de P-foliar em mudas a partir de 6 meses, com conseqüente limitação no crescimento e na produção de massa fresca.

Interações entre adição de cinza e inoculação de FMA foram detectadas para pH, P, Ca, Mg e V(%), com os valores mais altos na presença de cinza e sem FMA (Tabela 4).

Tabela 4. Desdobramento das Interações significativas entre inoculação de *Glomus clarum* (GC) e adição de cinza (CZ) para pH, fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e saturação por bases (V%), 274 dias após o plantio de *Musa* sp. cv. Mysore.

Fonte variação	----- pH ----- (CaCl ₂)		--- P (resina) --- (mg dm ⁻³)		----- Ca ----- (mmol _c dm ⁻³)		----- Mg ----- (mmol _c dm ⁻³)		----- V ----- (%)	
	Sem CZ	Com CZ	Sem CZ	Com CZ	Sem CZ	Com CZ	Sem CZ	Com CZ	Sem CZ	Com CZ
	Sem GC	4.4aB	4.9aA	1.8aB	8.0aA	5.6aB	12.0aA	4.83aB	9.0aA	30.8aB
Com GC	4.4aA	4.4bA	2.7aB	4.7bA	7.3aA	7.50bA	5.75aA	5.2bA	34.5aA	34.0bA
DMS	0.28		1.85		3.45		3.32		9.40	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúsculas na linha, por fonte de variação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. DMS= diferença mínima significativa.

Estes resultados, porém, não significam que a inoculação de FMA tenha sido desvantajosa, mas que estes atuaram na absorção de diversos nutrientes do solo, translocando-os para as plantas, incluindo K, e como conseqüência ocorreu uma redução na concentração destes no solo. A inoculação com FMA e níveis adequados

de P proporcionaram melhor crescimento de quatro variedades de mudas de bananeiras (Ratke et al., 2011). Lins et al. (2003) e Trindade et al. (2003), ao compararem os teores de P, K, Cu e Zn da parte aérea de mudas de bananeira inoculadas e não inoculadas com FMA, verificaram que, os teores mais elevados ocorreram nas plantas submetidas a inoculação. No presente trabalho, os teores de P-foliar também foram mais elevados na presença de inoculação de FMA, mas reduziram aos 274 dias do plantio.

Altura e diâmetro do pseudocaule, aos 274 dias do plantio, responderam à adição de cinza (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios para altura, diâmetro do pseudocaule e índice relativo de clorofila (IRC) das plantas, para os tratamentos inoculação de *Glomus clarum* (GC) e de microrganismos solubilizadores de fosfato (SOP) e adição de cinza (CZ) aos 67 e 274 dias do plantio da *Musa sp. cv. Mysore*.

Fonte de Variação	----- 67 dias -----			----- 274 dias -----		
	Altura (cm)	Diâmetro (cm)	IRC (SPAD)	Altura (cm)	Diâmetro (cm)	IRC (SPAD)
GC						
Sem	34.7	4.9	49.5	43.3	5.0	41.2
Com	32.6	4.6	51.5	44.6	4.8	42.3
CZ						
Sem	33.2	4.7	51.2	39.9b	4.6b	42.2
Com	34.0	4.8	49.8	48.0a	5.3a	41.2
SOP						
Sem SOP	34.1	4.8	52.0	44.3	4.93	41.5
Fungos	31.3	4.5	48.7	42.6	4.87	41.2
Bactéria	35.6	4.9	50.8	44.8	4.93	42.5
Valores de F						
GC	0.88 ^{ns}	1.96 ^{ns}	1.35 ^{ns}	0.25 ^{ns}	1.00 ^{ns}	1.12 ^{ns}
CZ	0.13 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.74 ^{ns}	9.97 ^{**}	11.05 ^{**}	0.86 ^{ns}
SOP	1.22 ^{ns}	0.89 ^{ns}	1.35 ^{ns}	0.26 ^{ns}	0.04 ^{ns}	0.56 ^{ns}
GC x CZ	0.01 ^{ns}	0.14 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.28 ^{ns}	0.05 ^{ns}	1.37 ^{ns}
GC x SOP	0.30 ^{ns}	0.58 ^{ns}	0.58 ^{ns}	0.22 ^{ns}	0.38 ^{ns}	2.08 ^{ns}
CZ x SOP	0.92 ^{ns}	0.94 ^{ns}	1.70 ^{ns}	0.37 ^{ns}	0.12 ^{ns}	0.65 ^{ns}
Média Geral	33.7	4.7	50.5	43.9	4.9	41.7
CV (%)	11.8	8.0	5.7	10.3	6.8	4.4

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, por fonte de variação, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ** = significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ^{ns} = não significativo.

IRC não diferiu entre tratamentos nas duas épocas avaliadas, no entanto, plantas de trigo responderam a aplicação de 10 t ha⁻¹ de cinza de bagaço da cana de açúcar com crescimento e incrementos na produção de matéria seca (Seleiman & Kheir, 2018).

Gonzaga et al. (2018) observaram aumento médio de 16% na biomassa vegetal das plantas de milho com adição de 20 t ha⁻¹ de cinza de bagaço de laranja e atribuíram os ganhos em crescimento das plantas à cinza aplicada, pois fornece nutrientes e atua como corretivo do solo, substituindo a calagem, o que também foi observado neste trabalho, e explica os ganhos em altura e diâmetro das bananeiras.

4 CONCLUSÕES

1. A cinza de biomassa de cana-de-açúcar melhora a fertilidade do solo, com elevação pH, P, Ca, K, Mg e V%, com redução do Al.
2. O crescimento das plantas de bananeira foi maior com adição de cinza ao solo.
3. A inoculação de fungos micorrízicos arbuscular e de fungos e bactérias solubilizadores de fosfato em solo degradado aumenta a absorção de P-foliar.

5 AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão de bolsa.

LITERATURA CITADA

Alvares, C. A.; Stape, J. L.; Sentelhas, P. C.; Gonçalves, J. L. M.; Sparovek, G. Koppen`s climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, p.711-728, 2013.

Borges, A. L.; Silva, S. O.; Caldas, R. C.; Ledo, C. A. S. Teores foliares de nutrientes em genótipos de bananeira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.28, p.314-318, 2006.

Demattê, J. L. I. Levantamento detalhado dos solos do campus experimental de Ilha Solteira. Piracicaba: ESALQ/USP, 1980. p.131.

Donato S. L. R.; Coelho, E. F.; Arantes, A. M.; Cotrim, C. E.; Marques, P. R. R. Relações hídricas I: considerações fisiológicas e ecológicas. In: COELHO E. F. Irrigação da bananeira. Brasília: Embrapa, 2012. Cap.1, p.13-83.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 353 p.

Ferreira, E. P. B.; Fageria, N. K.; Didonet, A. D. Chemical properties of an oxisol under organic management as influenced by application of sugarcane bagasse ash. *Revista Ciência Agronômica*, v.43, p.228-236, 2012.

Ferreira, P. C.; Pupin, B.; Rangel, D. E. N. Stress tolerance of soil fungal communities from native Atlantic forests, reforestations, and a sand mining degraded area. *Fungal Biology*, v.133, p.400-409, 2018.

Gerdemann, J. W.; Nicolson, T. H. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transaction of British Mycological Society*, v.46, p.234-244, 1963.

Gonzaga, M. I. S.; Mackowiak, C.; Almeida, A. Q.; Carvalho Júnior, J. I. T.; Andrade, K. R. Positive and negative effects of biochar from coconut husks, orange bagasse and pine wood chips on maize (*Zea mays* L.) growth and nutrition. *Catena*, v.162, p.414-420, 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de desenvolvimento sustentável. 9. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 350p.

Jenkins, W. R. A rapid centrifugal- flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, v.48, p.692, 1964.

Lins, G. M. L.; Trindade, A. V.; Rocha, H. S. Utilização de *Gigaspora margarita* em plantas micropropagadas de bananeira em diferentes estádios de enraizamento. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.25, p.143-147, 2003.

Maeda, S.; Silva, H. D.; Cardoso, C. Resposta de *Pinus taeda* à aplicação de cinza de biomassa vegetal em Cambissolo Húmico, em vaso. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v.1, p.43-52, 2008.

Maia, C. E. Época de amostragem foliar para diagnóstico nutricional em bananeira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.36, p.859-864, 2012.

Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1997. 308p.

Raij, B. van. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: IPNI, 2011. 420p.

Raij, B. van; Cantarella, H.; Quaggio, J. A.; Furlani, A.M.C. (Ed.). Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. 285p.

Raij B. van; Andrade, J. C.; Cantarella, H.; Quaggio, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

Ratke, R. F.; Carbone-Carneiro, M. A.; Souza, R. D. de; Santos, S. C.; Saggin Júnior, O. J. Desenvolvimento inicial de mudas de cultivares de banana tipo Chifre, inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares. *Global Science & Technology*, v.66-74, 2011.

Santos, A. A.; Agustini, J. A.; Maltoni, K. L.; Cassiolato, A. M. R. Addition of residues and reintroduction of microorganisms in *Jatropha curcas* cultivated in degraded soil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.20, p.372-377, 2016.

Seleiman, M. F.; Kheir, A. M. S. Saline soil properties, quality and productivity of wheat grown with bagasse ash and thiourea in different climatic zones. *Chemosphere*, v.193, p.538-546, 2018.

Taktek, S.; Trépanier, M.; Servin, P. M.; St-Arnaud, M.; Piché, Y.; Fortin, J.; Antoun, H. Trapping of phosphate solubilizing bacteria on hyphae of the arbuscular mycorrhizal fungus *Rhizophagus irregularis* DAOM 197198. *Soil Biology & Biochemistry*, v.90, p.1-9, 2015.

Trindade, A. V.; Lins, G. M. L.; Maia, I. C. S. Substratos e fungo micorrízico arbuscular em mudas micropropagadas de bananeira na fase de aclimação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.25, p.137-142, 2003.

Velázquez, M. S.; Cabello, M. N.; Elíades, L. A.; Russo, M. L.; Allegrucci, N.; Schalamuk, S. Combination of phosphorus solubilizing and mobilizing fungi with phosphate rocks and volcanic materials to promote plant growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Revista Argentina de Microbiología*, v.49, p.347-355, 2017.

Zheng, B.; Ding, K.; Yang, X.; Wadaan, M. A. M.; Hozzein, W. N.; Peñuelas, J.; Zhu, Y. Straw biochar increases the abundance of inorganic phosphate solubilizing bacterial community for better rape (*Brassica napus*) growth and phosphate uptake. *Science of the Total Environment*, v.647, p.1113-1120, 2019.

SOBRE O ORGANIZADOR

EDUARDO EUGENIO SPERS realizou pós-doutorado na Wageningen University (WUR), Holanda, e especialização no IGIA, França. Possui doutorado em Administração pela Universidade de São Paulo (USP). Foi Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Administração e do Mestrado Profissional em Comportamento do Consumidor da ESPM. Líder do tema Teoria, Epistemologia e Métodos de Pesquisa em Marketing na Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD). Participou de diversos projetos de consultoria e pesquisa coordenados pelo PENZA e Markestrat. É Professor Titular no Departamento de Economia, Administração e Sociologia, docente do Mestrado em Administração e Coordenador do Grupo de Extensão MarkEsalq no campus da USP/Esalq. Proferiu palestras em diversos eventos acadêmicos e profissionais, com diversos artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais, livros e capítulos de livros sobre agronegócios, com foco no marketing e no comportamento do produtor rural e do consumidor de alimentos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acolchados 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 157, 158, 159

Adaptability 162, 163, 167

Ajedrez 88

América 8, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 39, 65, 68, 69

Animal production 162

Animal protein 162

Antocianinas 38, 39, 40, 43

Aprehender 88, 89

Aprovechamiento 2, 26, 27, 33, 34, 92, 102, 153

B

Bacterias 7, 53, 54, 55, 59, 63, 66, 73, 79, 81, 83, 102, 174, 178, 181

Bebidas não lácteas 116

Bioacessibilidade 116, 119, 120, 125, 127, 128, 129, 133, 134

Bioactividade 116, 124, 132

C

Calibre 11, 14, 159

Caña de azúcar 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 64, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87

CIELab system 17, 18, 19, 20, 24

Cinza de biomassa de cana-de-açúcar 172, 173, 181

Citrus aurantifolia 11, 16, 142, 143, 144, 160

Colour 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 160

Compost 93, 94, 96, 98, 99, 106, 111, 113

Conservación del suelo 2

D

Diaforina 143

Digestibilidade 114, 115, 116, 117, 119, 127, 129, 130, 135, 136

Digestión anaeróbica 100, 101, 103, 112

E

Energía 28, 100, 101, 126

Enfermedades 12, 13, 15, 33, 35, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 61, 81, 82, 83, 84, 85, 100, 101, 142, 155, 159

Excretas de perro 101

Exportación 3, 26, 27, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37

F

Frutos 10, 11, 13, 14, 15, 29, 31, 32, 144, 156, 173

G

Glifosato oxidoreductasa 45

Glomus clarum 172, 173, 176, 177, 178, 179, 180

Guanábana 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37

H

Heartwood 17, 18, 20, 22, 24

Herbicida 44, 45, 158

Hongos 3, 7, 53, 54, 55, 58, 62, 65, 69, 78, 79, 83

Huanglongbing 10, 11, 16, 142, 143, 144, 159, 160

I

Integrar 88, 89, 90

L

Leguminosas 2, 3, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136

M

Maíz azul 38, 39, 40, 42

Mecanismo de resistencia 44, 45

Micorriza arbuscular 172

Morphometry 162, 168, 170

P

Plantas 3, 4, 7, 8, 11, 14, 35, 44, 45, 55, 58, 59, 60, 61, 62, 71, 72, 73, 76, 79, 81, 82, 83, 95,

115, 133, 146, 150, 157, 159, 172, 173, 174, 175, 178, 179, 180, 181, 182

Polímero natural 2

Polímero sintético 2

Problemas 3, 7, 10, 44, 78, 88, 89, 95, 100, 101, 110, 111, 113, 117, 144, 155

Producción 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 89, 91, 92, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 142, 143, 144, 145, 146, 151, 152, 153, 155, 156, 157, 159, 160, 170

Q

Quitina 2, 3, 8

R

Raspajo 93, 94, 95, 96, 98

Resíduos 93, 94, 95, 98, 99, 100, 101, 102, 113, 116, 134, 172

S

Sapwood 17, 19, 20, 22, 23, 24

Solubilização de fosfato 172

Soluciones 88, 101

Subproductos agroindustriales 93

T

Tamaño de semilla 39

V

Valor comercial 11, 14, 30

Vermicompost 93, 94, 96, 99

Virus 53, 54, 55, 61, 62, 64, 65, 68, 69, 76, 77, 78, 79, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 157, 160

Z

Zea mays 39, 43, 182