

INSTITUTO FEDERAL
Sul de Minas Gerais

ISSN 1984-428X
eISSN 2316-1817

Indexada em

AGRIS - Information System for the Agricultural Sciences and Technology
SUMÁRIOS.ORG
LATINDEX
REDIB
DOAJ
GOOGLE ACADÊMICO

Afiliada à Associação Brasileira de Editores Científicos (ABEC)

Revista

AGROGEOAMBIENTAL

Publicação Trimestral Científica e Tecnológica - IFSULDEMINAS

v.10 – n.2 – Junho / 2018

Pouso Alegre – Minas Gerais – Brasil



Ministério da Educação
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais

Presidente da República
Michel Temer

Ministro da Educação
José de Mendonça Bezerra Filho

Secretária de Educação Profissional e Tecnológica
Eline Neves Braga Nascimento

Reitor do IFSULDEMINAS
Marcelo Bregagnoli

Pró-Reitor de Administração e Planejamento
Honório José de Moraes Neto

Pró-Reitor de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
Sindynara Ferreira

Pró-Reitora de Ensino
Giovane José da Silva

Pró-Reitor de Desenvolvimento Institucional
Flávio Henrique Calheiros Casimiro

Pró-Reitor de Extensão
Cléber Ávila Barbosa

Ficha Catalográfica

R454	Revista Agrogeoambiental / Instituto Federal do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS). Vol. 10, n.2 (jun. 2018) -. - Pouso Alegre (MG) : IFSULDEMINAS, 2018 - . Trimestral. Endereço eletrônico < https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/ > ISSN 1984-428X e-ISSN 2316-1817 versão eletrônica. 1. Meio ambiente. 2. Agrárias. 3. Agronomia. 4. Engenharia agrícola. 5. Geomática. 6. Geologia. 7. Silvicultura. 8. Zootecnia. 9. Ecologia. I. Instituto Federal do Sul de Minas.
------	--

Revista

AGROGEOAMBIENTAL

ISSN 1984-428X – e-ISSN 2316-1817 – Indexação: AGRIS – DOAJ - Sumários.org - REDIB – Latindex – Google Acadêmico

Expediente

Editor-chefe

José Luiz de Andrade Rezende Pereira

Bibliotecária

Rosimeire Ribeiro

Assistentes editoriais

Kélica Andréa Campos de Souza

Alan Silva Fialho

Estagiários

Giovanna Bruno de Oliveira

Rayana Motta Osório Esper

Comissão editorial

Cristiane Fortes Gris

Jane Piton Serra Sanches

Wellington Marota Barbosa

Arte da capa

Pamela Hélia de Oliveira

Revisão

Monalisa Aparecida Pereira

Diagramação

M&W Comunicação Integrada

Comissão editorial

Abdon Santos Nogueira – IFBaiano

Ademir Fontana – EMBRAPA

Aderlan Gomes da Silva – IFMG

Alan Silva Fialho – IFSULDEMINAS

Alessandro Salles Carvalho – UFJF

Ana Cristina Ferreira Moreira da Silva – IFSULDEMINAS

Ana Paula Dias Turetta – EMBRAPA

Anderson Ricardo Trevizam – UFLA

André Delly Veiga – IFSULDEMINAS

André Luis da Silva Castro – IFG

Antônio Sérgio da Costa – IFSULDEMINAS

Arcângelo Loss – UFSC

Ariana Vieira Silva – IFSULDEMINAS

Arinaldo Sá Júnior – IFSULDEMINAS

Aureliano de Albuquerque Ribeiro – UFC

Aurélio Ferreira Borges – IFRO

Brígida Monteiro Vilas Boas – IFSULDEMINAS

Bruno Corrêa Barbosa – UFJF

Caio de Teves Inácio – EMBRAPA

Carlos Andres Leguizamón Rojas – UNA - Paraguai

Carlos Cezar da Silva – IFSULDEMINAS

Carlos Edwar de Carvalho Freitas – UFAM

Carolina Mariane Moreira – IFSULDEMINAS

Claudino Ortigara – IFSULDEMINAS

Cleber Kouri de Souza – IFSULDEMINAS

Cleber Lázaro Rodas – UFLA

Cleiton Lourenço de Oliveira – IFSULDEMINAS

Cristiane Fortes Gris Baldan – IFSULDEMINAS

Daniel Fernandes da Silva – UFLA

Danielle Martins Duarte Costa – IFSULDEMINAS / UNIFEI

Diego César Terra de Andrade – IFSULDEMINAS

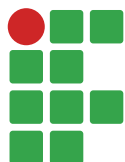
Diego Maia Zacardi – UFOPA

Dulcimara Carvalho Nannetti – IFSULDEMINAS

Éder Clementino dos Santos – IFSULDEMINAS

Edu Max da Silva – IFSULDEMINAS

Eduardo Ferreira Molina – UNIFRAN
Eliana Fortes Gris – UnB
Elisa de Souza Junqueira Rezende – UNICAMP
Eugênio José Gonçalves – IFSULDEMINAS
Everton Vinicius Zambiazzi – UFLA
Fábio Oseias dos Reis Silva – UFLA
Fabricio Gomes Gonçalves – UFES
Felipe Santana Machado – UFLA
Flávia Monteiro Coelho Ferreira – IFSUDESTE - MG
Franciane Diniz Cogo – UFLA
Francisco César Gonçalves – IFSUDESTE - MG
Guilherme Oberlender – IFSULDEMINAS
Hugo Renan Bolzani – IFSULDEMINAS
Igor Souza Pereira – IFTM
Inêz Pereira da Silva – EPAMIG
Isabel Ribeiro do Valle Teixeira – IFSULDEMINAS
Jader Ribeiro Pinto – IFSul
Jamil de Morais Pereira – IFSULDEMINAS
Jane Piton Serra Sanches – IFSULDEMINAS
João Célio de Araújo – IFC
João Mateus de Amorim – IFTM
João Olympio de Araújo Neto – IFSULDEMINAS
José Antonio Dias Garcia – IFSULDEMINAS
José Luiz de Andrade Rezende Pereira – IFSULDEMINAS
José Mauro Costa Monteiro – IFSULDEMINAS
Juan Jose Bonnin – UNA - Paraguai
Käthery Brennecke – UNICASTELO / USP
Kátia Regina de Carvalho Balieiro – IFSULDEMINAS
Leandro Campos Pinto – UFLA
Leonardo Rubim Reis – IFSULDEMINAS
Lilian Vilela Andrade Pinto – IFSULDEMINAS
Luciana Faria – IFSULDEMIINAS
Luiz Eugenio Veneziani Pasin – UNIFEI
Marcos Caldeira Ribeiro – IFSUDESTE - MG
Marcos Magalhães de Souza – IFSULDEMINAS
Marcos Valério Gebra da Silva – FAJ
Miguel Angel Isaac Toledo del Pino – IFSULDEMINAS
Nara Cristina de Lima Silva – IFTM
Narayana de Deus Nogueira Bregagnoli – IFSULDEMINAS
Patrícia de Oliveira Alvim Veiga – IFSULDEMINAS
Paulo Oswaldo Garcia – IFSULDEMINAS
Pedro Luiz Terra Lima
Rafael Nogueira Scoriza – LANCASTER UNIVERSITY - UK
UFRRJ
Raphael Maia Aveiro Cessa – IFMT
Raphael Nogueira Rezende – IFSULDEMINAS
Raul Henrique Sartori – IFSULDEMINAS
Renata Mara de Souza – IFSULDEMINAS
Roger Nabeyama Michels – UTFPR
Rosa Toyoko Shiraishi Frighetto – EMBRAPA
Rosângela F. de Paula Vitor Marques – UFLA
Rosival Barros de Andrade Lima – UFRPE
Saul Jorge Pinto de Carvalho – IFSULDEMINAS
Silvio Henrique Delleposte Andolfato – UTFPR
Sindynara Ferreira – IFSULDEMINAS
Tatiana de Oliveira Ramos
Vanessa Leite Rezende – UNESP UFMG
Tatiane Tagliatti Maciel – UFJF
Vanessa Martins – UFPI
Verônica Soares de Paula Morais – IFSULDEMINAS
Walbert Júnior Reis dos Santos – IFSULDEMINAS
Walnir Gomes Ferreira Júnior – IFSULDEMINAS
Wellington Marota Barbosa – IFSULDEMINAS

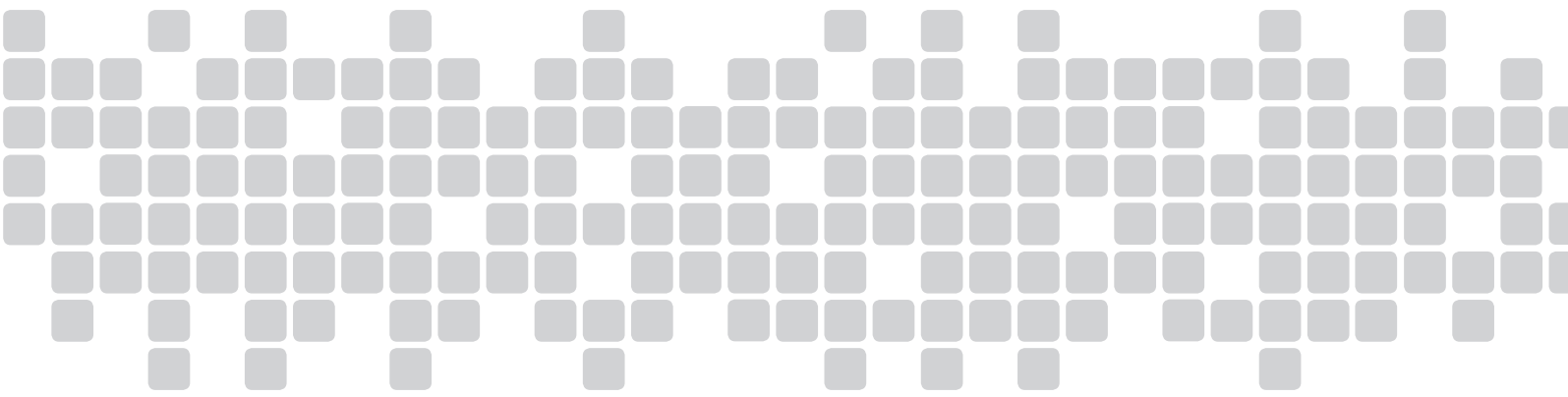


Sumário

Artigos Científicos

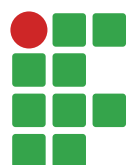
Uso da energia para análise da contabilidade ambiental na produção convencional de morango no município de Espírito do Santo do Dourado (MG)	9
Luciana Ferreira Gonçalves, Carlos César da Silva, José Hugo de Oliveira, Letícia de Alcântara Moreira	
Ataque de lagartas em estilo-estigma e grãos da espiga de diferentes híbridos de milho-Bt	22
Renato Suekane, Paulo Eduardo Degrande, Walmes Marques Zeviani, Izidro dos Santos de Lima Junior	
Aporte e decomposição de serapilheira em área pós-mineração em processo de recuperação com espécies florestais	35
Bruno Eustáquio Cirilo Silva, Marlinda Rufina Jolomba Silva, Eduardo Ferreira Medina	
Capacidade combinatória de híbridos de milho para eficiência e resposta ao uso do fósforo	47
Gustavo André Colombo, Aurélio Vaz-de-Melo, André Silva de Souza, José Guilherme Carneiro Silva	
Caracterização da pesca artesanal no Lago Juá, Santarém, Pará	61
Jerry Max Sanches Corrêa, Moacir dos Santos Rocha, Anderson Araújo dos Santos, Elizabete de Matos Serrão, Diego Maia Zacardi	
Adubação potássica e época de semeadura em soja para a produção de etanol	75
Márcio Toller, Joenes Mucci Peluzio, Evandro Reina, Maria Dilma de Lima, Celso Hackenhaar	
Avaliação microbiológica e físico-química de um sistema experimental de tratamento de resíduos sólidos de hortaliças	89
Rosa Rodrigues da Silva, Evelyne Cazarotto Farezin, Francisco Rafael Martins Soto	
Espécies do cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas, Gurupi-TO.....	99
Bianca Pietsch Cunha Bendito, Patrícia Aparecida de Souza, Rômulo Quirino de Souza Ferreira, Jacqueline Bonfim e Cândido, Priscila Bezerra de Souza	
Cultivo de alface-americana e feijão-de-corda sob diferentes adubos orgânicos para o Centro-Oeste Brasileiro	111
Sérgio da Costa Júnior, Filipe Beserra da Silva, Edilene Carvalho Santos Marchi, Regina Carvalho de Oliveira Machado, Marina Neves Delgado	
Doses de adubação orgânica e convencional no desenvolvimento e produtividade na cultura do jambu	127
Romildo Torres da Gama, Rodrigo de Souza Guimarães, João Batista Dias Damaceno, Johnny Carlos Campos Cedano, Mayara Feitosa Oliveira, Sângela Cruz Morais	

Diretrizes para autores	135
-------------------------------	-----



A decorative horizontal band composed of a grid of small, light gray squares. The squares are arranged in a pattern that is roughly rectangular but has irregular, jagged edges on the top and bottom, giving it a pixelated or mosaic-like appearance. The band is centered vertically on the page.

Artigos científicos



Uso da energia para análise da contabilidade ambiental na produção convencional de morango no município de Espírito Santo do Dourado (MG)

Luciana Ferreira Gonçalves¹

Carlos Cezar da Silva²

José Hugo de Oliveira³

Letícia de Alcântara Moreira⁴

Resumo

O presente artigo teve como objetivo analisar e apresentar o resultado obtido pela contabilidade ambiental em energia de um sistema de produção de morango convencional no município de Espírito Santo do Dourado, Minas Gerais. Foram coletados dados qualitativos no Sítio São Pedro para cálculos emergéticos. O sistema foi analisado por meio dos indicadores ambientais que apresentaram os seguintes valores: Rendimento em Energia (EYR) 1,20; Investimento em Energia (EIR) 5,07; Carga Ambiental (ELR) 6,09; Índice de Sustentabilidade (ESI) 0,20; Percentual de Recursos Renováveis (%R) 14,11%; Energia por Unidade (UEV) $1,58 \times 10^{09}$ sej/ano; Transformidade $1,26 \times 10^{09}$ sej/J. Os resultados da contabilidade ambiental em energia e dos indicadores obtidos foram comparados com os de dois trabalhos realizados anteriormente encontrados na literatura: uma lavoura de morango tipo orgânico, no município de Bueno Brandão (MG), e outro, também orgânico, no município de Piracicaba (SP). A produção convencional de morango estudada neste trabalho mostrou que há muito gasto emergético para o produto final, tanto no que concerne a energia provinda de recursos não renováveis quanto a recursos econômicos.

Palavras-chave: Morango. Contabilidade Emergética. Sustentabilidade.

Introdução

O Morango (*Fragaria x ananassa Duch*) é uma cultura recente do século XIX, proveniente do cruzamento de uma espécie europeia *F. vessa* e de três espécies do continente americano, respectivamente *F. Cliloensis*, *F. virginiana* e *F. ovalis*. É um pseudofruto com origem no receptáculo floral, uma hortaliça-fruto pertencente à família das Rosáceas, possuidora de porte herbáceo e rasteiro, com uma reprodução assexuada oriunda dos estolões e, embora apresente ciclo perene, seu cultivo é anual e/ou bianual devido às doenças relacionadas ao cultivo (ZANATTA, 2015).

A cadeia produtiva do morango se insere no mercado mundial como diversificação agrícola, envolvendo laboratório de produção de mudas, viveiristas e consumo. O morangueiro é uma das culturas mais significativas no setor de horticultura pela sua considerável expressão econômica e social,

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes (IFSULDEMINAS), graduanda. lucianaferreiragoncalves2864@yahoo.com.br. (35) 99909-9553. Rua Vidal Barbosa, 350, Centro, Inconfidentes, MG, CEP: 37576-000.

2 IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, professor. carlos.silva@ifsuldeminas.edu.br.

3 IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, professor. jose.oliveira@ifsuldeminas.edu.br.

4 Universidade Federal de Itajubá. Itajubá (UNIFEI), colaboradora. lemoreira@hotmail.com.

principalmente para a agricultura de base familiar. Seu alto valor comercial está ligado à dificuldade no plantio e à baixa produtividade por hectare plantado.

De acordo com Yuri et al. (2012), Minas Gerais é o maior produtor de morango do Brasil, com maiores escalas de produção na região do extremo sul do estado, dando destaque à Pouso Alegre e Estiva, sobretudo no que diz respeito à localização próxima aos grandes polos consumidores e às questões edafoclimáticas, uma vez que se trata de uma planta nativa de regiões de clima temperado.

Segundo Teixeira (2011), a cultura do morangueiro apresentou excelente adaptação em cinco estados brasileiros, principalmente no que concerne à sua exigência climática. Com uma produção nacional de 105.000 ton/ano em uma área plantada de 4.000 hectares, Minas Gerais se destaca como o maior produtor do híbrido, com uma safra estimada de 40.000 ton/ano, seguida por São Paulo com produção de 29.000 ton/ano e, na sequência, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.

O cultivo do morangueiro requer certas preocupações relacionadas a fatores edafoclimáticos, pragas, doenças e sua comercialização. Estes fatores podem interferir nos resultados econômicos da cadeia produtiva, portanto, o maior desafio dos produtores é a incorporação de novas tecnologias que englobem variedades resistentes a pragas e doenças e cultivares mais produtivas e adaptadas a cada região (DONADELLI, 2012).

A lavoura estudada está localizada no município de Espírito Santo do Dourado, região sul/sudoeste de Minas Gerais, sendo banhado pelo Rio do Cervo a montante e alguns afluentes como o Rio Sapucaí-Mirim e o Rio Dourado jusante. Faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Sapucaí, correspondente à UPGH GD5 médio Sapucaí e integra a Bacia do Rio Grande. A UPGH é uma Unidade de Planejamento de Gestão de Recursos Hídricos que possui comitês de bacias hidrográficas para controle administrativo, sanitário e ambiental.

A agricultura, como todos os outros sistemas, depende de fontes externas e internas de energia, as quais podem ser renováveis ou não. A proporção de energia renovável usada em relação à energia total consumida constitui o índice de renovabilidade ou sustentabilidade energética do sistema.

O objetivo geral deste trabalho é a utilização da energia para análise da contabilidade ambiental na produção convencional do morango por meio do diagnóstico exploratório de dados primários. O objetivo específico é calcular os indicadores Rendimento em Energia (EYR), Investimento em Energia (EIR), Índice de Carga Ambiental (ELR), Índice de Sustentabilidade (ESI), Percentual de Energia Renovável (%R) e compará-los a outros dois trabalhos em que o sistema de cultivo se deu de forma orgânica. Sendo assim, a contabilidade ambiental torna-se uma ferramenta importante na identificação das oportunidades e tem como finalidade calcular os índices emergéticos do sistema do morangueiro, a fim de identificar seus respectivos índices e indicar a sustentabilidade de cada lavoura estudada.

Materiais e métodos

Caracterização da área de estudo

A lavoura de morangueiro se localiza no município de Espírito Santo do Dourado, na região do sul de Minas Gerais, com as seguintes coordenadas geográficas, latitude: 22°04'33.3" Sul e longitude: 45°58'16.8" Oeste. O município encontra-se no Bioma Mata Atlântica, possui uma população de 4.692 habitantes e uma área territorial de 263,879 km² (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2016).

O presente estudo foi realizado no período de julho a outubro de 2016, a coleta de dados foi feita em setembro de 2016 na propriedade denominada de Sítio São Pedro, situada no Bairro São Pedro, que fica a aproximadamente 5 km do município de Espírito Santo do Dourado (MG), como mostra a figura abaixo (FIGURA 1)

Figura 1. Imagem da propriedade



Fonte: Google Earth Pro (2016).

A propriedade iniciou sua produção em 2016, sendo as mudas compradas e plantadas no mês de julho e colhidas anualmente no começo de outubro. A área onde se concentra a atividade é de 4.390 m², e a área plantada corresponde a 3.480 m², as mudas são distribuídas em 58 canteiros de 50 x 1,2 m² e 30 cm entre os canteiros. O espaçamento corresponde a 30 cm x 40 cm, com as mudas dispostas em quadrado, o que equivale a 334 plantas/canteiro e um total de aproximadamente 19.332 plantas cultivadas na área.

A variedade cultivada é o Monterrey, uma variedade própria para consumo “in natura”. Monterrey é uma planta vigorosa, que necessita de espaçamento um pouco maior, sendo esta muito re-florescente, com alta capacidade para produzir no verão quando os dias são mais quentes e longos. Possui frutos com bom sabor, firmes e de boa coloração, apresentando boa produção de estolões para produção de mudas (ANTUNES, 2016).

Na Figura 2, podemos observar que a lavoura encontra-se em um ecossistema característico pelas montanhas e com uma declividade de 30% aproximadamente.

Figura 2. Vista da lavoura



Fonte: Elaboração do autor (2016).

No sistema de irrigação a água utilizada provém de poço artesiano, situado no Bairro São Pedro, que abastece os pequenos produtores da região. As plantas são irrigadas através de mangueiras achatadas de gotejamento. As mangueiras são distribuídas por todos os canteiros da plantação, em pequenas espessuras, a cada 15 cm. Elas irrigam os pés a cada dois dias por um período médio de 20 minutos.

As primeiras adubações são feitas na cova e no pré-plantio; posteriormente, utiliza-se de um sistema de fertirrigação por gotejamento para adubação de cobertura, os adubos minerais são injetados na água de irrigação para formar “água de irrigação enriquecida”. O produtor prepara manualmente a solução dos macronutrientes NPK (Nitrogênio, Fósforo, Potássio) nas proporções de 4:14:8, que são diluídos na água e aplicados de forma a infiltrar no solo, parcelado em 6 aplicações mensais. Há também a utilização de Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e B para complementação da adubação.

No controle e combate a pragas, doenças e plantas daninhas, são utilizados acaricidas, inseticidas, fungicidas e herbicidas, que são aplicados durante uma hora e meia na lavoura, totalizando 3.340 gramas de defensivo agrícola por ano.

A mão de obra atuante na produção é constituída por quatro pessoas, em que duas trabalham no manejo da cultura durante o plantio, adubação e controle e outras duas pessoas no processo de colheita e pós-colheita. A maturação dos frutos começa entre 2 a 3 meses depois do plantio e estende-se por até 7 meses, em que são produzidos de 100 a 150 caixas do pseudofruto por semana, no período de pico de colheita, lembrando que cada caixa agrega 4 bandejas de morango cada uma, com massa de 300 a 400 gramas.

Todo o morango produzido é levado para Pouso Alegre (MG) e, então, distribuído para os grandes polos consumidores.

Contabilidade ambiental em emergia

A metodologia empregada no presente estudo é a contabilidade em emergia (memória energética) segundo conceitos apresentados por Odum (1996) para contabilidade da emergia solar, ou seja, total de fluxos de massa e energia que participam do sistema sob uma unidade comum com a finalidade de calcular indicadores que avaliam ecossistemas naturais e antrópicos, do ponto de vista da sustentabilidade dos ecossistemas e dos serviços ambientais (VENDRAMETTO; BONILLA, 2009).

A metodologia emergética é capaz de somar todas as contribuições incorporadas no sistema, ou seja, consegue determinar os valores de energia e massa que são utilizadas pelo sistema, pois por meio de uma álgebra própria contabiliza todos os fluxos em uma única unidade, joule de energia solar (sej). A partir da contabilidade em emergia, define-se a transformidade (sej/J) ou o Valor Unitário de Emergia (UEV em sej/unidade), que define a quantidade de emergia necessária para obter-se um joule, massa, volume etc. de um produto, processo ou serviço. Determinada a transformidade ou UEV de um produto, é possível calcular as contribuições da natureza e da economia em termos de emergia solar agregada (emergia).

Com os índices emergéticos é possível realizar as inferências da análise emergética. A metodologia emergética reúne um grupo de índices que permitem comparar as contribuições da natureza e da economia na composição do produto e bens produzidos. A emergia solar ou emergia, energia que a biosfera investe, direta ou indiretamente, para produzir bens e serviços, incluindo os bens e serviços da sociedade, é caracterizada pelo uso de uma medida universal

Indicadores em emergia

São definidos como índices ou indicadores todos os atributos no processo de avaliação da emergia. Os índices são calculados a partir dos resultados da tabela de avaliação dos fluxos (R, N e F) do sistema produtivo (ODUM, 1996; ULGIATI; BROWN, 1998).

No presente estudo serão usados os seguintes indicadores: Rendimento em Emergia (EYR), Índice de Carga Ambiental (ELR), Investimento em Emergia (EIR), Índice de Sustentabilidade (ESI) e o Percentual de Recursos Renováveis (%R). O Quadro abaixo (Quadro 1) apresenta a descrição de cada um desses indicadores com suas respectivas equações.

Quadro 1. Indicadores em emergia

Descrição	Indicador
Rendimento em emergia: Indicador de retorno de energia sobre o investimento realizado, ou seja, a contribuição da emergia proveniente do sistema de produção (R+N).	$EYR = \frac{(R + N + F)}{F}$
Investimento em emergia: É uma relação entre os recursos provenientes da economia e os recursos gratuitos. Provê mais recursos para o processo que a economia (materiais e serviços).	$EIR = \frac{F}{(R+N)}$
Índice de carga ambiental: É definido como a relação entre emergia de entrada dos recursos locais não renováveis e de recursos provenientes da economia pela emergia do recurso local renovável. Avalia o estresse imposto ao ambiente; quanto menor o valor, menor o estresse causado.	$ELR = \frac{(N+F)}{R}$

Descrição	Indicador
Índice de sustentabilidade: Um sistema para ser considerado sustentável por longo prazo deve ter uma baixa carga ambiental e alto rendimento em energia.	$ESI = \frac{EYRY}{ELR}$
Percentual de recursos renováveis (%R): Indica a porcentagem de energia que é proveniente de fontes renováveis. Razão do Rendimento em Energia pela Razão da Carga Ambiental em Energia.	$\%R = \frac{R}{Y}100$ em que $Y = R+N+F$

Fonte: Corsini et al. (2011)

Referencial de Transformidade e UEV

A Tabela 1 apresenta as referências utilizadas para transformidades e UEV utilizadas neste estudo.

Tabela 1. Referências bibliográficas das transformidades e energia/unidades (UEV) utilizadas neste trabalho

Item	UEV e Transformidades	Un.	Referências
Sol	1,00x10 ⁰	sej/J	ODUM, 1996
Vento	1,50x10 ³	sej/J	BROWN e ULGIATI, 2002
Solo para o rancho	2,21x10 ^{4*}	sej/J	ROMITELLI, 2001
Diesel	1,11x10 ^{5*}	sej/J	ODUM, 1996
Erosão do solo	1,24x10 ⁵	sej/J	BROWN e ULGIATI, 2004
Evaporação	1,45x10 ^{5*}	sej/g	BUENFIL, 2001
Precipitação	2,64x10 ^{5*}	sej/g	BUENFIL, 2001
Mão de obra	4,30x10 ⁶	sej/J	SILVA, 2006
Bambu	8,14x10 ⁷	sej/g	GUARNETTI, 2007
Madeira	8,80x10 ⁸	sej/g	BROWN e BURANAKARN, 2003
Calcário	1,68x10 ^{9*}	sej/J	ODUM,1996
Potássio	1,85x10 ^{9*}	sej/g	ODUM, 1996
Caixa de papelão	2,38x10 ⁹	sej/g	MEILLAUD et al. 2005
Aço	4,65x10 ^{9*}	sej/g	ULGIATI et al., 1994
Fósforo	6,55x10 ^{9*}	sej/g	ODUM, 1996
Plástico	9,86x10 ^{9*}	sej/g	GEBER e BJÖRKLUND,2000
Ureia	1,11x10 ¹⁰	sej/g	CUADRA & RYDBERG, 2006.
Nitrogênio	2,48x10 ¹⁰	sej/g	BROWN e ULGIATI, 2004
Pesticida	2,49x10 ^{10*}	sej/g	BROW & ARDING, 1991
Mudas	3,20x10 ¹¹	sej/Un	SILVA et.al
Água	1,30x10 ^{12*}	sej/m ³	BUENFIL, 2001

*Corrigido para linha base 1,583x10²⁵ sej/ano

Fonte: Folio (2002).

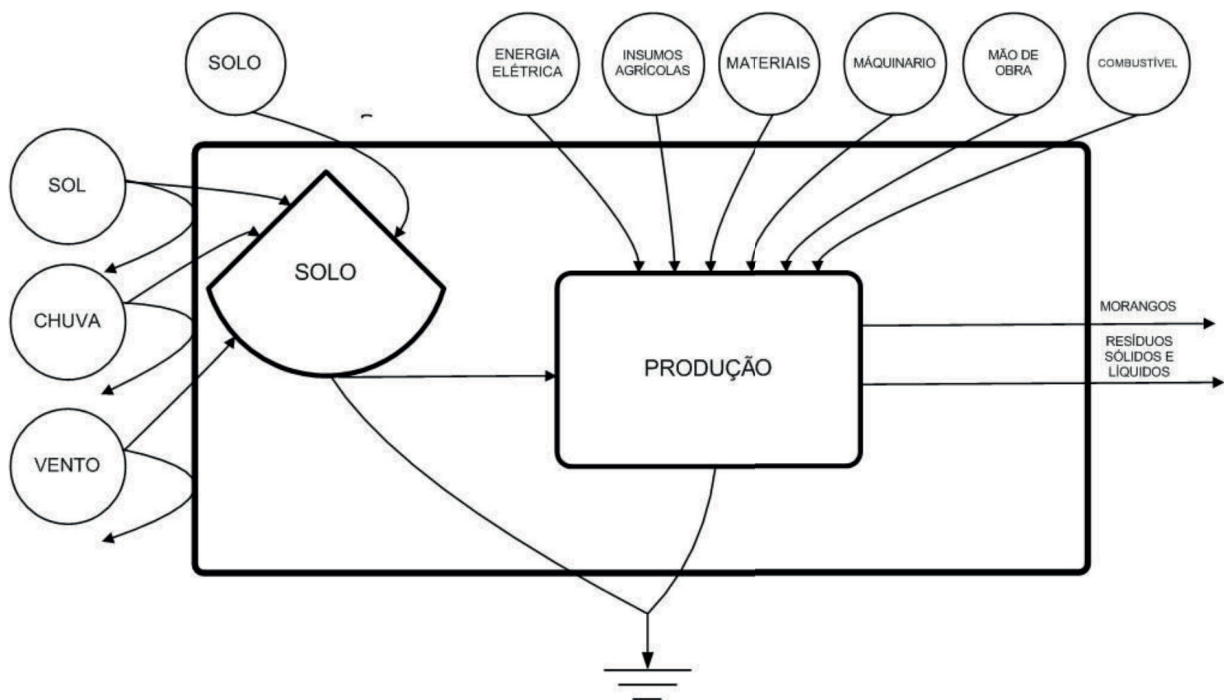
Resultados e discussões

Diagrama de energia do sistema

O Diagrama 1 apresenta o fluxo de energia necessário para o funcionamento da produção de morango em um período de um ano.

No Diagrama 1 é possível visualizar os fluxos energéticos da produção de morango representados por três categorias de recursos: renováveis (R), não renováveis (N) e provenientes da economia (F). Os fluxos R e N são fornecidos pelo ambiente e não têm valor econômico. Os recursos econômicos, F, são provenientes do mercado e possuem valor em moeda. O fluxo de saída, Y, representa o produto final.

Diagrama 1. Diagrama sistêmico da produção convencional de morango



Fonte: Elaboração do autor (2016).

Tabela da contabilidade ambiental em energia

A Tabela de contabilidade ambiental (Tabela 2) foi dividida em duas partes, a de implantação e a de operação do sistema com os respectivos cálculos dos fluxos de energia do sistema de produção de morango estudado.

Tabela 2. Avaliação da energia do sistema de produção convencional de morango(*)

NOTA	DESCRIÇÃO DO ITEM	CLASSE (sej/un)	UNIDADE (sej/ano)	QUANTIDADE	(UEV)	Energia	%
Fase de implantação							
1	Água	R	m ³	2,41E+03	1,30E+12	3,14E+15	12,90%
2	Bambu	R	g	1,28E+04	8,14E+07	1,04E+12	<1%
3	Diesel	N	J	7,63E+09	1,11E+05	8,46E+14	3,48%
4	Solo para o rancho	N	J	4,70E+08	2,21E+04	1,04E+13	<1%
5	Erosão do solo	N	J	3,14E+07	1,24E+05	3,89E+12	0,02%
6	Plástico	F	g	3,25E+05	9,86E+09	3,21E+15	13,18%
7	Madeira	F	g	5,92E+03	8,80E+08	5,21E+12	<1%
8	Aço	F	g	3,59E+05	4,65E+09	1,67E+15	6,87%
9	Mão de obra	F	J	8,03E+06	4,30E+06	3,45E+13	0,14%
10	Mudas	F	Un	1,93E+04	3,20E+11	6,19E+15	25,44%
11	Nitrogênio	F	g	1,80E+04	2,48E+10	4,46E+14	1,84%
12	Fósforo	F	g	6,30E+04	6,55E+09	4,13E+14	1,70%
13	Potássio	F	g	3,60E+04	1,85E+09	6,65E+13	0,27%
14	Calcário	F	g	3,62E+05	1,68E+09	6,08E+14	2,50%
Fase de operação							
15	Insolação	R	J	1,89E+13	1,00E+00	1,89E+13	0,08%
16	Vento	R	J	8,52E+08	1,50E+03	1,28E+12	<1%
17	Precipitação	R	g	5,22E+09	2,64E+05	1,38E+15	5,66%
18	Evaporação	R	g	2,61E+09	1,45E+05	3,78E+14	1,56%
19	Água	R	m ³	1,96E+02	1,30E+12	2,55E+14	1,05%
20	Mão de obra	F	J	6,13E+08	4,30E+06	2,64E+15	10,84%
21	Caixas de papelão	F	g	6,91E+05	2,38E+09	1,64E+15	6,76%
22	Ureia	F	g	1,16E+05	1,11E+10	1,29E+15	5,30%
23	Pesticida	F	g	3,34E+03	2,49E+10	8,30E+13	0,34%
Energia total						2,43E+16	100%
Energia do morango (J)						2,90E+07	J/ano
Massa do morango (g)						2,32E+07	g/ano
Transformidade do Morango						8,39E+08	sej/J
Energia/g do morango						1,05E+09	sej/g

Fonte: Elaboração do autor (2016).

De acordo com os dados calculados e obtidos pela avaliação em emergia da produção convencional do morango, foi possível determinar os fluxos de emergia dos recursos utilizados no sistema, com os respectivos resultados: recursos renováveis (R) $5,17 \times 10^{15}$ sej/ano, recursos não renováveis (N) $8,60 \times 10^{14}$ sej/ano e recursos provenientes da economia (F) $1,86 \times 10^{16}$ sej/ano.

Cálculo dos Indicadores Ambientais

A tabela a seguir (Tabela 3) apresenta os resultados dos indicadores ambientais da produção de morango convencional calculados neste trabalho assim como os valores apresentados por Ribeiro et al. (2016) em duas lavouras orgânicas (Bueno Brandão-MG e Piracicaba-SP), com o intuito de comparar o sistema convencional estudado neste trabalho com a produção orgânica do referido autor.

Tabela 3. Indicadores Ambientais para lavouras de morango

Indicador em emergia	Convencional	Orgânico Piracicaba	Orgânico Bueno Brandão
Rendimento em emergia (EYR)	1,32	1,84	1,38
Investimento em emergia (EIR)	3,08	1,2	2,66
Carga ambiental (ELR)	3,76	1,2	3,18
Índice de sustentabilidade (ESI)	0,35	1,53	0,43
Percentual de recursos renováveis (%R)	20,99%	46%	24%
Emergia por unidade (sej/g)	$1,05 \times 10^{09}$	$4,67 \times 10^{09}$	$3,43 \times 10^{09}$
Transformidade do morango (sej/J)	$8,39 \times 10^{08}$	$3,74 \times 10^{09}$	$2,74 \times 10^{09}$

Fonte: Elaboração do autor (2016).

Rendimento em emergia (EYR)

O EYR é uma medida da incorporação de emergia da natureza, ou seja, é a relação do total de emergia investida (Y) por unidade de retorno econômico (F), valores próximos a 1 significam que o sistema consome tanta energia quanto o que disponibiliza a economia. O sistema estudado neste trabalho apresenta menor rendimento em emergia, como resultado de maior uso, de recursos provenientes da economia (F) do que os sistemas aos quais ele está sendo comparado, com valor de 1,32. Neste sentido, observou-se que a Lavoura de Morango Orgânica de Piracicaba obteve melhor resultado: 1,84, significando que o valor desse índice indica que houve maior contribuição da natureza em comparação aos recursos provenientes da economia na formação do produto.

Investimento em emergia (EIR)

Mede o investimento da sociedade para produzir um bem em relação à contribuição da natureza. A razão de investimento emergético é a razão entre a emergia da retroalimentação da economia (F) e os insumos de emergia local (N + R). Este índice mostra a dependência do sistema em recursos externos comprados. Sistemas com baixa Razão de Investimento Emergético utilizam mais emergia livre ambiental, diminuindo seus custos e sendo mais competitivo no mercado. Neste caso, a lavoura convencional demanda mais por fontes pagas do que por recursos renováveis. Este valor indica que

o meio ambiente contribuiu menos para o sistema estudado em comparação com os outros sistemas analisados.

Carga ambiental (ELR)

O Índice de Carga Ambiental é a razão entre os recursos renováveis e não renováveis e indica quão grande é o impacto produzido no meio ao usar os investimentos. Portanto, quanto menor o valor, menor será a tensão que a atividade produzirá ao ambiente. Neste sentido, a lavoura que demonstrou melhor resultado foi a de Piracicaba com 1,2 ELR. Com 3,76 a lavoura convencional de Morango obteve o maior índice, demonstrando mais uma vez que seu processo produtivo causa um grande estresse ao meio ambiente.

Índice de sustentabilidade (ESI)

O indicador de sustentabilidade propõe que quanto maior o índice, maior será a sustentabilidade da produção, ou seja, quanto maior o resultado da equação que define este indicador, menor a pressão ambiental. Neste sentido, a lavoura de Piracicaba foi a que apresentou melhor resultado com valor de 0,20 contrapondo o sistema estudado, que apresentou o menor índice de sustentabilidade com valor de 0,35.

Percentual de recursos renováveis (%R)

Este índice avalia a sustentabilidade do sistema de produção do morangueiro, ou seja, é a razão entre a energia dos recursos naturais renováveis empregados e a energia total utilizada para produzir o produto final. Quanto maior o resultado, maior será a sustentabilidade. O melhor resultado na comparação foi o da Lavoura de Piracicaba, em que o índice de sustentabilidade foi de 46%, seguido da lavoura de Bueno com 26%. O de menor resultado, 20,99%, foi o da lavoura convencional estudada, demonstrando que o sistema não é sustentável. A longo prazo, somente os processos com valores altos de renovabilidade serão sustentáveis.

Energia por unidade (sej/g)

A energia por unidade indica que, para cada morango produzido, foi necessária uma quantidade de energia incorporada ao processo. Neste sentido, quanto menor o valor deste indicador, melhor seu desempenho na cadeia produtiva. Desta forma, o menor valor foi o obtido na lavoura convencional estudado neste trabalho, com valor respectivo de $1,05 \times 10^{09}$ sej/g. A lavoura de Bueno Brandão obteve maior valor com $3,43 \times 10^{09}$ sej/g na comparação dos três processos produtivos, demonstrando que para produção final foi necessário maior energia incorporada no sistema.

Transformidade (sej/J)

É um índice energético que avalia a eficiência do sistema produtivo do morango, uma vez que é o quociente da energia pela energia utilizada. Quando comparamos diferentes sistemas, valores baixos de transformidade indicam melhor eficiência, assim, quanto maior for seu valor, mais energia agregada ele possuirá. No caso da Lavoura Convencional, o resultado da transformidade foi $8,39 \times 10^{08}$ sej/J, demonstrando que foi necessário menos energia empregada no processo para obtenção do produto final do que a lavoura de Bueno Brandão, que obteve o maior índice, $2,74 \times 10^{09}$ sej/J.

Conclusão

Os valores obtidos para os indicadores ambientais foram: rendimento em emergia (EYR): 1,32; investimento em emergia (EIR): 3,08; índice de carga ambiental (ELR): 3,76; índice de sustentabilidade (ESI): 0,35; percentual de renovabilidade (R%): 20,99 %; UEV: $1,05 \times 10^{09}$ sej/g e Transformidade $8,39 \times 10^{08}$ sej/J.

Analisando a tabela de indicadores ambientais, observa-se que todos os resultados da lavoura convencional ficaram acima dos outros dois sistemas, a não ser os cálculos de índice de UEV e Transformidade.

De acordo com os dados obtidos pela lavoura convencional estudada, conclui-se que o sistema é muito mais dependente de recursos provenientes da economia (F), ou seja, recursos pagos, comparado com os outros sistemas não convencionais, demonstrando que as lavouras orgânicas utilizam melhor os recursos provenientes do meio ambiente e, portanto, mais sustentáveis.

Neste sentido, conclui-se que os sistemas orgânicos se sobressaíram no que concerne as questões ambientais e mostraram que o estresse imposto ao meio ambiente é menor do que a lavoura convencional. É necessário que o sistema estudado busque alternativas que diminuam custos e aumentem a sustentabilidade no processo, como uso de biofertilizantes em vez de fertilizantes químicos.

Energy use to analyze environmental accounting of a strawberry conventional production in Espírito Santo do Dourado city (MG)

Abstract

This present article aimed analyzing and presenting the result obtained from the emergy environmental accounting of a conventional strawberry production system located in Espírito Santo do Dourado city, in the state of Minas Gerais (MG). Qualitative data for emergy calculations were collected on São Pedro farm. The system was analyzed by environmental indicators, which presented the following results: Emergy Yield Ratio (EYR) 1.20; Emergy Investment Ratio (EIR) 5.07; Environmental Load Ratio (ELR) 6.09; Emergy Sustainability Index (ESI) 0.20; Percentage of Renewable Resources (%R) 14.11; Unit Emergy Value (UEV) 1.58×10^{09} sej/year; Transformity 1.26×10^{09} sej/J. The results obtained for both the emergy accounting and for the indicators were compared with those from two previously carried-out works found in the literature: an organic type strawberry crop in the city of Bueno Brandão (MG), and another one, also of the organic type, in the city of Piracicaba, in the state of São Paulo. The conventional strawberry production studied in this work revealed high emergy cost for the final product, as far as the energy from non-renewable resources and economic resources are concerned.

Keywords: Strawberry. Emergy accounting. Sustainability.

Referências

ANTUNES, L. E. D. **Árvore do Conhecimento:** Monterey. Disponível em: <<http://www.agencia.cnp-tia.embrapa.br/gestor/morango/arvore/CONT000fmxotm4d02wyiv8065610do1fgl2q.html>>. Acesso em: 03 set. 2016.

BROWN, M.; ARDING J. **Transformities working paper**. Center for Wetlands. Univ. of Florida, Florida, 1991.

BROWN, M. T.; BURANAKARN, V. Energy indices and ratios for sustainable material cycles and recycle options. **Resources, Conservation and Recycling**. v. 38, n. 1, p. 1-22, 2003.

BROWN, M. T.; ULGIATI, S. Energy evaluations and environmental loading of electricity production systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 10, n. 4, p. 321-334, 2002.

BROWN, M. T.; ULGIATI, S. Energy Analysis and Environmental Accounting, **Encyclopedia of Energy**. v. 2, p. 329-354, 2004.

BUENFILL, A. A. **Emergy evaluation of water, doctoral thesis**. University Florida, Florida, 2001. Dissertação (Mestrado). Disponível em: <cfw.essie.ufl.edu/publications/pdfs/Buenfil,A.2001.Dissertation.pdf>. Acesso em: 23 set. 2016.

CORSINI, I.; SILVA, C. C.; FRIMAIO, A.; FRIMAIO, G. Contabilidade em Emergia de Dois Sistemas de Geração de Energia Elétrica com Utilização de Resíduos. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION: "Cleaner production initiatives and challenges for a sustainable world", 3, 2011, São Paulo. **Anais...** São Paulo, v. 10, p. 4-6, 2011.

CUADRA, M.; RYDBERG, T. Energy evaluation on the production, processing and export coffee in Nicaragua. **Ecological Modelling**, v. 196, p. 421-433, 2006.

DEMÉTRIO, F. J. C. **Avaliação de sustentabilidade ambiental do Brasil com a contabilidade em emergia**. 2011. 170f. Tese (Doutorado) - Universidade Paulista, São Paulo, 2011.

DONADELLI, A.; KANO, C.; FERNANDES JUNIOR, F. Estudo de caso: análise econômica entre o custo de produção de morango orgânico e convencional. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 9, n. 2, jul-dez, 2012. Disponível em: <http://www.apta regional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2012/julho-dezembro-2/1264-estudo-de-caso-analise-economica-entre-o-custo-de-producao-de-morango-organico-e-convencional/file.html?force_download=1>. Acesso em: 25 ago. 2016.

GEBER, U.; BJORKLUND, J. The relationship between ecosystem services and purchased input in Swedish wastewater treatment system – a case study. **Ecological Engineering**, v. 18, p. 39-59, 2000.

GOOGLE. **Google Earth**. Version Google Earth Pro. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 25 ago. 2016.

GUARNETTI, R. L. **Estudo da sustentabilidade ambiental do cultivo comercial do bambu gigante: produção de Colmos e Brotos**. 2007. 287 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Paulista (UNIP), São Paulo, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **ESPÍRITO SANTO DO DOURADO - Censo Agropecuário 2006**: Censo demográfico. 2016. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=312440>>. Acesso em: 02 set. 2016.

MEILLAUD, F. **Evaluation of the solar experimental LESO building using the emergy method**. Master thesis – Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne, Swiss, p.47-47, 2005.

ODUM, H. T. Folio 2: **Emergy of global processes Handbook of Emergy Evaluation**: a compendium of data for emergy computation issued in a series of folios. Flórida: University of Florida, p. 30, 2000.

ODUM, H. T. **Systems Ecology**: an Introduction. John Wiley, New York, 1983.

ODUM, H. T. **Environmental accounting**. Emergy and environmental decision making. New York: John Wiley & Sons, 1996.

RIBEIRO, S. F.; SILVA, C. C.; GOMES, J. C.; SILVA, T. A. Compartilhamento de manejo do plantio do morango em busca da redução dos impactos ambientais. In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFSULDEMINAS, 8., 2016, Passos. **Anais...** Pouso Alegre: IFSULDEMINAS, p. 1 – 4, 2016.

ROMITELLI, M. S. Emergy analysis of the new Bolívia-Brazil gas pipeline (gasbol). Emergy Synthesis – **Proceedings of the first biennial emergy analysis research conference**. Gainesville Florida: Ed. Mark T. Brown, c. 5, p. 53-70, 1999.

SANTOS, C. M. C. N. **Aplicação da Contabilidade Ambiental numa Empresa de Conservas – Frescomar**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Licenciatura em Contabilidade e Administração, Ramo - Controle Financeiro, Instituto Superior de Ciências Econômicas e Empresariais, cap. 1., p. 24-32, 2014.

SILVA, C. C. **Estudo de caso de sistemas de tratamento de efluentes domésticos com o uso de indicadores ambientais**. 2006. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade Paulista, São Paulo, 2006.

SILVA, C. C.; RIBEIRO, S. F.; GOMES, J. C.; SILVA, T. A. Performace ambiental em emergia de oito lavouras de morango no Sul de Minas Gerais. Universidade Paulista, São Paulo, 2016.

TEIXEIRA, C. P. **Produção de mudas e frutos do morangueiro em diferentes sistemas de cultivo**. 2011. 74 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, 2011. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2054/1/TESE_Produção de mudas e frutos de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/2054/1/TESE_Produção%20de%20mudas%20e%20frutos%20de%20morangueiro%20em%20diferentes%20sistemas%20de%20cultivo.pdf)>. Acesso em: 15 ago. 2016.

ULGIATI, S.; ODUM, H. T.; BASTIANONI, S. Emergy use, environmental loading and sustainability an emergy analysis of Italy, **Ecological Modelling**, v. 1. p. 215-268, 1994. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0304380094900647>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

VENDRAMETTO, L. P.; BONILLA, S. H. Contribuições da Contabilidade Ambiental em Emergia para a Compreensão do Sistema de Produção da Soja na Perspectiva da Agricultura Sustentável. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION: “Key elements for a sustainable world: energy, water and climate change”. 2., 2009. São Paulo: Advance, 2009. v. 10, p. 4 - 5.

ZANATTA, M. G. **Análise de viabilidade econômica na produção de morango (Fragaria x ananassa Duch.) semi-hidropônico em São João do Sul - Santa Catarina**. 2015. 19 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/159898>>. Acesso em: 22 jun. 2016.

YURI, J. RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; MOTA, J. H. Cultivo de morangueiro sob diferentes tipos de mulching. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 424-427, set. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0102-05362012000300011>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

Histórico editorial:

Submetido em: 23/09/2016.

Aceito em: 03/04/2017.

Como citar:

ABNT

GONÇALVES, L. F.; SILVA, C. C. da; OLIVEIRA, J. H. de; MOREIRA, L. A. Uso da emergia para análise da contabilidade ambiental na produção convencional de morango no município de Espírito Santo do Dourado (MG). **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 2, p. 9-22, abr./jun. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181110>

APA

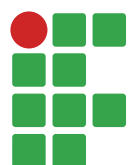
GONÇALVES, L. F., SILVA, C. C. da, OLIVEIRA, J. H. de & MOREIRA, L. A. (2018). Uso da emergia para análise da contabilidade ambiental na produção convencional de morango no município de Espírito Santo do Dourado (MG). *Revista Agrogeoambiental*, 10 (2), 9-22. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181110>

ISO

GONÇALVES, L. F.; SILVA, C. C. da; OLIVEIRA, J. H. de e MOREIRA, L. A. Uso da emergia para análise da contabilidade ambiental na produção convencional de morango no município de Espírito Santo do Dourado (MG). *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 2, pp. 9-22. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181110>

VANCOUVER

Gonçalves LF, Silva CC da, Oliveira JH de, Moreira LA. Uso da emergia para análise da contabilidade ambiental na produção convencional de morango no município de Espírito Santo do Dourado (MG). *Rev agrogeoambiental*. 2018. abr./jun.; 10(2): 9-22. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181110>



Ataque de lagartas em estilo-estigma e grãos da espiga de diferentes híbridos de milho-Bt

Renato Suekane¹

Paulo Eduardo Degrande²

Walmes Marques Zeviani³

Izidro dos Santos de Lima Junior⁴

Elmo Pontes de Melo⁵

Resumo

A cultura do milho é atacada por diversas pragas ao longo do seu ciclo e recentemente foi constatada a ocorrência de *Helicoverpa armigera* atacando espigas de milho no Brasil. O objetivo do trabalho foi avaliar o ataque de lagartas em estilo-estigma e grãos da espiga de diferentes híbridos de milho-Bt. O estudo foi realizado no município de Dourados (MS). Avaliaram-se os insetos encontrados nos estilos-estigma presentes em cinco espigas de milho por parcela. Foram realizadas três avaliações dos estilos-estigma e uma quarta avaliação dos danos nas espigas do milho. Houve diferença estatística significativa entre o número de lagartas de *Spodoptera frugiperda* encontradas no estilo-estigma dos híbridos estudados. Ocorreu um maior número de lagartas no híbrido de milho não-Bt, próximo de 0,5 lagartas/estilo-estigma, seguido do híbrido de milho Cry1Ab, Cry1A.105, Cry2Ab2 e por último o menos infestado, com a proteína VIP3Aa20. O híbrido de milho que expressa a proteína VIP3Aa20 apresentou menor número de lagartas no estilo-estigma.

Palavras-chave: *Spodoptera frugiperda*. Proteínas Bt. Grãos danificados.

Introdução

A produção brasileira de grãos para a safra 2017/2018 está estimada em um total de 229,5 milhões de toneladas, com diminuição de 3,1 % em relação à safra 2016/2017, sendo que a cultura do milho representou, para a primeira safra, a produção de 25,6 milhões de toneladas e com estimativa de produção para a segunda safra de produção de 63,01 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2018).

Durante o período de cultivo do milho, a lavoura é atacada por diversas pragas. Nas espigas é encontrada a lagarta-da-espiga *Helicoverpa zea* (BODDIE, 1850), o percevejo do milho *Leptoglossus zonatus* (DALLAS, 1852) e a mosca-da-espiga *Euxesta* sp. (GALLO et al., 2002). As espigas também podem ser atacadas pela *Spodoptera frugiperda* (SMITH, 1797) cujo dano varia entre 17 e 38,7% (CRUZ et al., 1999). Também foi constatada a ocorrência de *Helicoverpa armigera* (HUBNER, 1808)

1 Universidade Federal da Grande Dourados, engenheiro agrônomo. rsuekane@hotmail.com. Rua Prefeito Theofanes, nº 557, Cx. P.: 5. CEP: 79.130-000.

2 Universidade Federal da Grande Dourados, professor adjunto. paulodegrande@ufgd.edu.br.

3 Universidade Federal do Paraná, professor pesquisador. walmes@ufpr.br.

4 Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, professor EBTT. izidro.lima@ifms.edu.br.

5 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul, professor EBTT. elmoah@hotmail.com.

atacando espigas de milho, com relatos no oeste da Bahia na safra de 2012, vindo a se espalhar na região do cerrado ainda no mesmo ano e em um curto período de tempo em todo Brasil (DEGRANDE; OMOTO, 2013).

A expressão das proteínas *Bacillus thuringiensis* em milho varia de acordo com o evento de milho Bt, ocorrendo interação entre híbrido de milho-Bt e espécie de *Helicoverpa* para as variáveis biológicas de sobrevivência larval, período letal e biomassa de ovos (SANTOS et al., 2016). Segundo este mesmo autor, o período letal em que o híbrido de milho expressa a proteína Cry1A(b) é quatro vezes menor em *Helicoverpa armigera* e em relação às proteínas Cry1F e Vip3A, o período letal é 3,5 vezes menor para *H. zea*.

Devido ao uso indevido de pesticidas, ocorre a diminuição da diversidade de agentes de controle biológico (CRUZ et al., 1999). Com isto, há o interesse em reduzir o uso de produtos fitossanitários, estimulando a implementação do Manejo Integrado de Pragas– MIP (FIGUEIREDO et al., 2006). Dentro deste sistema, a utilização de plantas geneticamente modificadas, especialmente aquelas transformadas para expressar algumas toxinas de *B. thuringiensis*, pode ser enquadrada em qualquer programa de MIP (GALLO et al., 2002), dada sua eficiência, baixa toxicidade para o homem, animais e também para os inimigos naturais das pragas (MARTINEZ; VAN EMDEN, 2001).

A tecnologia Bt pode reduzir o ataque de lepidópteros nas espigas em até 90%, tendo por consequência indireta a diminuição do crescimento de fungos associados que afetam a qualidade dos grãos (MARQUES, 2011).

Algumas cepas Bt produzem proteínas inseticidas na fase vegetativa da bactéria, não formam inclusões cristalinas e são chamadas de proteínas inseticidas vegetativas (VIP) e possuem elevada toxicidade para lepidópteros (YU et al., 1997; BERNARDI et al., 2011). Por sua vez, as delta endotoxinas Cry surgem no processo de esporulação durante a fase estacionária (YAMAMOTO; DEAN, 2000), passam de prototoxinas (inclusão cristalina) para oligômeros, que se inserem em membranas que causam o vazamento de íons e a lise celular. As proteínas Vip 3A atuam de forma semelhante às proteínas Cry, no entanto, as Vip 3A apresentam propriedades distintas de ligação das Cry, indicando baixo potencial de resistência cruzada entre as proteínas Vip 3A e Cry (JACKSON et al., 2007), favorecendo o empilhamento de genes para manejo da resistência.

Em dietas contendo apenas estilo-estigma de milho transgênico, não se observou mortalidade, mas foi notada redução significativa no desenvolvimento dos insetos (WILLIAMS et al., 1998a). A proteína Cry1Ab possui controle satisfatório sobre a *S. frugiperda*, mas em populações elevadas são necessárias intervenções mediante o uso do controle químico (BERNARDI et al., 2011).

Visando manter a eficiência e minimizar a evolução à resistência, encontra-se um tipo de estratégia na qual se utiliza a mistura de agentes de mortalidade, denominadas de plantas Bt piramidadas, como é o caso do produto comercial VPro® (Cry1A.105 + Cry2Ab2), em que ocorre a possibilidade de controlar mais eficientemente todo complexo de pragas-alvo, além de minimizar os riscos de insetos que poderiam estar evoluindo para resistência às proteínas (BERNARDI et al., 2011).

Com isto, o objetivo do trabalho foi avaliar o ataque de lagartas em estilo-estigma e grãos da espiga de diferentes híbridos de milho-Bt.

Material e métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Barra do Laranja Doce, localizada no município de Dourados, Mato Grosso do Sul.

O milho foi semeado no espaçamento de 0,90 m entre linhas na regulagem de 5,5 sementes por metro linear. A semeadura foi realizada no dia 28 de fevereiro de 2013. Cada unidade experimental foi composta de 1 linha de cultivo com 50 m de comprimento, com 5 repetições.

Os híbridos testados iniciaram o pendoamento simultaneamente no dia 29/04/2013, critério este que foi levado em consideração no momento da escolha dos híbridos para serem estudados.

Avaliaram-se os insetos encontrados nos estilos-estigma presentes em 5 espigas de milho por parcela, a partir do início da formação das espigas até a fase de grão leitoso. Foram realizadas três avaliações dos estilos-estigma e uma quarta avaliação dos danos nas espigas do milho. Para analisar os danos nas espigas, foi contado o número de grãos danificados, utilizando a escala de danos de Carvalho (1980), atribuindo notas de 0 a 5, em que: 0 – corresponde às espigas isentas de danos; 1 – espigas com danos até 1 cm a partir do ápice; 2 – danos até 2 cm; 3 – danos até 3 cm; 4 – danos até 4 cm; 5 – danos até 5 cm.

Os híbridos testados, seus respectivos nomes comerciais para o evento, proteínas e evento seguem de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1. Nome comercial, nome comercial do evento, proteína e evento. Dourados (MS), 2013.

Nome comercial do híbrido	Nome comercial do evento	Proteína	Evento
1 – Formula®	Não-Bt (convencional)	-----	-----
2 – Status®	TL VIP®	VIP3Aa20	MIR162
3 – Feroz®	Agrisure TL®	Cry1Ab	Bt11
4 – DKB 350®	YieldGard VT Pro®	Cry1A.105 + Cry2Ab2	MON 89034

Fonte: Leite et al. (2011)

Para as análises estatísticas foi utilizado o programa *R Development Core Team (2008) - R: A language and environment for statistical computing - R Foundation for Statistical Computing*, em Viena, Austria, com ISBN 3-900051-07-0.

Resultados e discussão

Houve diferença estatística significativa entre o número de lagartas de *S. Frugiperda* encontradas no estilo-estigma dos híbridos estudados. Para a lagarta-da-espiga-do-milho *Helicoverpa* spp. não ocorreu infestação suficiente nos tratamentos Bt para constatação de possíveis diferenças. Na avaliação de grãos danificados e de escala de notas para as espigas atacadas foram constatadas diferenças estatísticas significativas (TABELA 1).

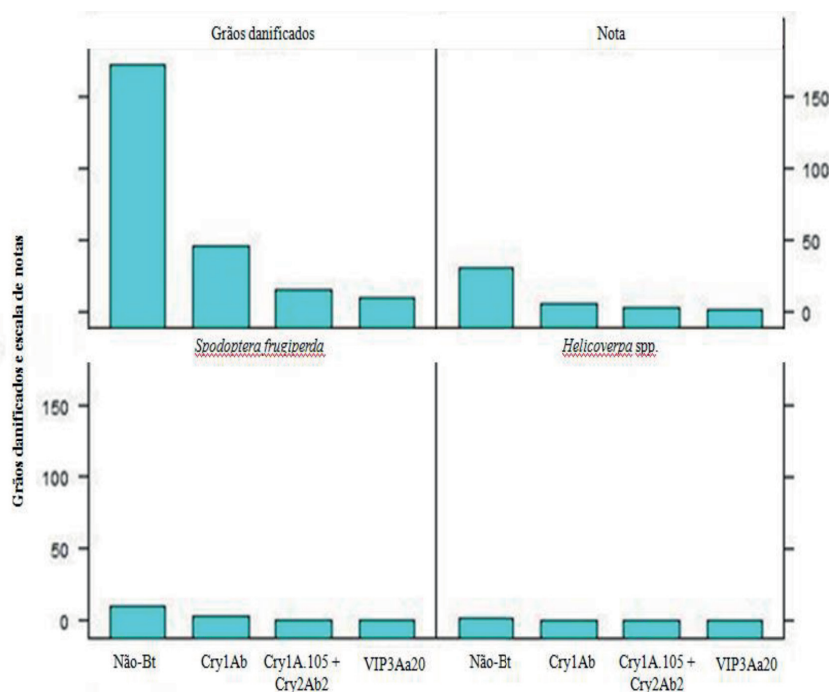
Tabela 1. Avaliação de *Spodoptera frugiperda* no estilo-estigma e espiga de diferentes híbridos de milho na 1ª avaliação, 2ª avaliação, 3ª avaliação, 4ª avaliação, seus grãos danificados (GD) e nota de dano (N). Dourados (MS), 2013.

Quadrado Médio													
F.V.	GL	1ª aval	2ª aval	3ª aval	4ª aval	GD	N						
Tratamento	3	0.01	ns	0.64	ns	0.21	ns	0.61	**	23.36	**	3.15	**
Média de lagartas/tratamento													
Híbridos	1ª aval	2ª aval	3ª aval	4ª aval	GD	N							
Não-Bt	0.81 a	1.47 a	1.14 a	1.55 a	5.85 a	2.5 a							
Cry1Ab	0.70 a	0.70 a	0.70 a	0.81 b	1.21 b	0.8 b							
Cry1A.105 Cry2Ab2	0.70 a	1.31 a	0.81 a	1.08 ab	2.42 b	1.1 b							
VIP3Aa20	0.70 a	0.88 a	0.70 a	0.81 b	1.35 b	0.8 b							
CV %	15.79	46.37	31.63	27.92	54.41	31.92							

ns – não significativo; **significativo a 1% de probabilidade; médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey.

Fonte: Suekane et al. (2013).

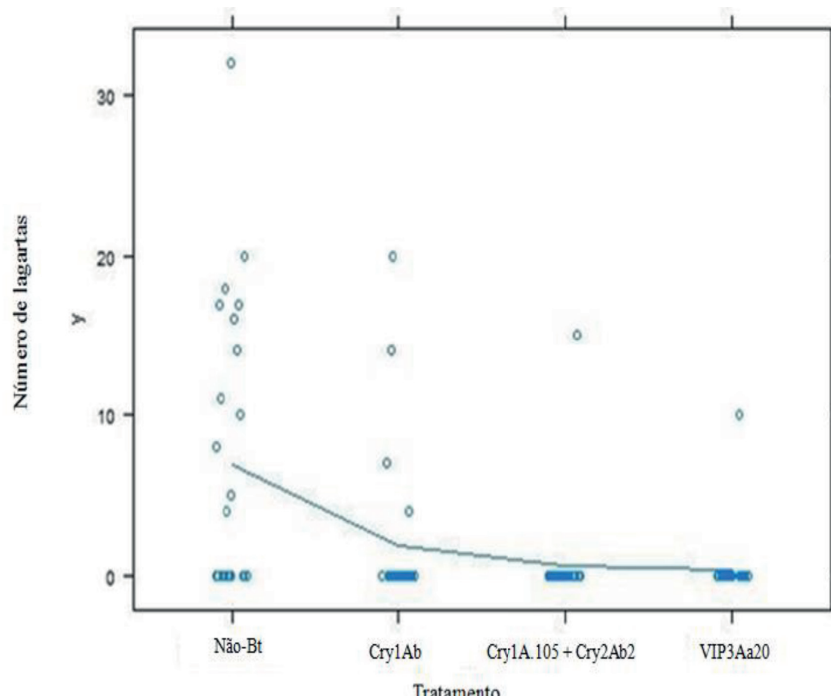
Quando abordado o ataque de *S. frugiperda* e *Helicoverpa* spp. nas espigas, nota-se que ocorre uma maior quantidade de grãos danificados e maiores notas de danos nos tratamentos não-Bt, seguido pelos híbridos que expressam as proteínas Cry1Ab, Cry1A.105 Cry2Ab2 e por último, menos atacado, o híbrido que expressa a proteína VIP3Aa20 (FIGURA 1).

Figura 1. Avaliação de notas de dano e número de grãos danificados pela *Spodoptera frugiperda* e *Helicoverpa* spp. nos híbridos estudados, Dourados (MS), 2013.

Fonte: Suekane et al. (2013).

Na terceira avaliação das lagartas presentes no estilo-estigma foi seguido o mesmo padrão das avaliações anteriores, ocorrendo diferenças estatísticas significativas no número de lagartas entre o híbrido não-Bt e os diferentes híbridos transgênicos que expressam proteínas de Bt (FIGURA 4).

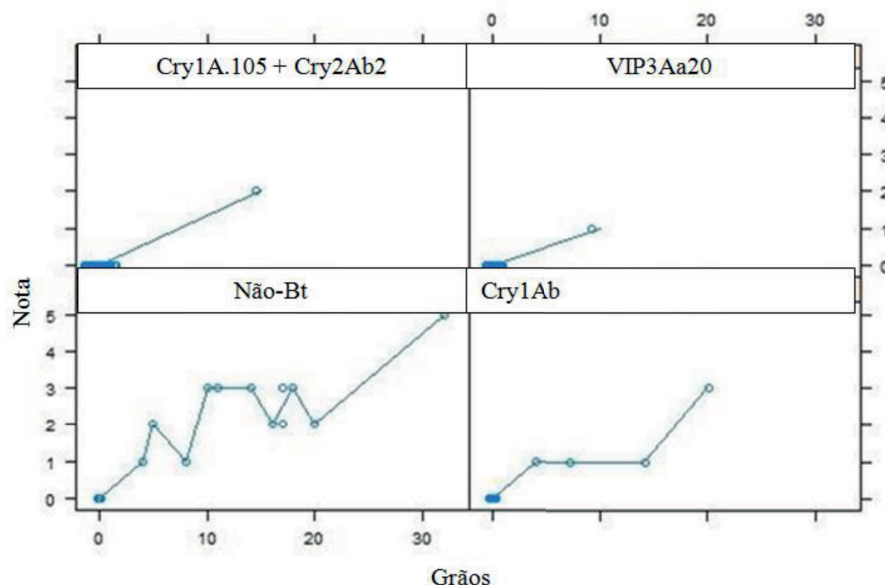
Figura 4. Quantificação do número de lagartas presentes no estilo-estigma dos diferentes híbridos de milho que expressam proteína Bt, em contraste com aquele não-Bt, na terceira avaliação. Dourados (MS), 2013.



Fonte: Suekane et al. (2013).

Pelo gráfico verifica-se que é uma contagem inflacionada de zeros, portanto, quando há pelo menos uma lagarta de *S. frugiperda* há ocorrência de grãos danificados, existindo relação de quanto maior a nota, maior o número de grãos danificados. A Figura 5 ilustra o maior dano e a maior nota no híbrido não-Bt.

Figura 5. Número de grãos danificados e nota de dano nas espigas para os híbridos Bt e não-Bt do total de lagartas encontradas na espiga. Dourados (MS), 2013.



Fonte: Suekane et al. (2013).

Na terceira avaliação de espigas encontrou-se a presença de *Helicoverpa* spp. em duas parcelas, no entanto, devido à baixa incidência foi possível a aplicação da análise estatística.

Os resultados obtidos neste estudo corroboram o estudo de Nais et al. (2013), que trabalharam com o desempenho de híbridos de milho transgênico e suas isolinhas em relação à infestação de *S. frugiperda*. Segundo Bernardi et al. (2011), o gene *cry1Ab* é considerado de baixa eficiência para *S. frugiperda*, causando reduzida mortalidade de lagartas, sendo que cada híbrido de milho expressa uma resposta diferenciada do gene Bt *cry1Ab* (MENDES et al., 2011).

Por outro lado, com a mistura dos genes que permitem a expressão de proteínas letais Cry1A.105/Cry2Ab2, ocorre a possibilidade de controlar mais eficientemente o complexo de pragas-alvo (BERNARDI et al., 2011), o que foi observado nos dados de campo deste trabalho. Além disso, a mistura de proteínas distintas confere uma estratégia de manejo da resistência adicional.

O fato do híbrido de milho com a inserção do gene VIP ter o menor número de lagartas, a menor nota de dano e o menor número de grãos danificados pode ser explicado pela elevada toxicidade para lepidópteros, devido à produção de proteína inseticida na fase vegetativa da bactéria, não formando inclusões (YU et al., 1997), além da grande atividade de VIP3Aa20 sobre as pragas do estudo.

Em termos práticos, quando se utilizam proteínas pouco eficientes no controle de *S. frugiperda*, recomenda-se, segundo Lourenção e Fernandes (2013), a aplicação de inseticidas em híbridos de milho, principalmente aquele com a toxina Cry1Ab, auxiliando no controle da lagarta-do-cartucho-do-milho.

Para fins de manejo de resistência, de acordo com Degrande (2013), cabe ressaltar que no Sistema de Produção em que existem pragas comuns a mais de uma cultura, como é o caso da *S. frugiperda* e *Helicoverpa* spp. que se movimentam entre os cultivos, ocorre pressão de seleção para a evolução à resistência às proteínas inseticidas. Portanto, em um gerenciamento de risco faz-se necessário cultivar híbridos que expressem na mesma planta altas doses de ao menos duas proteínas

tóxicas e que estas sejam de tipos diferentes (Cry1, Cry2, VIP), bem como plantar áreas de refúgio para populações suscetíveis.

Conclusões

Spodoptera frugiperda foi a praga de maior ocorrência no estilo-estigma do milho;

O número de grãos danificados e severidade de ataque em espigas foi maior no híbrido de milho não-Bt em relação àqueles que expressam proteínas de Bt;

O híbrido de milho que expressa a proteína VIP3Aa20 apresentou menor número de lagartas no estilo-estigma, menores danos em grão e menor severidade de ataque por *Spodoptera frugiperda* nas espigas.

Style-stigma and grains worm stalk attack by different corn Bt-hybrid

Abstract

The corn crop is attacked by many pests along its cycle and the occurrence of *Helicoverpa armigera* has been found recently attacking corn stalk in Brazil. The goal of this work was to evaluate the worm attack in style-stigma by different corn Bt hybrid. The work was conducted in Dourados city (MS). It was evaluated the pests that were found in style-stigma presented at 5 corn stalks mayze per plot. Three evaluations of style-stigma and a fourth assessment of damage of stalks were carried out. The number of *Spodoptera frugiperda* attack in mayze stalks was significantly at the studied hybrids. The number of worms attacking non Bt mayze hybrid were higher, at about 0.5 worms/style-stigma, followed by mayze hybrid Cry1Ab, Cry1A.105 Cry2Ab2, and last the less infested, the one with VIP3Aa20 protein. The mayze hybrid that expresses VIP3Aa20 protein resulted in the less number of worms at style-stigma.

Keywords: *Spodoptera frugiperda*. Bt proteins. Damage grains

Referências

BERNARDI, O.; ALBERNAZ, K. C.; VALICENTE, F. H.; OMOTO, C. Resistência de insetos-praga a plantas geneticamente modificadas. In: BORÉM, A.; ALMEIDA, G.D. (Ed.). **Plantas geneticamente modificadas: desafios e oportunidades para regiões tropicais**. Visconde de Rio Branco: SUPREMA, 2011. p.179-204.

CARVALHO, R. L. P. Pragas do milho. In: PATERNANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Piracicaba: FUNDAÇÃO CARGILL, 1980. p. 505-570.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, sexto levantamento. (<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>). Acesso em: 19 maio 2018. Brasília, v. 4, n. 6, p. 1-176, 2018.

CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C.; MATOSO, M. J. Controle biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma*. (<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR19991482100>). Acesso em: 08 jun. 2018.

Circular técnica. Sete Lagoas, 1999. 40 p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular técnica, 30).

DEGRANDE, P. E.; OMOTO, C. Estancar prejuízos. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 15, n. 1, p. 30-34, 2013.

DEGRANDE, P. E. Manejo de pragas no milharal. In: FANCELLI, A. L. (Ed.) **Milho: estratégias de manejo**. Piracicaba: USP/ESALQ/LPV, 2013. p.143-158.

FIGUEIREDO, M. L. C.; MARTINS-DIAS, A. M. P.; CRUZ, I. Relação entre a lagarta-do-cartucho e seus agentes de controle biológico natural na produção de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.12, p. 1693-1698, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v41n12/a02v4112.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BATISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

JACKSON, R. E.; MARCUS, M. A.; GOULD, F.; BRADLEY JUNIOR, J. R.; VAN DUYN, J. W. Cross-resistance responses of Cry1ac-selected *Heliothis virescens* (Lepidoptera: Noctuidae) to the *Bacillus thuringiensis* protein VIP3A. **Journal of Economic Entomology**, v. 100, n.1, p.180-186, 2007. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17370826>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

LEITE, N. A.; MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; PEREIRA, E. J. G. **O milho Bt no Brasil: a situação e a evolução da resistência de insetos**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 2011. 46p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/busca-de-publicacoes/-/publicacao/920730/o-milho-bt-no-brasil-a-situacao-e-a-evolucao-da-resistencia-de-insetos>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

LOURENÇÃO, A. L. F.; FERNANDES, M. G. Avaliação do milho Bt Cry1Ab e Cry1F no controle de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: noctuidae) em condições de campo. **Científica**, v. 41, n. 2, p. 164-188, 2013. Disponível em: <<https://www.cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/download/355/256>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

MARQUES, D. **O milho Bt no Brasil: a situação e a evolução da resistência de insetos**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 2011. 46 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60425/1/doc-133.pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2013.

MARTINEZ, S. S.; VAN EMDEN, H. F. Growth disruption, abnormalities and mortality of *Spodoptera littoralis* (Boisduval) (Lepidoptera: Noctuidae) caused by azadirachtin. **Neotropical Entomology**, v.30, n.1, p.113-125, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000089&pid=S1413-7054201000060000400010&lng=pt>. Acesso em: 08 jun. 2018.

MENDES, S. M.; BOREGAS, K. G. B.; LOPES, M.; WAQUIL, M. S.; WAQUIL, J. M. Respostas da lagarta-do-cartucho ao milho geneticamente modificado, expressando a toxina Cry1Ab(b). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n. 1, p.239-244, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v46n3/a03v46n3.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

NAIS, J.; BUSOLI, A. C.; MICHELOTTO, M. D. Competição de híbridos de milho transgênico e respectivos híbridos isogênicos convencionais em relação à infestação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1727) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas localidades e épocas de semeadura. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 80, n. 2, p. 159-167, 2013. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v80_2/nais.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2018.

R Development Core Team - R: **A language and environment for statistical computing - R Foundation for Statistical Computing**. Viena, Austria, 2008. Disponível em: <<https://www.gbif.org/tool/81287/r-a-language-and-environment-for-statistical-computing>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

SANTOS, C. A.; MARUCCI, R. C.; BARBOSA, T. A. N.; ARAUJO, O. G.; WAQUIL, J. M.; DIAS, A. S.; HEBACH, F. C.; MENDES, S. M. Desenvolvimento de *Helicoverpa* spp. em milho Bt com expressão de diferentes proteínas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 537-544, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v51n5/1678-3921-pab-51-05-00537.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

WILLIAMS, W. P.; DAVIS, F. M.; BUCKLEY, P. M.; HEDIN, P. A.; BAKER, G. T.; LUTHE, D. S. Factors associated with resistance to fall armyworm. (Lepidoptera: Noctuidae), and southwestern corn borer (Lepidoptera: Crambidae) in corn at different vegetative stage. **Journal of Economic Entomology**, v.91, n. 1, p.1471-1480, 1998. Disponível em: <<https://www.sciencebase.gov/catalog/item/5053d300e4b097cd4fcf273e>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

YAMAMOTO, T.; DEAN, D. H. Insecticidal proteins produced by bacteria pathogenic to agriculturas pests. In: CHARLES, J. F.; DELÉCLUSE, A.; NIELSEN-LE ROUX, C. (Ed.). **Entomopathogenic bacteria: from laboratory to field application**. Dordrecht: KLUWER ACADEMIC, 2000. p. 81-100. Disponível em: <<https://www.springer.com/us/book/9780792365235>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

YU, C. G.; MULLINS, M. A.; WARREIN, G. W.; KOZIEL, M. G.; ESTRUCH, J. J. The *Bacillus thuringiensis* vegetative insecticidal protein VIP3A lyses midgut epithelium cells of susceptible insects. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 63, n. 1, p. 532-536, 1997. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC168345/>>. Acesso em: 08 jun. 2018.

Histórico editorial:

Submetido em: 30/08/2016.

Aceito em: 05/04/2017.

Como citar:

ABNT

SUEKANE, R.; DEGRANDE, P. E.; ZEVIANI, W. M. LIMA JUNIOR, I. S.; MELO, E. P. Ataque de lagartas em estilo-estigma e grãos da espiga de diferentes híbridos de milho-Bt. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 2, p. 23-33, abr./jun. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181085>

APA

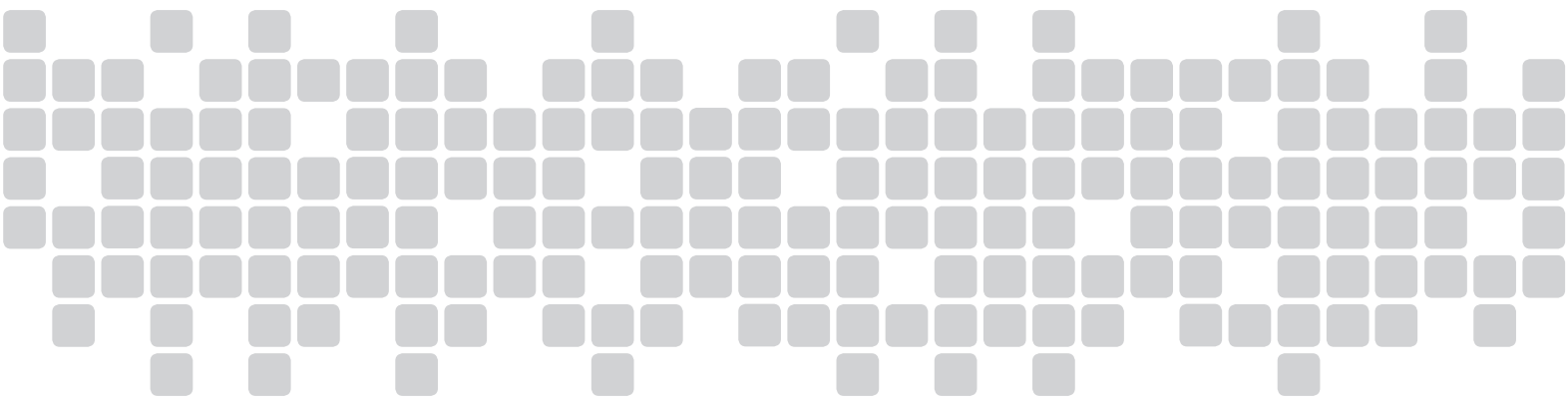
SUEKANE, R., DEGRANDE, P. E., ZEVIANI, W. M., LIMA JUNIOR, I. S. & MELO, E. P. (2018). Ataque de lagartas em estilo-estigma e grãos da espiga de diferentes híbridos de milho-Bt. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (2), 23-33. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181085>

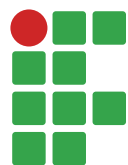
ISO

SUEKANE, R.; DEGRANDE, P. E.; ZEVIANI, W. M. LIMA JUNIOR, I. S. e MELO, E. P. Ataque de lagartas em estilo-estigma e grãos da espiga de diferentes híbridos de milho-Bt. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 2, pp. 23-33. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181085>

VANCOUVER

Suekane R, Degrande PE, Zeviani WM, Lima Junior IS, Melo EP. Ataque de lagartas em estilo-estigma e grãos da espiga de diferentes híbridos de milho-Bt. *Rev agrogeoambiental*. 2018 abr./jun.; 10(2): 23-33. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181085>





Aporte e decomposição de serapilheira em área pós-mineração em processo de recuperação com espécies florestais

Bruno Eustáquio Cirilo Silva¹

Marlinda Rufina Jolomba Silva²

Eduardo Ferreira Medina³

Resumo

O trabalho teve como objetivo avaliar o aporte e a taxa de decomposição da serapilheira. O estudo foi conduzido em Mirai (MG), no período de outubro de 2013 a setembro de 2015. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas receberam diferentes coberturas arbóreas, sendo o primeiro tratamento composto exclusivamente, por eucalipto (*Eucalyptus urograndis*) (PE), o segundo por angico vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) (PA), enquanto o terceiro envolveu 16 espécies nativas da região (PM). As subparcelas receberam diferentes tipos de adubações. A avaliação da produção de serapilheira foi realizada pela instalação de coletores com 4 m² suspensos 0,5 m acima do solo, alocados nas entrelinhas de plantio, totalizando três coletores por subparcela. A quantidade de serapilheira acumulada no solo foi determinada com o auxílio de um gabarito de 0,25 m², lançado cinco vezes aleatoriamente nas subparcelas. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 10 % de probabilidade. O PE foi o que apresentou maior aporte mensal de serapilheira, enquanto PA foi o menor. O tipo de adubação não influenciou significativamente o aporte total e médio da serapilheira. Na interação da cobertura florestal com a época do ano, houve influência significativa na produção de serapilheira do PM, com maior produção na época seca. A taxa de decomposição do PA e do PM foram influenciadas significativamente pela interação cobertura florestal x época do ano, com maior taxa de decomposição na época chuvosa.

Palavras-chave: Ciclagem de nutrientes. Áreas degradadas. Florestas plantadas.

Introdução

A mineração pode ser considerada uma das atividades antrópicas que mais afetam o ecossistema (CARNEIRO et al., 2008), embora, em geral, não atinja grandes extensões territoriais quando comparados com outras atividades de uso da terra, como agricultura e hidroelétricas, por exemplo (PARROTA; KNOWLES, 2001). A mineração de bauxita é caracterizada pela remoção da vegetação, intensa movimentação das camadas superficiais do solo, mudanças na topografia do terreno e geração de rejeitos e outros substratos de difícil colonização por plantas, demandando a execução de

1 Universidade Federal de Viçosa. mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical da Universidade Federal do Espírito Santo (Ceunes-Campus São Mateus), brunomukuri@gmail.com.

2 Universidade Federal de Viçosa, professora da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade José Eduardo dos Santos- Huambo-Angola. marjolomba29@gmail.com.

3 Universidade Federal de Viçosa, doutor em Solos e Nutrição de plantas. e.medinaufv@gmail.com.

ações que levem à recuperação dos sítios minerados (PARROTA; KNOWLES, 2001; SHRESTHA; LAL, 2011; MUKHOPADHYAY et al., 2013).

A bauxita é o minério de importância industrial para obtenção do alumínio metálico e de muitos compostos de alumínio e se forma em regiões tropicais e subtropicais por ação do intemperismo sobre aluminossilicatos. Apesar de ser frequentemente descrita como o minério de alumínio, a bauxita não é uma espécie mineral propriamente dita, mas um material heterogêneo formado de uma mistura de hidróxidos de alumínio hidratados contendo impurezas (CONSTANTINO et al., 2002).

De forma geral, solos degradados pela atividade de extração de bauxita possuem limitações para o estabelecimento e regeneração natural da cobertura vegetal, uma vez que a camada superficial é eliminada (MACHADO et al., 2013), assim como o possível banco de sementes, ficando o subsolo com baixos teores de nutrientes e matéria orgânica (LITTLEFIELD et al., 2013) e, conseqüentemente, baixa fertilidade. É importante ressaltar que o ecossistema artificial formado após a lavra da bauxita pode ser classificado como o extremo da degradação ambiental, pois as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo foram profundamente alteradas (SALOMÃO et al., 2006; SHRESTHA; LAL, 2011). Nesses ecossistemas degradados, a ação antrópica para a recuperação é necessária, pois eles não mais dispõem daqueles eficientes mecanismos de regeneração (SALOMÃO et al., 2006; SHRESTHA; LAL, 2006; MACHADO et al., 2013).

Um passo importante a ser estabelecido em um programa de recuperação de áreas de exploração mineral é determinar qual será o uso do solo após a atividade de mineração. Tal uso deve ser compatível com a utilização anterior praticada pela comunidade local, capaz de sustentar diversas espécies, além de receber a aprovação dos proprietários e dos órgãos públicos competentes (GARDNER, 2001). Assim sendo, as empresas mineradoras, após a negociação do direito de exploração do minério com os proprietários da terra, pagando-lhes os devidos royalties, têm o compromisso legal, ambiental e social de recuperar a área minerada com o mesmo tipo de uso pré-existente (PARROTA; KNOWLES, 2001).

O estabelecimento de uma cobertura florestal em áreas degradadas por mineração objetiva acelerar o processo de formação de solo, controlar erosão, acumular matéria orgânica, desenvolver a comunidade microbológica do solo e iniciar a ciclagem de nutrientes por meio da produção e decomposição da serapilheira (NUNES et al., 2012). Parte do processo de retorno da matéria orgânica e de nutrientes para o solo se dá pela produção de serapilheira, sendo a sua decomposição um passo importante no processo de ciclagem de nutrientes em um ecossistema florestal (VITAL et al., 2004; WANG et al., 2008; XIAOGAI et al., 2013). Segundo Léon e Osório (2014), em um tempo relativamente curto, é possível perceber uma melhora em muitas propriedades do solo, influenciada pela produção e decomposição da serapilheira.

A serapilheira depositada sobre o solo de uma floresta exerce um importante papel na sustentabilidade destes ecossistemas, como a transferência de nutrientes ao solo, a proteção à erosão da camada superficial do solo, favorecimento na germinação de sementes e manutenção da temperatura e umidade do solo (SOARES et al., 2008; CAMPOS et al., 2008; SCHUMACHER et al., 2004; SOUZA et al., 2006).

A quantidade de material acumulado no solo é influenciada por fatores como tipo de vegetação, estádios sucessionais, latitude, altitude, temperatura, ventos, precipitação, herbivoria, disponibilidade hídrica e estoque de nutrientes do solo (PORTES et al., 1996).

Este trabalho teve como objetivo quantificar a produção mensal de serapilheira pelo período de dois anos e determinar sua taxa de decomposição.

Material e métodos

O estudo foi conduzido em condições de campo em propriedade localizada no município de Mirai, Minas Gerais, em área onde houve a extração de bauxita pela Companhia Brasileira de Alumínio – Votorantim Metais. A área experimental está a uma altitude de 718 m, entre as latitudes 21° 4'13"S e 42° 38'13"O. A região está inserida no Domínio dos Mares de Morros (AB´SABER, 2010), predominando relevo ondulado a forte ondulado, sendo a vegetação dominada por remanescentes de Mata Atlântica. O clima da região é do tipo Cwa, segundo a classificação Köppen, com verões quentes e chuvosos, estação seca bem definida e precipitação e temperatura médias anuais de 1.200 mm e 20 °C.

O experimento de recuperação de área minerada com espécies florestais foi instalado oito meses (março de 2011) após a reconfiguração da área, utilizando o delineamento em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas, com três repetições, sendo os blocos experimentais alocados entre terraços. As parcelas (20 m x 18 m) receberam as diferentes coberturas arbóreas, sendo os dois primeiros tratamentos compostos exclusivamente, cada um, por Eucalipto (*Eucaliptus urograndis*, híbrido oriundo do cruzamento entre *Eucaliptus grandis* e *Eucaliptus urophylla*) (PE) e Angico Vermelho (*Anadenanthera peregrina*) (PA). A terceira cobertura vegetal que está sendo testada envolve o plantio de um conjunto de espécies nativas da região (8 espécies pioneiras + 8 espécies secundárias e clímax, em quincôncio): Angico vermelho (*Anadenanthera peregrina*), Araticum (*Annona squamosa*), Camboatá (*Cupania sp*), Canela (*Ocotea odorifera*), Carrapeta (*Guarea sp*), Figueira (*Ficus sp*), Garapa (*Apuleia leiocarpa*), Ingá (*Inga sp*), Ipê tabaco (*Handroanthus chrysotrichia*), Jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), Jatobá (*Hymenaea coubaril*), Jequitibá (*Cariniana estrellensis*), Orelha de negro (*Enterolobium contortisiliquum*), Paineira; (*Ceiba speciosa*), Pau brasil (*Caesalpinia echinata*) e Saboneteira (*Sapindus saponaria*), sendo considerado um cultivo múltiplo (PM). O plantio das espécies florestais nativas foi realizado por meio de mudas produzidas a partir de sementes coletadas próximo à área de estudo, tendo sido realizado em covas nas dimensões 30 cm x 30 cm x 30 cm, adotando-se o espaçamento 3 m x 2 m para PE e PA e 2 m x 1,5 m para PM.

As subparcelas medem 10 x 18 m e compõem-se dos tratamentos de adubação utilizados pela empresa na recuperação das áreas mineradas (AE). A adubação consistiu em 2,0 t/ha de calcário dolomítico e 30,0 t/ha de cama de aviário (*in natura* com aproximadamente 30% de umidade), tendo sido aplicada seis meses antes da implantação do experimento. O tratamento de adubação (AC + AQ), que é constituído de adubação orgânica e adubação química, complementares à adubação utilizada pela empresa (AE), em que (AC) continha 30 t/ha de cama de frango e a adubação química (AQ) 3 t/ha de calcário dolomítico (80% de PRTN) e 0,75 t/ha de fosfato natural reativo Bayóvar no caso das parcelas com eucalipto (PE) e angico vermelho (PA), e 1,5 t/ha para o plantio conjunto de diferentes espécies (PM). Parte da dosagem da cama de aviário e do calcário foi aplicada na cova e parte na entrelinha de plantio, tendo sido incorporados na camada 0-15 cm, 30 dias antes do plantio, de forma a permitir que todas as plantas recebessem a mesma dosagem dos referidos adubos. Os tratamentos com eucalipto e angico vermelho receberam 22% da dosagem da cama de aviário na cova e 78% na entrelinha de plantio, e o tratamento com 16 espécies florestais nativas recebeu 44% na cova e 56% na entrelinha de plantio. A aplicação do calcário também foi realizada de modo que 25% da dosagem total fossem aplicadas nas covas e 75% na entrelinha de plantio para PE e PA, enquanto que em PM 50% foram aplicados na cova e o restante (50%) nas entrelinhas de plantio. O fosfato natural reativo foi aplicado no fundo das covas de plantio.

Além das adubações realizadas na implantação, as áreas ainda receberam duas adubações de cobertura, sendo a primeira um mês após a implantação do experimento, consistindo em 10 kg/ha de N, 22 kg/ha de P e 8 kg/ha de K, para o plantio de eucalipto e angico e 20 kg/ha de N, 44 kg/ha de P e 16 kg/ha de K para o plantio múltiplo de nativas, enriquecido com micronutrientes (1,7 kg/ha de B, 0,8 kg/ha de Zn, 0,8 kg/ha de Cu para eucalipto e angico e o dobro destas doses para o plantio múltiplo de nativas), de forma localizada e incorporada lateralmente a 20 cm das plantas. A segunda adubação foi realizada 10 meses após a implantação dos tratamentos, sendo aplicados 67 kg/ha de N, 17 kg/ha de P e 67 kg/ha de K para o plantio de eucalipto e angico e 134 kg/ha de N, 34 kg/ha de P e 134 kg/ha de K para o plantio múltiplo de nativas em sulcos de 5 cm de profundidade na parte superior da projeção da copa. Cabe ressaltar que apenas o tratamento com adubação AC+AQ receberam essas adubações de cobertura.

A avaliação da produção de serapilheira (feita mensalmente de outubro de 2013 a setembro de 2015) pelas espécies arbóreas dos tratamentos de adubação AE e AC+AQ deu-se pela instalação de coletores feitos com tela plástica de 1 mm de malha nas dimensões 8 m x 0,5 m e suspensos 0,5 m acima do solo, alocados nas entrelinhas das subparcelas, totalizando três coletores por subparcela. A serapilheira interceptada pelos coletores foi amostrada mensalmente, pesada no campo, para determinação de umidade. Essa amostra foi levada para secar em estufa a 65 °C até obtenção de peso constante, sendo posteriormente pesada para determinação da massa seca.

A quantidade de serapilheira acumulada sobre o solo foi estimada ao final das épocas seca e chuvosa por meio de coletas realizadas com o auxílio de um gabarito (moldura quadrada) de dimensões 0,5 m x 0,5 m, lançados aleatoriamente nas subparcelas, com cinco repetições.

O aporte total foi calculado da seguinte maneira: somou-se a produção de cada cobertura por época, separada por tratamento de adubação (AE e C+Q). Assim, o aporte total do eucalipto com tratamento de adubação (AE) na época chuvosa foi determinado somando-se a produção desse nas duas épocas chuvosas (outubro a março), procedendo da mesma maneira para as outras coberturas, época e tratamento. O aporte médio consiste no aporte total dividido por dois.

A taxa de decomposição da serapilheira (k) também foi avaliada, conforme as equações propostas por Olson (1963) e utilizadas em outros estudos por Arato et al. (2003) e Littlefield et al. (2013).

$$K = L/X \quad (1)$$

em que: K = coeficiente de decomposição, L = produção anual de serapilheira, X = média anual da serapilheira acumulada no solo.

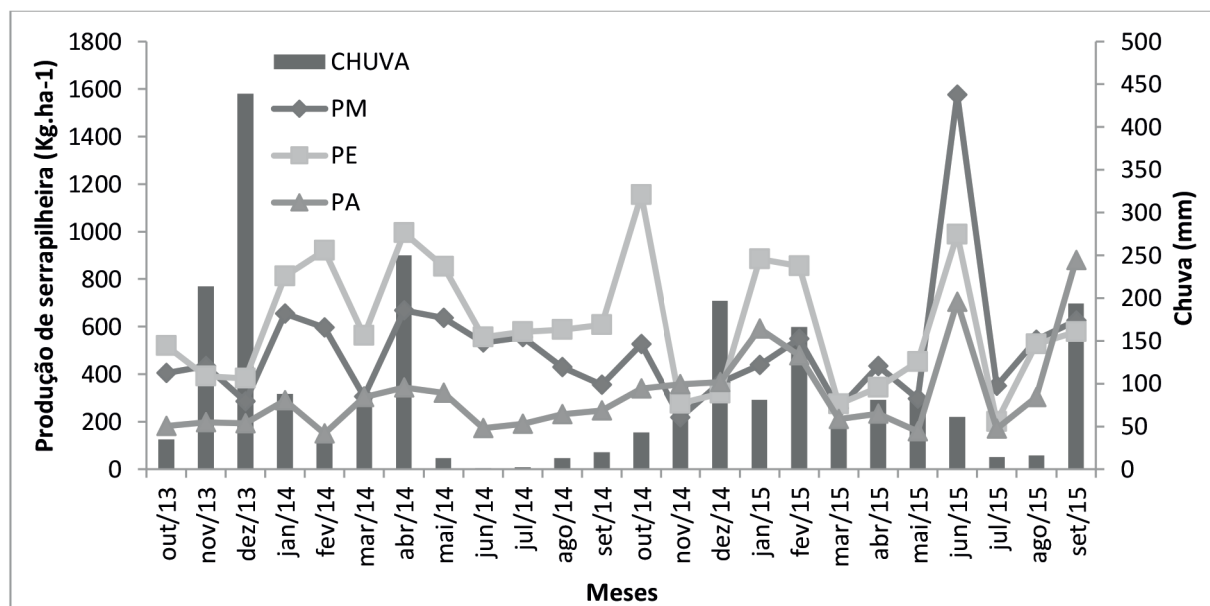
Resultados e discussão

A distribuição anual de chuvas (Figura 1) permitiu dividir a produção de serapilheira em duas épocas, no caso chuvosa e seca, tendo sido definidas como ocorrendo entre os meses de outubro-março e abril-setembro, respectivamente. Essa divisão foi utilizada para avaliar a produção de serapilheira e a taxa de decomposição.

Entre as coberturas florestais estudadas, o eucalipto foi a que apresentou a maior produção de serapilheira, seja na época chuvosa ou seca, o que pode ser atribuído ao seu crescimento rápido, comparativamente às outras espécies estudadas. Na primeira época chuvosa (2013/2014), o plantio de eucalipto (PE) apresentou um aporte de 3.583 kg.ha⁻¹ contra 4.173 kg.ha⁻¹ da época seca em 2014. No ano de 2014, observou-se que os meses com menores valores de precipitação foram os

meses de junho, julho e agosto, respectivamente com 1,2 mm, 1,49 mm e 12,9 mm. Em setembro e outubro os valores subiram para 20 mm e 42,9 mm, respectivamente, porém abaixo da média de 120 mm para o ano. Assim, a maior produção de serapilheira do PE em outubro deve ser consequência dos meses secos de junho, julho e agosto, o que indica atraso de um a dois meses na resposta da vegetação ao estresse hídrico.

Figura 1. Quantidade de chuvas (mm) e produção mensal de serapilheira (kg.ha⁻¹) das coberturas de eucalipto (PE), Angico (PA) e de espécies nativas (PM).



Fonte: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

Resultados semelhantes aos do presente estudo foram obtidos por Martins e Rodrigues (1999) e Arato et al. (2003).

A cobertura florestal com angico (PA) foi a que apresentou a menor produção de serapilheira, comparativamente às demais, provavelmente, devido ao tamanho das folhas dessa espécie. No caso, a folha do angico é composta e apresenta folíolos muito pequenos, não tendo sido identificadas estruturas reprodutivas. Observou-se que o angico produziu a maior quantidade de serapilheira na época seca, em torno de 1.530 kg. ha⁻¹ (2014) e 2.450 kg.ha⁻¹ (2015), contra 1.317 kg.ha⁻¹ e 2.344 kg.ha⁻¹ das respectivas épocas chuvosas. A cobertura mista (PM) apresentou aporte maior de serapilheira nas épocas secas, tendo as maiores produções de serapilheira ocorrido nos meses de abril/2014 e junho/2015. Essas maiores quantidades, assim como no eucalipto, ocorreram após meses com baixas quantidades de chuva, o que indica uma resposta ao estresse hídrico.

A análise de variância dos dados obtidos apontou a significância da interação entre cobertura florestal e épocas ($F < 0,10$), enquanto as demais fontes de variação não foram significativas (Quadro 1).

Quadro 1. Resumo da análise de variância das variáveis de experimento de avaliação da produção de serapilheira total e média e da taxa de decomposição em coberturas vegetais de eucalipto (PE), angico (PA) e misto de espécies nativas (PM), cultivadas com adubação orgânica (AO), química (AQ) e AO+AQ.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios		
		Aporte total	Aporte médio	Taxa de decomposição
Blocos	2	7153064.78 ^{0.0546*}	1788266.20 ^{0.0546*}	0.004519 ^{0.9477}
Cobertura Florestal (CF)	2	39893893.95 ^{0.0027*}	9973473.46 ^{0.0027*}	0.507333 ^{0.0608*}
Erro A	4	1090099.42	272524.85	0.083954
Adubação (A)	1	7321646.04	1830411.50	0.080839
CF * A	2	2210185.32	552546.32	0.037807 ^{0.4140}
Erro B	4	1702723.25	425680.80	0.034113
Época (E)	1	62985448.17 ^{0.0104*}	1574637.05 ^{0.0104*}	0.149221 ^{0.0187*}
E * CF	2	3144410.32 ^{0.0336*}	786102.58 ^{0.0336*}	0.037897
E* A	1	70749.59	17687.39	0.064571
E* A*CF	2	689342.40	172335.60	0.032725
Erro C	14	720325.06	180081.26	0.021121

Médias seguidas pelo (*) diferenciam significativamente pelo teste (F<10).

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Observou-se que os aportes total e médio apresentaram diferenças significativas para as épocas chuvosa e seca avaliadas para PM, sendo a produção de serapilheira significativamente maior na época seca. Os tipos de adubação avaliados não influenciaram significativamente a produção de serapilheira.

A taxa de decomposição foi influenciada significativamente somente pelas épocas do ano avaliadas, sendo maior em PA e PM na época chuvosa.

Quadro 2. Médias de produção de serapilheira (kg.ha⁻¹) total e média e taxa de decomposição das coberturas vegetais de eucalipto (PE), angico (PA) e misto de espécies nativas (PM) nas épocas chuvosa e seca.

Época	Cobertura Vegetal		
	Eucalipto	Angico	Plantio misto
	Produção de serapilheira total		
Seca	7568 Aa	3950 Ba	7048 Aa
Chuvosa	7322 Aa	3706 Ca	5029 Bb
	Produção de serapilheira média		
Seca	3784 Aa	1975 Ba	3524 Aa
Chuvosa	3661 Aa	1853 Ca	2515 Bb
	Taxa de decomposição		
Seca	0,32 Ba	0,64 Ab	0,36 Bb
Chuvosa	0,32 Ca	0,81 Aa	0,58 Ba

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si ao nível de 10% pelo teste Tukey.

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

As produções de serapilheira total e média apresentaram diferenças significativas ($P < 0,10$) entre as coberturas florestais na época chuvosa; comparando as épocas, constatou-se que na época chuvosa, a cobertura com PA, entre as coberturas estudadas, foi a que apresentou menor produção de serapilheira.

Na época seca, PE foi a cobertura florestal que apresentou a maior produção de serapilheira, enquanto PA foi a menor.

O plantio misto (PM) apresentou diferenças significativas ($P < 0,10$) entre as épocas chuvosa e seca, sendo a maior produção verificada na época seca, o que pode ser explicado pela maior deposição de folhas provenientes de plantas caducifólias e semicaducifólias, como a paineira, o ipê, entre outras, as quais utilizam essa estratégia para reduzir as perdas de água por evapotranspiração durante os períodos mais secos do ano. Esse padrão foi verificado em plantios e florestas naturais por diversos autores (CORRÊA NETO et al., 2001; MOREIRA; SILVA, 2004; BARBOSA; FARIA, 2006; CALDEIRA, et al., 2008).

A taxa de decomposição da serapilheira diferenciou-se significativamente entre as épocas e entre as coberturas florestais ($P < 0,10$). O angico apresentou a maior taxa de decomposição de serapilheira, o que pode ser atribuído ao menor tamanho das folhas e, conseqüentemente, à maior superfície específica, facilitando a ação dos organismos decompositores. Fernandes et al. (2006) verificaram que, de modo geral, áreas com presença de leguminosas arbóreas apresentam maior velocidade de decomposição da serapilheira. A taxa de decomposição da serapilheira é influenciada por vários fatores, entre eles pela relação C/N do material que a compõe. Essa relação quando é baixa favorece a decomposição da serapilheira, porque a quantidade de N contida nela influencia a velocidade da sua decomposição, ou seja, resíduos com alta relação C/N demoram mais para serem decompostos (MARQUES et al., 2000).

A taxa de decomposição de serapilheira para PA e PM apresentaram diferenças significativas com relação à época, tendo sido verificada a maior taxa de decomposição na época chuvosa. O PA apresentou uma taxa de decomposição que variou de 0,59 a 0,68 nas estações secas e de 0,69 a 0,91 nas estações chuvosas, para o PM a taxa de decomposição variou de 0,31 a 0,40 nas estações secas e de 0,40 a 0,75 nas estações chuvosas e o PE apresentou uma taxa de decomposição que variou de 0,30 a 0,33 nas estações secas e de 0,30 a 0,34 nas estações chuvosas. Luizão e Schubart (1987) atribuem a maior velocidade de decomposição na estação chuvosa às condições de umidade, o que favorece a atividade de organismos decompositores, principalmente artrópodes que removem a serapilheira e que também estimulam o crescimento das raízes superficiais, as quais penetram no material em decomposição.

O eucalipto foi a cobertura que apresentou a menor taxa de decomposição, resultado semelhante aos estudos feitos por Gama-Rodrigues e Barros (2002). Esses autores mostram que a baixa taxa de decomposição da serapilheira de eucalipto está relacionada à sua baixa qualidade nutricional, especialmente em N e P.

O estoque de serapilheira do PM variou de 7,6 a 9,8 t.ha⁻¹ nas épocas de seca e de 10 a 11,1 t.ha⁻¹ nas épocas de chuva. O estoque do PE variou de 23,8 a 24 t.ha⁻¹ na época seca e de 13 a 21 t.ha⁻¹ na época chuvosa. O angico variou de 1,9 a 3,1 t.ha⁻¹ na época seca e de 3,6 a 5,1 t.ha⁻¹ na época chuvosa. Balieiro et al. (2004) observaram em seu trabalho que a elevada contribuição de material lenhoso na composição da serapilheira de *Eucalyptus grandis* aumentou o tempo médio de decomposição do material no solo, promovendo um maior acúmulo deste material.

Conclusão

O plantio de eucalipto foi o que apresentou o maior aporte de serapilheira, seguido pelo plantio misto e, por último, o angico, enquanto a taxa de decomposição de angico foi a maior, seguida pelo plantio misto e, por último, o plantio de eucalipto.

Supply and litter decomposition in post mining area recovery process with forest species

Abstract

The objective of this work was to evaluate the contribution and rate of decomposition of litter. The study was conducted in Mirai (MG), from October 2013 to September 2015. A randomized complete block design was used in the subdivided plot scheme, with three replications. The first treatments were composed of *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus urograndis*) (PE), the second one was composed of red *Anadenanthera macrocarpa* (PA), while the third one involved 16 species native to the region (PM). The subplots received different types of fertilization. The evaluation of the litter production was carried out by the installation of collectors with 4 m² suspended 0.5 m above the ground, allocated between the lines of planting, totaling three collectors per subplot. The amount of litter accumulated in the soil was determined with the aid of a template of 0.25 m², thrown five times at random in the subplots. Data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 10% probability. The EP presented the highest monthly contribution of litter, while PA was the lowest. The type of fertilization did not significantly influence the total and average contribution of litter. In the interaction of the forest cover with the time of year, there was a significant influence on PM litter production, with higher production in the dry season. The rate of decomposition of PA and PM was significantly influenced by the interaction forest cover x time of year, with higher rate of decomposition in the rainy season.

Keywords: Nutrient cycling. Degraded areas. Planted forests.

REFERÊNCIAS

AB´SABER, A. N. **Os domínios da natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. 6 ed. Cotia, SP: Ateliê, 2010. 159 p.

ARATO, H. D.; MARTINS, S. V.; FERRARI, S. H. S. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para a recuperação de área degradada em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, p. 715-721, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v27n5/a14v27n5.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2016.

BALIEIRO, F. C.; FRANCO, A. A.; PEREIRA, M. G.; CAMPELLO, E. F. C.; DIAS, L. E.; FARIA, S. M.; ALVES, B. J. R. Dinâmica da serrapilheira e transferência de nitrogênio ao solo, em plantios de *pseudosamanea guachapele* e *Eucalyptus grandis*. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 6, p. 597-601, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2004000600012&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 30 mar. 2016.

BARBOSA, J. H. C.; FARIA, S. M. Aporte de serapilheira ao solo em estágios sucessionais florestais na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 57, n. 3, p. 461-476, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2175-78602006000300461&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 18 maio 2016.

CALDEIRA, M. V. W.; VITORINO, M. D.; SCHAADT, S. S.; MORAES, E.; BALDINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 1, p. 53-68. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/2853/2421>>. Acesso em: 03 maio 2016.

CAMPOS, E. H.; ALVES, R. R.; SERATO, D. S.; RODRIGUES, G. S. S. C.; RODRIGUES, S. C. Acúmulo de serrapilheira em fragmentos de mata *mesofítica* cerrado em Uberlândia-MG. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p.189-203, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n1/a13v20n1.pdf>>. Acesso em: 01 maio 2016.

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; SOARES, A. L. L. Carbono orgânico, nitrogênio total, biomassa microbiana e atividade microbiana do solo em duas cronossucessões de reabilitação após mineração de bauxita. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 621-632, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832008000200017&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 21 maio 2016.

CONSTANTINO, V. R. L.; ARAKI, K.; SILVA, D. O.; OLIVEIRA, W. Preparação de compostos de alumínio a partir de bauxita: considerações sobre alguns aspectos envolvidos em um experimento didático. **Química Nova**, v. 25, n. 3, p. 490-498, 2002. Disponível em: <http://quimicanova.s bq.org.br/imagbank/pdf/Vol25No3_490_23.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2016.

CORRÊA NETO, T. A.; PEREIRA, M. G.; CORREA, M. E. F.; ANJOS, L. H. C. Deposição de serrapilheira e mesofauna edáfica em áreas de Eucalipto e Floresta sucessão secundária espontânea. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 70-75, 2001. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v8núnico/v8nunicoa9.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

FERNANDES, M. E. B.; NASCIMENTO, A. A. M.; CARVALHO, M. L. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de Sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) e Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.) na Flona Mário Xavier, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 163-175, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-50982006000200163&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 14 maio 2016.

GAMA-RODRIGUES, A. C. ; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. **Revista Árvore**, v. 26, p. 193-207, 2002. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/285798440>>. Acesso em: 12 maio 2016.

GARDNER, J. Rehabilitación de minas para el mejor uso del terreno: la minería de bauxita en el bosque de jarrah de Australia Occidental. **Unasylva**, Roma, v. 52, n. 207, p. 3-8, 2001.

LITTLEFIELD, T.; BARTON, C.; ARTHUR, M.; COYNE, M. Factors controlling carbon distribution on reforested minelands and regenerating clearcuts in Appalachia, USA. **Science of the Total Environment**, v. 465, p. 240-247, 2013. Disponível em: <<https://kundoc.com/pdf-factors-controlling-carbon-distribution-on-reforested-minelands-and-regenerating.html>>. Acesso em: 10 maio 2016.

LUIZÃO, F. J.; SCHUBART, H. O. R. Produção e decomposição de liteira em floresta de terra firme da Amazônia Central. **Acta Limnologica Brasiliensia**, São Carlos, SP, v. 1, p. 575-600, 1987.

MACHADO, N. A. M.; LEITE, M. G. P.; FIGUEIREDO, M. A.; KOZOVITS, A. R. Growing *Eremanthus erythropappus* in crushed laterite: A promising alternative to topsoil for bauxite-mine revegetation. **Journal of Environmental Management**, v. 129, p. 149-156, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479713004763?via%3Dihub>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

MARQUES, T. C. L. L. S. M.; VASCONCELOS, C. A.; PEREIRA FILHO, I.; FRANÇA, G. E.; CRUZ, J. C. Envolvimento de dióxido de carbono e mineralização de nitrogênio em Latossolo Vermelho-Escuro com diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 581-589, 2000. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/101501/1/pab97415.pdf>>. Acesso em : 08 maio 2016.

MARTINS, S. V.; RODRIGUES, R. R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecidual no município de Campinas, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 3, p. 405-412, 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/rbb/v22n3/22\(3\)a09.pdf](http://www.scielo.br/pdf/rbb/v22n3/22(3)a09.pdf)>. Acesso em: 03 maio 2016.

MOREIRA, P. R.; SILVA, O. A. Produção de Serapilheira em Área Reflorestada. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28 n. 1, p. 49-59, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v28n1/a07v28n1>>. Acesso em: 14 maio 2016.

MUKHOPADHYAY, S.; MAITI, S. K.; MASTO, R. E. Use of Reclaimed Mine Soil Index (RMSI) for screening of tree species for reclamation on coal mine degraded land. **Ecological Engineering**, v. 57, p. 133-142, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925857413001353?via%3Dihub>>. Acesso em: 01 jun. 2016.

OLSON, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, n. 44, p. 322-331, 1963.

PARROTA, J. A.; KNOWLES, O. H. Restoring tropical forests on lands mined for bauxite: Examples from the Brazilian Amazon. **Ecological Engineering**, v. 17, p. 219-239, 2001. Disponível em: <<https://www.fs.fed.us/research/publications/misc/78141-2001-EcolEng-Parrotta-Knowles.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2016.

PORTES, M. C. G. O.; KOEHLER, A.; GALVÃO, F. Variação sazonal de deposição de serrapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana no Morro do Anhangava- PR. **Floresta**, v. 26, n. 1/2, p. 3-10, 1996.

SALOMÃO, R. P.; ROSA, N. A.; CASTILHO, A.; MORAES, K. A. C. Castanheira-do-brasil recuperando áreas degradadas e promovendo alimento e renda para as comunidades da Amazônia Setentrional. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, Belém, v. 1, n. 2, p. 65-78, 2006. Disponível em: <[http://www.museu-goeldi.br/editora/bn/artigos/cnv1n2_2006/castanheira\(salomao\).pdf](http://www.museu-goeldi.br/editora/bn/artigos/cnv1n2_2006/castanheira(salomao).pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2016.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; HERNANDES, J. I.; KÖNIG, F. G. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia*(Aertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 1, p. 29-37, 2004. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/488/48828105.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

SINGH, A. N.; RAGHUBANSHI, A. S.; SINGH, J. S. Impact of native tree plantations on mine spoil in a dry tropical environment. **Forest Ecology and Management**, v. 187, p. 49-60, 2004. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/222041310_Impact_of_Native_Tree_Plantations_on_Mine_Spoil_in_a_Dry_Tropical_Environment?_sg=a8f0LSQk5BYrYfJzizj2F14ZZIPYiXn-v9IDTWkoMS_FJ6PLnY0wfK3Pj1DBYGMuLkHNep8fkzywJZLw>. Acesso em: 16 jun. 2016.

SHRESTHA, R. K.; LAL, R. Changes in physical and chemistry properties on soil after surface mining reclamation. **Geoderma**, v. 161, p. 168-176, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/229407435_Changes_in_Physical_and_Chemical_Properties_of_Soil_after_Surface_Mining_and_Reclamation>. Acesso em: 01 maio 2016.

SOARES, I.; QUEIROZ, J. A. de; OLIVEIRA, V. H. de; CRISÓSTOMO, L. A.; OLIVEIRA, T. S. de. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes na cultura do cajueiro anão precoce. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 1, p. 173-181, 2008. Disponível em: <http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3309.pdf>. Acesso em: 09 maio 2016.

SOUZA, P. A. de; VENTURIN, N.; GRIFFITH, J. J.; MARTINS, S. V. Avaliação do banco de sementes contido na serapilheira de um fragmento florestal visando recuperação de áreas degradadas. **Revista Cerne**, Lavras (MG), v. 12, n. 1, p. 56-67, 2006. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/744/74412107.pdf>>. Acesso em: 06 maio 2016.

Histórico editorial:

Submetido em: 16/09/2016.

Aceito em: 25/04/2017.

Como citar:

ABNT

SILVA, B. E. C.; SILVA, M. R. J.; MEDINA, E. F. Aporte e decomposição de serapilheira em área pós-mineração em processo de recuperação com espécies florestais. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 2, p. 35-45, abr./jun. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181098>

APA

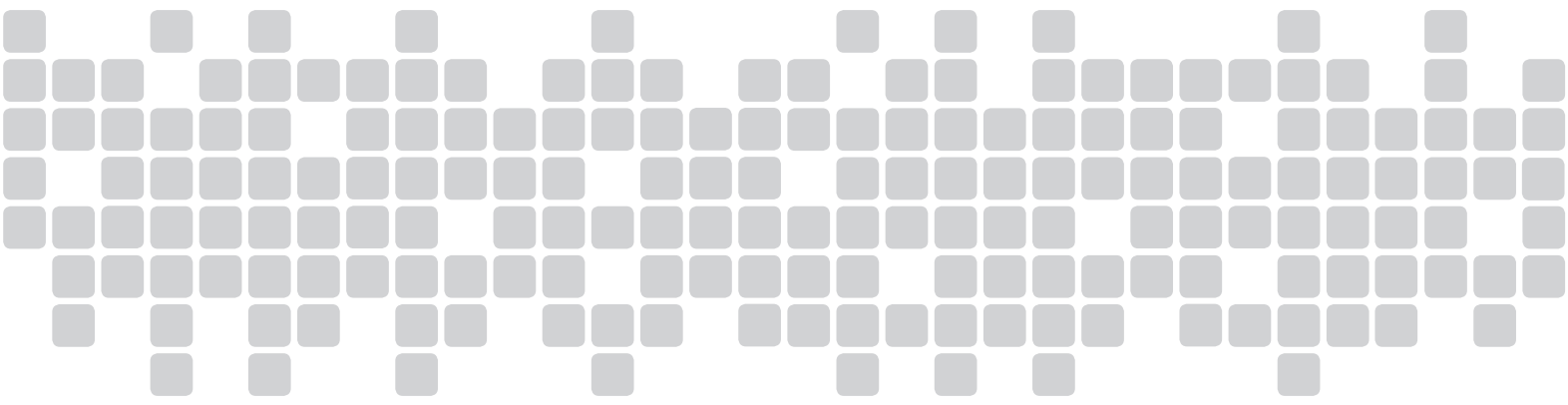
SILVA, B. E. C., SILVA, M. R. J. & MEDINA, E. F. (2018). Aporte e decomposição de serapilheira em área pós-mineração em processo de recuperação com espécies florestais. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (2), 35-45. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181098>

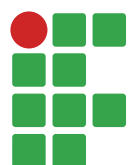
ISO

SILVA, B. E. C.; SILVA, M. R. J. e MEDINA, E. F. Aporte e decomposição de serapilheira em área pós-mineração em processo de recuperação com espécies florestais. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 2, pp. 35-45. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181098>

VANCOUVER

Silva BEC, Silva MRJ, Medina EF. Aporte e decomposição de serapilheira em área pós-mineração em processo de recuperação com espécies florestais. *Rev agrogeoambiental*. 2018 abr./jun.; 10(2): 35-45. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181098>





Capacidade combinatória de híbridos de milho para eficiência e resposta ao uso do fósforo

Gustavo André Colombo¹

Aurélio Vaz-de-Melo²

André Silva de Souza³

José Guilherme Carneiro Silva⁴

Resumo

Recentes estimativas apontam que o estresse nutricional que aflige áreas agrícolas ao longo do mundo pode levar à extinção precoce de reservas naturais de fósforo, de forma que o desenvolvimento de genótipos de milho eficientes no uso do nutriente terá papel fundamental na agricultura. Neste sentido, objetivou-se com o presente trabalho avaliar, por meio de cruzamentos dialélicos, as capacidades geral (CGC) e específica (CEC) da combinação de oito híbridos comerciais de milho, em níveis distintos de adubação fosfatada, com o intuito de identificar combinações híbridas promissoras para as condições edafoclimáticas das regiões sul do estado do Tocantins. Os oito híbridos comerciais e suas 28 combinações híbridas foram avaliados no ano agrícola de 2011/2012, em ambientes denominados baixo fósforo e alto fósforo; foram determinadas a produção de grãos (PROD), a eficiência no uso do fósforo (EUP) e a resposta ao uso do fósforo (RUP). Observou-se maior contribuição da ação gênica não aditiva no controle dos atributos. Apenas o genitor AG 1051 apresentou estimativas positivas de CGC para todas as características avaliadas em ambos os ambientes de cultivo, sendo descrito como promissor para compor hibridações que visem à EUP, RUP e PROD, independente do nível de adubação fosfatada proposto. De acordo com as estimativas de CEC para PROD em baixo fósforo e EUP, a combinação híbrida AG 2040 x P30F53 é classificada como promissora. Da mesma forma, a combinação híbrida BM 2202 x P30F80 é classificada como promissora para PROD em alto fósforo e RUP.

Palavras-chave: *Zea mays*. Dialelo. Melhoramento genético. Estresse abiótico. Eficiência nutricional.

Introdução

A seleção de genitores é uma das etapas primordiais em um programa de melhoramento de plantas, pois são nesses genitores que devem ser concentrados os alelos favoráveis para as características de interesse, permitindo a obtenção de indivíduos superiores (OLIBONI et al., 2012). Em função

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, docente, gustavo.colombo@ifam.edu.br. Estrada dos Moraes, s/n, Maués, Amazonas.

2 Universidade Federal do Tocantins, docente, vazdemelo@uft.edu.br.

3 Evidência Agrícola LTDA, engenheiro agrônomo, andresousa0@hotmail.com.

4 GDM Genética do Brasil LTDA, engenheiro agrônomo, jgsilva@gdmseeds.com.

disto, tem-se cada vez mais utilizado ferramentas que facilitam a coleta de informações a respeito da população-base em estudo (SOUZA NETO et al., 2015).

Uma das metodologias mais eficientes e comumente utilizadas em programas de melhoramento genético é a análise dialélica, a qual propicia estimativas de parâmetros úteis à seleção de genitores para hibridação e ao entendimento da ação dos genes envolvidos na determinação dos caracteres (CRUZ et al., 2012). Na análise dialélica é estimada a capacidade geral de combinação (CGC) do genitor, indicativa de quanto este difere da média geral da população dialélica, na qual os maiores valores referentes à CGC, positivos ou negativos, indicam maior divergência, superior ou inferior, em relação aos demais genitores. Por outro lado, a capacidade específica de combinação (CEC) indica casos em que certas combinações híbridas se mostram superiores ou inferiores ao que seria esperado com base na performance média dos genitores que compõem o referido híbrido (BORDALLO et al., 2005).

O desenvolvimento de cultivares de milho deve ser baseado na interação existente entre genótipos e o ambiente de cultivo, principalmente para as várias condições edafoclimáticas, uma vez que, segundo estimativas, 60% dos produtores agrícolas em todo o mundo cultivam suas áreas sob algum tipo de estresse abiótico (TURNER; RAO, 2013; COIMBRA et al., 2014). Para Whang et al. (2010), as reservas de fósforo mais facilmente exploradas poderão ser extintas ainda neste século, de forma que o desenvolvimento de plantas mais eficientes no uso do nutriente terá papel fundamental na agricultura nos próximos anos.

São vários os conceitos de eficiência no uso do fósforo (EUP), geralmente baseados na relação entre taxas de aquisição do nutriente e produção de matéria seca e grãos, em condições de baixo ou alto suprimento do nutriente (PARENTONI; SOUZA-JÚNIOR, 2008). Segundo DoVale e Fritsche-Neto (2013), existe um déficit de informações consistentes para o direcionamento de programas de melhoramento voltados para condições de estresse de fósforo. Informações quanto aos efeitos gênicos predominantes, bem como a herança genética no controle de caracteres relacionados ao EUP em condições contrastantes de disponibilidade de fósforo, são fundamentais ao melhorista na escolha do método de seleção a ser utilizado.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar e identificar genitores e suas combinações híbridas promissoras quanto à eficiência e resposta ao uso do fósforo, assim como determinar os efeitos genéticos que controlam a herança da eficiência e resposta nutricional no milho.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na safra 2011/2012, na Universidade Federal do Tocantins - UFT, localizada no município de Gurupi (TO), em altitude de 280 m, na localização de 11°43'45" de latitude Sul, 49°04'07" de latitude Oeste. Segundo Köppen (1948), a classificação climática regional é do tipo B1wA'a, úmido com moderada deficiência hídrica. A temperatura média anual é de 29,5 °C, com precipitação média anual de 1.804 mm.

O solo é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura arenosa, com as seguintes características físico-químicas: pH em água = 6,11; P (Mel) = 2,85 mg dm⁻³; K = 11,97 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 1,59 cmolc dm⁻³; Mg²⁺ = 0,12 cmolc dm⁻³; Al³⁺ = 0 cmolc dm⁻³; H+Al = 3,50 cmolc dm⁻³; CTC(t) = 1,74 cmolc dm⁻³; V = 33,16%; MO = 1,18%, Textura: 72,1% de areia; 4,05% de silte e 23,83% de argila.

Foram semeadas em campo 28 combinações híbridas (híbridos F1s), oriundas da síntese de dialelo completo entre oito híbridos comerciais de milho, indicados ao cultivo nas condições eda-

foclimáticas do Tocantins, de acordo com o zoneamento agroclimático do milho (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO-MAPA, 2016), oriundas de diferentes empresas (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos híbridos comerciais de milho utilizados para a síntese do dialelo completo, no município de Gurupi (TO)

Híbridos	Empresa	Base Genética	Textura do Grão	Nível tecnológico
AG 2040	Monsanto/Agrocerec	HD	SMDURO	Médio
AG 8060	Monsanto/Agrocerec	HS	DURO	Alto
AG 1051	Monsanto/Agrocerec	HD	DENTADO	Médio/alto
BM 2202	Sementes Biomatrix	HD	SMDENT	Médio/baixo
P30F53	Pioneer Sementes	HS	SMDURO	Alto
P30F80	Pioneer Sementes	HS	DURO	Alto
TRUCK	Syngenta Seeds	HT	SMDURO	Médio
IMPACTO	Syngenta Seeds	HS	DURO	Alto

Base Genética: HS – Híbrido Simples; HD – Híbrido Duplo; HT – Híbrido Triplo. Textura do Grão: SMDENT – Semidentado; SMDURO – Semiduro.

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

O delineamento experimental utilizado foi o látice 6 x 6, com duas repetições, sendo avaliados 36 tratamentos (28 híbridos experimentais e 8 híbridos comerciais). As parcelas foram constituídas de duas fileiras de 4 metros com espaçamento de 0,7 metros entre fileiras. A semeadura foi realizada de forma a se obter 5 plantas por metro linear, o equivalente a um estande final de aproximadamente 71 mil plantas ha⁻¹.

As combinações híbridas foram avaliadas em dois ambientes contrastantes quanto à dose de fósforo, para a qual se estipulou a dose de 34 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para baixo fósforo e a dose de 170 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para alto fósforo. Foi utilizado o sistema convencional de preparo de solo. A adubação dos demais nutrientes utilizados foi baseada na análise química do solo, segundo Alvarez et al. (1999), sendo realizada manualmente no dia do plantio e aplicada diretamente no sulco.

Foi realizada a adubação de cobertura utilizando 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N), dividida em duas aplicações, a primeira (75 kg ha⁻¹) quando a cultura alcançou o estágio de quatro folhas (V4) e a segunda (75 kg ha⁻¹) no estágio de oito folhas (V8). Os demais tratamentos culturais foram realizados sempre que necessário, de acordo com as recomendações técnicas da cultura do milho (CRUZ et al., 2009).

Quando os grãos apresentaram estágio fenológico 1/2 leitoso e 1/2 farináceo (VELHO et al., 2006), duas plantas aleatórias dentro da parcela foram ceifadas rentes ao solo e posteriormente trituradas por completo. O material coletado foi acondicionado em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas e, após apresentar peso constante, foi pesado para determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) em gramas planta⁻¹. Com a massa seca, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de malha de 0,5 milímetro. E, por final, as amostras moídas foram submetidas à digestão sulfúrica, segundo metodologia adaptada de Tedesco et al. (1995), para obtenção dos teores de fósforo (P) contidos na parte aérea dos híbridos de milho.

Uma vez obtidos os teores de fósforo na planta foram estimados os índices de eficiência e resposta ao uso do fósforo, baseados nas equações propostas por Silva (2012):

$$\text{EUP} = (\text{CPNPb} / \text{PASb}) \times \text{MSb}$$
$$\text{e}$$
$$\text{RUP} = (\text{CPNPa} / \text{PASa}) \times \text{MSa}$$

em que:

EUP: Eficiência no uso do fósforo;

CPNPb: Conteúdo de fósforo na planta em baixo P;

PASb: Fósforo aplicado no solo em baixo P;

MSb: Massa seca da parte aérea em baixo P;

RUP: Resposta ao uso do fósforo;

CPNPa: Conteúdo de fósforo na planta em alto P;

PASa: Fósforo aplicado no solo em alto P;

MSa: massa seca da parte aérea em alto P.

Após a maturação fisiológica dos grãos foi determinada a produtividade de grãos (PROD), obtida com a pesagem dos grãos debulhados da área útil da parcela, corrigidos para 13% de umidade e posteriormente convertidos os valores em kg ha^{-1} .

Em posse dos dados de PROD, EUP e RUP, foram estimados os efeitos de capacidade geral e específica de combinação, segundo metodologia proposta por Griffing (1956), método 2, utilizando progenitores e F_1 s.

Todas as análises genéticas estatísticas foram realizadas utilizando o Aplicativo Computacional em Genética e Estatística – Programa Genes (CRUZ, 2007).

Resultados e discussão

Para todos os atributos houve efeito significativo ($p \leq 0,01$) da interação entre genótipos e ambientes (baixo e alto P), indicando que os efeitos dos genótipos e ambientes não explicam todas as variações encontradas, sendo realizados, neste caso, os desdobramentos (Tabela 2). Nos atributos, os fatores isolados também foram significativos ($p \leq 0,01$). Verifica-se, portanto, a existência de variabilidade genética entre as médias dos genótipos tanto na presença da interação quanto em função dos fatores isolados. Com isso, pode-se inferir que os ambientes foram suficientemente contrastantes para identificar a variabilidade entre as médias dos genótipos.

Tabela 2. Resumo da análise de variância da produtividade de grãos (PROD), eficiência no uso de fósforo (EUP) e resposta ao uso do fósforo (RUP) em 28 combinações híbridas de milho e 8 híbridos comerciais, Gurupi-TO, 2011/2012

FV	GL	Quadrado Médio			
		PROD		EUP	RUP
		Baixo Fósforo	Alto fósforo		
Repetições	1	2825,02	40650,51	2266,79	2667,68
Blocos	10	47431,94	29683,15	863,55	360,54
Genótipos	35	1995331,39 **	2774244,41**	15950,68**	49460,36**
Erro	25	44540,27	48168,32	795,65	394,73
Média		6124,56	8671,44	189,41	543,16
CV (%)		5,44	4,51	14,89	8,65
Análise Conjunta					
Genótipos	35	2221995,45**			
Ambiente	1	233517110,74**			
G x A	35	2547580,35**			
Erro	50	46354,29			

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Os coeficientes de variação observados estão dentro dos limites aceitáveis na experimentação agrícola, variando entre 4,51 e 14,89 %. De acordo com Pimentel-Gomes (2009), coeficientes de variação abaixo de 15% representam alta precisão experimental, além de alta confiabilidade das estimativas. Contudo, observa-se que no ambiente de baixo fósforo os CVs foram maiores em todos os atributos. É comum observar um aumento dos valores de CVs em ambientes que são submetidos a algum tipo de estresse, pois nestas condições os valores dos quadrados médios dos resíduos tendem a ser maiores e as médias geralmente menores; sendo o CV produto dessa equação, maiores valores serão observados. Resultados semelhantes foram observados por Soares et al. (2011), que relataram maiores valores de CVs em ambientes sob estresse.

Na Tabela 3 estão expressas as significâncias dos quadrados médios de CGC e CEC, as quais evidenciam a heterogeneidade dos efeitos da capacidade combinatória dos genótipos em relação à produção de grãos (PROD), eficiência no uso do fósforo (EUP) e resposta ao uso do fósforo (RUP). A CGC está relacionada com os efeitos genéticos aditivos e com a frequência de alelos desejáveis dos genitores, enquanto que a CEC refere-se ao desvio do comportamento do cruzamento em relação ao que seria esperado com base na capacidade geral de combinação dos genitores em função da ação gênica não aditiva, associada aos efeitos de dominância e epistasia (HALLAUER et al., 2010).

Tabela 3. Estimativa dos quadrados médios da capacidade geral de combinação (CGC), capacidade específica de combinação (CEC) e suas interações, de 28 combinações híbridas de milho e 8 híbridos comerciais, considerando as análises dialélicas individuais realizadas em dois ambientes (baixo e alto P), Gurupi (TO), 2011/2012

FV	GL	Quadrado Médio			
		PROD		EUP	RUP
		Baixo fósforo	Alto fósforo		
Genótipos	35	1995331,42**	2774244,41**	15950,67**	49460,36**
CGC	7	918840,07**	1609820,62**	14080,52**	21300,42**
CEC	28	2264454,26**	3065350,35**	16418,22**	56500,34**
Análise Conjunta					
Genótipos	35	2221995,46 ^{ns}			
CGC	7	1396282,84 ^{ns}			
CEC	28	2428423,61 ^{ns}			
GEN x AMB	35	2547580,37**			
CGC x AMB	7	1132377,84**			
CEC x AMB	28	2901381,01**			

** , * Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F. PROD: produção de grãos em kg ha⁻¹; EUP: Eficiência no uso do fósforo; RUP: Resposta ao uso do fósforo. Baixo P (34 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e Alto P (170 kg ha⁻¹ de P₂O₅).

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Com relação ao aspecto genético, as significâncias dos quadrados médios da CGC e CEC ratificam a importância de ambos os efeitos gênicos aditivos e não aditivos como causas da variação genética observada em todas as características. Tais resultados concordam com as observações de Coimbra et al. (2011), na qual os autores ressaltam a existência de variabilidade significativa tanto para efeitos gênicos aditivos (CGC) quanto não aditivos (CEC).

A julgar pelo valor do quadrado médio, pode-se afirmar que nesse conjunto de genitores os efeitos de CEC foram de maior importância que os de CGC, uma vez que o componente quadrático associado à CEC foi numericamente superior ao associado à CGC, de forma a realçar a maior contribuição da ação gênica não aditiva no controle das características estudadas. Esses resultados estão de acordo com Souza et al. (2009), que ao avaliarem a capacidade de combinação para produtividade de grãos de milho em ambientes com diferentes intensidades de estresses, apontaram a variação na expressão da característica como efeito predominante da ação gênica não aditiva. Tais implicações indicam que a seleção de linhagens, ainda nas primeiras gerações de autofecundação derivadas do dialelo, poderá não ser eficiente em razão da importância dos efeitos não aditivos, a qual deve ser realizada em gerações com maior grau de endogamia (HALLAUER et al., 2010). Fritsche-Neto et al. (2010), ao identificarem os efeitos que controlam a herança de caracteres associados à eficiência no uso do fósforo em milho, concluíram que os efeitos não aditivos têm maior importância para caracteres relacionados à eficiência no uso do fósforo, de modo que a seleção deve ser realizada nas combinações híbridas.

Mediante análise conjunta, observou-se a significância dos quadrados médios de CGC x AMB e CEC x AMB, em evidência à diferente resposta de genitores e híbridos, quando submetidos às condições de baixa e alta disponibilidade de fósforo. Tal resultado reitera a importância da seleção

ser realizada em ambientes específicos, uma vez que os alelos que controlam a expressão de um determinado carácter em condição de estresse nutricional são diferentes dos alelos que controlam esse mesmo carácter em condições nutricionais ótimas (SOUZA et al., 2009).

As estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação de cada genitor estão apresentadas na Tabela 4. Verificou-se que os genitores diferiram entre si na frequência dos alelos favoráveis, de forma que é possível identificar genitores mais promissores à formação de novas populações, visando à produção de grãos de milho para cada condição de adubação fosfatada.

Tabela 4. Estimativa dos efeitos médios da capacidade geral de combinação (CGC) de oito híbridos comerciais de milho, em função da produção de grãos (PROD), eficiência no uso do fósforo (EUP) e resposta ao uso do fósforo (RUP), Gurupi-TO, 2011/12

Genitores	Produção de grãos		EUP	RUP
	Baixo P	Alto P		
AG 2040	-195,405	456,163	0,596	39,604
AG 8060	320,219	-21,122	11,854	22,203
AG 1051	341,660	118,763	42,342	33,133
BM 2202	-194,117	-244,753	3,387	-25,572
P30F53	-88,950	124,383	11,313	-1,888
P30F80	8,659	222,373	-33,802	14,313
TRUCK	-92,434	-306,247	-0,624	-39,288
IMPACTO	-99,632	-349,558	-38,066	-49,506

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Em relação aos efeitos da CGC na expressão dos atributos, os genitores AG 8060 e AG 1051 se destacam por apresentarem estimativas positivas tanto para PROD quanto para EUP, de forma que os genitores com maior CGC avaliados quanto à eficiência no uso do fósforo também obtiveram os maiores efeitos para a produção de grãos. Em relação aos efeitos da CGC para PROD e RUP, os genitores AG 1051, AG 2040 e P30F80 se destacaram por apresentarem estimativas positivas para esses dois atributos.

É interessante apontar que apenas o genitor AG 1051 apresentou estimativas positivas de CGC para ambos os ambientes de cultivo (baixo e alto P). Genitores com altos valores positivos para os efeitos da CGC geralmente apresentam maiores médias para os cruzamentos aos quais estão envolvidos, quando comparados à média total das combinações híbridas. Desta forma, pode-se afirmar que o genitor AG 1051 é promissor para compor hibridações que visem aumentar as características estudadas, independente do nível de adubação fosfatada proposto.

Negativamente são apontados os genitores IMPACTO e TRUCK, por apresentarem estimativas negativas de CGC para todos os atributos. Segundo Cruz e Vencovsky (1989), apresentará menor \hat{g}_i o genitor que possuir menores frequências de alelos favoráveis para o carácter em questão. Pode-se afirmar que os genitores IMPACTO e TRUCK, oriundos da mesma empresa comercial, e possivelmente de base genética estreita, apresentam composição gênica desfavorável para hibridação voltada às condições edafoclimáticas impostas no presente estudo.

Conforme discutido anteriormente, a CEC (\hat{S}_{ij}) apresentou superioridade significativa à CGC (\hat{g}_i), com expressiva influência de efeitos gênicos não aditivos na expressão de PROD, EUP e RUP.

Contudo, é importante ao melhorista determinar também a CEC (\hat{S}_{ij}), que é indicativa da divergência genética do genitor i em relação aos demais genitores. Quando o valor de \hat{S}_{ij} for negativo, o genitor i contribuirá de forma positiva para a heterose e, se positivo, contribuirá negativamente (CRUZ; VENCOVSKY, 1989).

Resultado disso é a combinação AG 2040 x P30F53, a qual apresentou a maior estimativa de \hat{S}_{ij} para PROD em baixo P (2052,34) e EUP (174,83), originária de genitores que apresentaram altos valores negativos de \hat{S}_{ij} (Tabela 5).

Tabela 5. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (CEC) de 28 combinações híbridas oriundas de dialelo entre oito híbridos comerciais de milho, em função da produção de grãos (PROD), eficiência no uso do fósforo (EUP) e resposta ao uso do fósforo (RUP), Gurupi (TO), 2011/12

Combinações Híbridas	Efeitos e \hat{S}_{ij} e \hat{S}_{ij}			
	PROD		EUP	RUP
	Baixo P	Alto P		
AG 2040 x AG 2040	-574,34	-34,27	-81,11	-22,10
AG 2040 x AG 8060	999,49	-302,48	97,21	7,58
AG 2040 x AG 1051	-3009,84	-171,17	-148,01	-120,55
AG 2040 x BM 2202	1917,38	-11,05	141,96	167,39
AG 2040 x P30F53	2052,34	-808,84	174,83	-110,65
AG 2040 x P30F80	-249,19	-915,68	-36,82	-210,63
AG 2040 x TRUCK	-789,31	745,18	-57,52	-12,89
AG 2040 x IMPACTO	227,75	1532,98	-9,93	323,95
AG 8060 x AG 8060	-311,872	221,64	-111,54	-23,22
AG 8060 x AG 1051	23,35	1554,66	-25,58	154,59
AG 8060 x BM 2202	536,52	-52,47	24,14	-28,46
AG 8060 x P30F53	-860,52	-2440,11	-63,09	-292,74
AG 8060 x P30F80	-80,32	-100,94	-23,89	41,39
AG 8060 x TRUCK	537,89	-1016,98	161,17	-58,88
AG 8060 x IMPACTO	-532,62	1915,03	53,03	222,99
AG 1051 x AG 1051	574,60	316,12	7,36	5,43
AG 1051 x BM 2202	-544,80	-828,85	-36,39	-209,85
AG 1051 x P30F53	-89,35	1446,95	105,68	374,579
AG 1051 x P30F80	1154,34	329,96	155,01	125,54
AG 1051 x TRUCK	61,05	-1120,56	8,43	-107,57
AG 1051 x IMPACTO	1256,05	-1843,25	-73,94	-227,63
BM 2202 x BM 2202	911,51	-626,99	4,81	-98,33
BM 2202 x P30F53	-466,98	-984,82	39,81	-2,58
BM 2202 x P30F80	-1258,03	2132,93	-111,68	160,24
BM 2202 x TRUCK	-717,77	1512,95	7,02	168,15
BM 2202 x IMPACTO	-1289,36	-514,68	-74,52	-57,93
P30F53 x P30F53	-73,60	1642,88	-81,02	123,25
P30F53 x P30F80	-874,71	-354,15	-94,06	-123,52
P30F53 x TRUCK	-200,55	-37,73	-26,25	0,54

Combinações Híbridas	Efeitos e \hat{S}_{ij} e \hat{S}_{ij}			
	PROD		EUP	RUP
	Baixo P	Alto P		
P30F53 x IMPACTO	587,07	-106,97	25,06	-92,17
P30F80 x P30F80	201,39	-669,14	5,42	-12,08
P30F80 x TRUCK	131,95	-844,87	6,98	-73,09
P30F80 x IMPACTO	773,20	1091,03	93,67	104,43
TRUCK x TRUCK	721,09	1175,19	-36,86	108,79
TRUCK x IMPACTO	-465,44	-1588,39	-26,05	-133,84
IMPACTO x IMPACTO	-278,27	-242,68	6,06	-69,87

Baixo P (34 kg ha⁻¹ de P₂O₅) e Alto P (170 kg ha⁻¹ de P₂O₅).

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Deve-se salientar a participação nessa combinação híbrida do genitor P30F53, o qual apresentou a 3ª maior estimativa positiva de CGC para EUP (11,313). De acordo com Worku et al. (2008), no desenvolvimento de híbridos, além de altas CECs nas combinações híbridas, recomenda-se que haja participação no cruzamento de, no mínimo, um genitor com elevada CGC. Diante disso, pode-se atribuir o desempenho superior dessa combinação aos atributos relacionados a maior EUP, herdadas do genitor P30F53, de forma a promover o aumento na aquisição e na utilização interna do nutriente pelas plantas.

Para a seleção de híbridos quanto à eficiência nutricional, em função das estimativas de CEC para PROD em baixo P e EUP, é possível observar outras combinações híbridas de destaque como AG 2040 x BM 2202 e AG 8060 x TRUCK, as quais apresentaram \hat{S}_{ij} positivas e elevadas para ambos atributos, enquanto seus genitores apresentaram \hat{S}_{ij} negativas em pelo menos um dos atributos.

Conforme Cruz et al. (2012), sendo a CEC caracterizada como desvio de um híbrido em relação ao que seria esperado com base nas CGC de seus genitores, elevados valores absolutos de \hat{S}_{ij} revelam um desempenho melhor ou pior do que o esperado. Desta forma, na condução em um programa de melhoramento direcionado ao aumento na produção de grão em função da maior eficiência no uso do fósforo, deve-se primar por combinações com maiores estimativas positivas de \hat{S}_{ij} para estes atributos.

Para a seleção de híbridos, quanto à resposta à adubação, em função da CEC para PROD em alto P e RUP, as combinações híbridas BM 2202 x P30F80 e AG 1051 x P30F53 são promissoras ao melhoramento, por apresentarem elevadas estimativas positivas de \hat{S}_{ij} para ambos os atributos, considerando também o fato de pelo menos um dos genitores apresentarem elevada CGC em um dos atributos mensurados. No caso da combinação híbrida AG 1051 x P30F53, a elevada estimativa de \hat{g}_j para PROD do segundo genitor (124,383), somada à elevada estimativa de \hat{g}_i para RUP do primeiro genitor (33,133), promoveu a formação de um indivíduo com maior potencial produtivo, em virtude de sua capacidade em responder ao acréscimo na adubação fosfatada ao qual lhe é ofertada.

Outro resultado relevante deste estudo é a maior amplitude entre as estimativas de CEC apresentadas para RUP, quando comparadas às estimativas de CEC para EUP, o que evidencia a maior dissimilaridade genética dos genitores em ambiente de alto P. Tal fato é corroborado por Corrales et al. (2007) que, em avaliações quanto à eficiência e resposta ao uso de fósforo em variedades de milho tropical, observaram pouca influência do atributo EUP sobre o desempenho médio dos genótipos. Para estes autores deve-se levar em consideração a perda de diversidade alélica de EUP nas cultivares modernas, que são quase inteiramente selecionadas em função da capacidade de resposta

à fertilização. Coque e Gallais (2006) também afirmam que, sob condições de estresse abiótico, a variabilidade genética é reduzida, conseqüentemente, os genótipos tendem a apresentar um desempenho semelhante, dificultando a seleção.

Pode-se observar ainda uma discordância entre as combinações híbridas de destaque em cada ambiente de cultivo. Das 28 combinações híbridas avaliadas nas duas condições de adubação fosfatada, apenas as combinações AG 1051 x P30F80 e P30F80 x TRUCK apresentaram \hat{S}_{ij} positivo de forma simultânea para PROD, EUP e RUP. Tal fato ressalta a afirmação já comentada de que a seleção deve ser executada em ambientes específicos e não de acordo com o comportamento médio das combinações híbridas. Isso porque os alelos que controlam a expressão de um atributo quando o fornecimento nutricional é baixo diferem, pelo menos em partes, dos alelos que controlam esse mesmo atributo sob condições ideais de adubação (DOVALE; FRITSCHÉ-NETO, 2013).

Conclusões

Os efeitos gênicos não aditivos apresentam maior participação na expressão dos atributos relacionados à produção de grãos, na eficiência e resposta ao uso da adubação fosfatada em plantas de milho.

Os genitores AG 1051 e AG 8060 reúnem alelos favoráveis ao aumento da produção de grãos de milho em solo com baixo fósforo, bem como a eficiência no uso do nutriente.

As hibridações AG 2040 x P30F53, AG 2040 x BM 2202 e AG 8060 x TRUCK promovem o aumento nos atributos produção de grãos em baixo fósforo e na eficiência no uso do nutriente.

Os genitores AG 1051, AG 2040 e P30F80 reúnem alelos favoráveis ao aumento da produção de grãos de milho em solo com alto fósforo, bem como a resposta ao uso do nutriente.

As hibridações BM 2202 x P30F80 e AG 1051 x P30F53 promovem o aumento nos atributos produção de grãos em alto fósforo e na resposta ao uso do nutriente.

Combining ability of corn hybrids for efficiency and response to phosphorus use

Abstract

Recent estimates suggest the nutritional stress that strikes intensive agricultural areas throughout the world can lead to premature termination of natural phosphorus reserves, so that the development of efficient maize genotypes on nutrient use has a fundamental role in agriculture. In this sense, the objective of this survey is to evaluate, by diallel crosses, the general and specific combining ability, GCA and SCA respectively, of commercial corn hybrids in different levels of phosphorus fertilization, in order to identify promising hybrid combinations to environmental conditions in the southern state of Tocantins. Eight commercial hybrids and their 28 hybrid combinations were evaluated in the agricultural year 2011/2012, in low phosphorus and high phosphorus environments, and certain grain production (PROD), phosphorus use efficiency (EUP) and response to phosphorus use (RUP). It was observed higher contribution of non-additive gene action in the attributes control. Only the parent AG 1051 showed positive GCA estimate for all traits in both culture environments, being described as promising to compose hybridizations aimed at EUP, RUP and PROD, regardless of level of phosphorus fertilization proposed. According to the estimates of SCA for PROD at low phosphorus and EUP, the

hybrid combination AG 2040 x P30F53 is classified as promising. Similarly, hybrid combination BM 2202 x P30F80 is classified as promising for PROD at high phosphorus and RUP.

Keywords: Zea mays. Diallel. Plant breeding. Abiotic stress. Nutritional efficiency.

Referências

ALVAREZ, V. V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F. de; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-28.

BORDALLO, P. N.; PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; GABRIEL, A. P. C. Análise dialélica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agronômicos e proteína total. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 23, n. 1, p. 123-127, 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362005000100026>>. Acesso em: 08 abr. 2016.

COIMBRA, R. R.; MARTINS, E. C. A.; MIRANDA, G. V.; NAOE, L. K.; CARDOSO, E. A.; ARCHANGELO, E. R. Capacidade de combinação de genótipos de milho para solos com baixos níveis de fertilidade. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 50, n. 1, p. 23-34, 2011. Disponível em: <<https://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/157>>. Acesso em: 19 maio 2016.

COIMBRA, R. R.; FRITSCHÉ-NETO, R.; COIMBRA, D. B.; NAOE, L. K.; CARDOSO, E. A.; RAONI, D.; MIRANDA, G. V. Relationship between maize tolerance to low phosphorus content in the soil and the phosphorus responsiveness. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 2, p. 332-339, 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13641/13746>>. Acesso em: 30 abr. 2016.

COQUE, M.; GALLAIS, A. Genomic regions involved in response to grain yield selection at high and low nitrogen fertilization in maize. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 112, n. 7, p. 1205-1220. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00122-006-0222-5>>. Acesso em: 06 abr. 2016.

CORRALES, I.; AMENÓS, M.; POSCHENRIEDER, C.; BARCELÓ, J. Phosphorus efficiency and root exudates in two contrasting tropical maize varieties. **Journal Plant Nutrition**, v. 30, p. 887-900, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/15226510701375085>>. Acesso em: 02 maio 2016.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. **Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 2012. Cap. 7. p. 236-378.

CRUZ, C. D.; VENCOSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, v. 12, p. 425-438, 1989.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2007. 648p.

CRUZ, J. C.; PINTO, L. B. B.; PEREIRA FILHO, I. A.; GARCIA, J. C.; QUEIROZ, L. R. **Caracterização dos sistemas de produção de milho para altas produtividades**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 15 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 124).

DOVALE, J. C.; FRITSCHÉ-NETO, R. Genetic control of traits associated with phosphorus use efficiency in maize by REML/BLUP. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 3, p. 554-563, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902013000300018>>. Acesso em: 05 maio 2016.

FRITSCHÉ-NETO, R.; MIRANDA, G. V.; DELIMA, R. O.; SOUZA, L. V.; SILVA, J. Herança de caracteres associados à eficiência de utilização do fósforo em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 5, p. 465-471, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2010000500005>>. Acesso em: 05 maio 2016.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, v. 9, p. 462-493, 1956.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: um estudo dos climas da terra. Jaboticabal: Fundo de Cultura Econômica, 1948. 479p.

HALLAUER, A. R.; CARENA, J. M.; MIRANDA FILHO, J. B. de. **Quantitative genetics in maize breeding**. New York: Springer, 2010. p. 383-417.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Zoneamento agrícola de risco climático – Cultura do milho**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=25/07/2016&jornal=1&pagina=5&totalArquivos=476>>. Acesso em: 19 mar. 2017.

OLIBONI, R.; FARIA, M. V.; NEUMANN, M.; BATTISTELLI, G. M.; TEGONI, R. G.; RESENDE, J. T. V. D. Genetic divergence among maize hybrids and correlations with heterosis and combining ability. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 34, n. 1, p. 37-44, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1807-86212012000100006>>. Acesso em: 22 maio 2016.

PARENTONI, S. N.; SOUZA-JUNIOR, C. L. Phosphorus acquisition and internal utilization efficiency in tropical maize genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 893-901, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000700014>>. Acesso em: 21 maio 2016.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: ESALQ, 2009. p. 7-8.

SILVA, F. A. **Resposta de acessos de capim andropogon (*Andropogon gayanus*) ao suprimento de fósforo**. 2012. 56f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2012.

SOARES, M. O.; MIRANDA, G. V.; GUIMARÃES, L. J. M.; MARRIEL, I. E.; GUIMARÃES, C. T. Parâmetros genéticos de uma população de milho em níveis contrastantes de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 168-174, 2011. Disponível em: <<http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/929>>. Acesso em: 12 maio 2016.

SOUZA, L. V.; MIRANDA, G. V.; GALVÃO, J. C. C.; GUIMARÃES L. J. M.; SANTOS I. C. Combining ability of maize grain yield under different levels of environmental stress. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, p. 1297-1303, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009001000013>>. Acesso em: 23 abr. 2016.

SOUZA NETO, I. L. D.; PINTO, R. J. B.; SCAPIM, C. A.; JOBIM, C. C.; FIGUEIREDO, A. S. T.; BIGNOTTO, L. S. Diallel analysis and inbreeding depression of hybrid forage corn for agronomic traits and chemical quality. **Bragantia**, Campinas, v. 74, n. 1, p. 42-49, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.0315>>. Acesso em: 06 jun 2016.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; WOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

TURNER, N. C.; RAO, K. P. C. Simulation analysis of factors affecting sorghum yield at selected sites in eastern and southern Africa, with emphasis on increasing temperatures. **Agricultural Systems**, v. 121, p. 53-62, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2013.06.002>>. Acesso em: 23 abr. 2016.

VELHO, J. P.; MÜHLBACH, P. R. F.; GENRO, T. C. M.; BONNECARRÈRE SANCHEZ, L. M.; NÖRNBERG, J. L.; ORQIS, M. G.; FALKENBERG, J. R. Alterações bromatológicas nas silagens de milho submetidas a crescentes tempos de exposição ao ar após “desensilagem”. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, p. 916-923, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000300029>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

WHANG, X.; SHEN, J.; LIAO, H. Acquisition or utilization, which is more critical for enhancing phosphorus efficiency in modern crops? **Plant Science**, v. 179, n. 4, p. 302-306, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2010.06.007>>. Acesso em: 02 abr. 2016.

WORKU, M.; BÄNZIGER, M.; FRIESEN, D.; AUF’M ERLEY, G. S. HORST, W. J. VIVEK, B. S. Relative importance of general combining ability and specific combining ability among tropical maize (*Zea mays* L.) inbreds under contrasting nitrogen environments. **Maydica**, Bergamo, v. 53, p. 279-288, 2008. Disponível em: <<https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/3086/93371.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 19 maio 2016.

Histórico editorial:

Submetido em: 05/09/2016.

Aceito em: 03/05/2017.

Como citar:

ABNT

COLOMBO, G. A.; VAZ-DE-MELO, A.; SOUZA, A. S. de; SILVA, J. G. C. Capacidade combinatória de híbridos de milho para eficiência e resposta ao uso do fósforo. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 2, p. 47-60, abr./jun. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181088>

APA

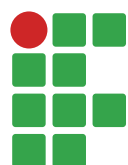
COLOMBO, G. A., VAZ-DE-MELO, A., SOUZA, A. S. de & SILVA, J. G. C. (2018). Capacidade combinatória de híbridos de milho para eficiência e resposta ao uso do fósforo. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (2), 47-60. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181088>

ISO

COLOMBO, G. A.; VAZ-DE-MELO, A.; SOUZA, A. S. de e SILVA, J. G. C. Capacidade combinatória de híbridos de milho para eficiência e resposta ao uso do fósforo. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 2, pp. 47-60. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181088>

VANCOUVER

Colombo GA, Vaz-de-Melo A, Souza AS de, Silva JGC. Capacidade combinatória de híbridos de milho para eficiência e resposta ao uso do fósforo. *Rev agrogeoambiental*. 2018 abr./jun.; 10(2): 47-60. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181088>



Caracterização da pesca artesanal no Lago Juá, Santarém, Pará

Jerry Max Sanches Corrêa¹

Moacir dos Santos Rocha²

Anderson Araújo dos Santos³

Elizabete de Matos Serrão⁴

Diego Maia Zacardi⁵

Resumo

A pesca artesanal realizada na região do Baixo Amazonas é uma atividade de grande importância socioeconômica e cultural, sendo responsável por gerar alimento, emprego e renda para a grande maioria dos usuários e comunitários desta região. Este estudo analisou o perfil socioeconômico e operacional das práticas pesqueiras utilizadas cotidianamente na região do Lago Juá, Santarém, Pará, por meio da realização de entrevistas semiestruturadas, no período de maio de 2015 a junho de 2016, com os pescadores locais. As análises das informações relativas à temática foram agrupadas e analisadas de forma qualitativa e quantitativa, submetidas à estatística descritiva. Dos 26 pescadores entrevistados, a maioria foi do sexo masculino, com idades variando entre 23 e 67 anos, ensino fundamental incompleto e filiado à Colônia de Pescadores e Pescadoras. A pesca realizada possui caráter tradicional e apresenta características de cunho familiar e relações de vizinhança, com produção artesanal visando à subsistência familiar, como a venda do excedente e o uso de canoas a remo e motorizadas, combinando o emprego de vários apetrechos de pesca para explorar 17 categorias de pescados. Destaca-se o uso da malhadeira e a captura de jaraquis, pacus, tucunarés e aracus. Entretanto, a falta de fiscalização dos órgãos responsáveis e a péssima gestão ambiental por parte dos moradores locais e poder público comprometem a sustentabilidade dos recursos pesqueiros local. **Palavras-chave:** Perfil socioeconômico. Pescadores artesanais. Subsistência. Malhadeira. Baixo Amazonas.

Introdução

O pescado é destacadamente a mais importante fonte proteica na alimentação das populações de várzea na Região Amazônica, e a captura desse recurso cumpre um papel social importante, pois gera emprego e renda para a grande maioria dos usuários e comunitários da região (FABRÉ; ALONSO, 1998; ISAAC; RUFINO, 2000; BATISTA et al., 2004; BORCEM et al., 2011; ZACARDI, 2015).

1 Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), graduando do curso bacharelado em Engenharia de Pesca. Santarém, Pará, Brasil. jerrymax26@gmail.com. Avenida Mendonça Furtado, 2946, Fátima, Santarém (PA), CEP 68040-070.

2 Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), bacharel interdisciplinar em Ciência e Tecnologia das Águas. moacird06@gmail.com.

3 Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), graduando do curso bacharelado em Engenharia de Pesca. arasantos747@gmail.com.

4 Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), mestranda em Recursos Aquáticos Continentais Amazônicos. elizabetematos.stm@hotmail.com.

5 Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), professor pesquisador do Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas. dmzacardi@hotmail.com.

Os pescadores amazônicos exploram os mais variados corpos d'água, como a calha dos rios, igarapés, lagos e canais de várzea (BARTHEM, 1999), tornando a pesca uma das atividades de maior expressão social e econômica (BATISTA; PETRERE, 2003; BARTHEM; GOULDING, 2007; DORIA et al., 2012), pois essa prática é fundamental por estar atrelada aos hábitos culturais e à história da própria região.

As planícies de inundação e suas extensas áreas de várzea na Amazônia são compostas de inúmeros lagos que sofrem modificações na hidrologia e na biogeoquímica de nutrientes, devido às grandes variações sazonais na profundidade e extensão das inundações e ainda por sustentarem ecossistemas altamente diversos (FOSBERG et al., 1988; MELACK et al., 2009), o que permite que várias espécies de peixes extraiam vantagens dessas condições ambientais durante cada fase do ciclo hidrológico, contribuindo para a alta diversidade de peixes e elevada produtividade pesqueira na Bacia Amazônica (BAYLEY, 1995).

Na região do Baixo Amazonas no Estado do Pará, os pescadores regionais de pequeno porte são residentes na várzea, considerados artesanais e de subsistência, praticam a pesca local e consomem um volume relevante de sua captura, sendo uma alternativa essencial para o modo de vida desses moradores. Esses fatores, de acordo com Zacardi et al. (2014), evidenciam a dependência direta das comunidades tradicionais aos recursos pesqueiros.

As pescarias em lagos da região ocorrem diariamente em todos os meses do ano e as capturas se intensificam quando os peixes migram dos lagos para o canal do rio, geralmente no período em que os níveis da água estão diminuindo. Essa dinâmica existente na várzea, manifestada na complexidade de exploração ambiental pelos habitantes dessa região (MORÁN, 1990) em conjunto com as especificidades e a diversidade das situações de pesca, exige do pescador grande conhecimento e intensa relação com o meio.

Neste contexto, essa interação entre o pescador e o meio ambiente auxilia a compreensão e conhecimento das situações de vivências práticas das comunidades e da utilização dos recursos naturais locais, bem como a cultura e tradição existentes (SILVA et al., 2007). Assim, o trabalho teve como objetivo principal gerar informações sobre o perfil socioeconômico dos pescadores e caracterizar a atividade pesqueira realizada na região do Lago Juá, no município de Santarém, Pará, o que representa um importante passo para a promoção do desenvolvimento e conservação ambiental, além de auxiliar no desenvolvimento da estratégia de manejo e conservação deste local de pesca.

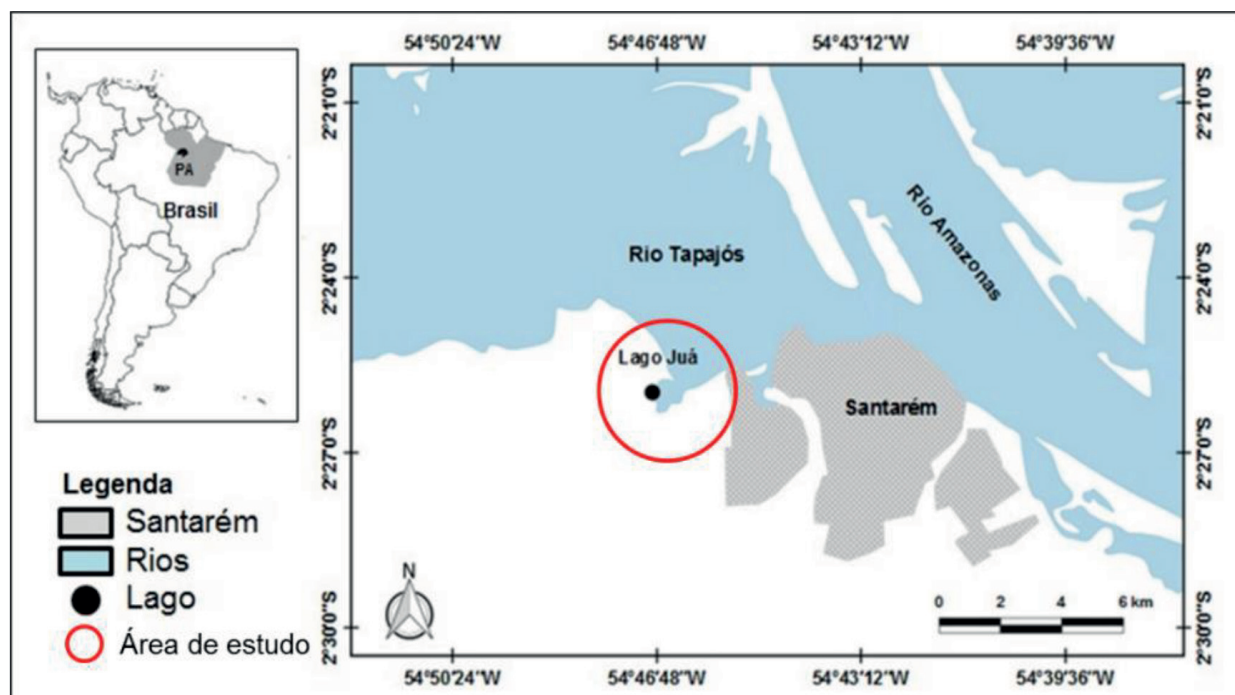
Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado no Lago Juá (2°25'55"S /54°46'36"W), que está situado à margem direita do Rio Tapajós, em Área de Proteção Ambiental (APA do Juá), com 126.346 ha. O lago está localizado a 9 km do centro da cidade de Santarém, estado do Pará, na mesorregião do Baixo Amazonas (FIGURA 1). Este corpo d'água é largamente utilizado por diversos pescadores e moradores locais para a prática de pesca.

O município de Santarém possui 294.447 habitantes, sendo o terceiro mais populoso do estado, ocupando uma área de 22.887,080 km², com 97 km² em perímetro urbano (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE, 2016).

Figura 1. Localização da área de estudo, Lago Juá, Baixo Amazonas, Santarém, Pará.



Fonte: Elaboração dos autores (2017).

A área do entorno do lago é composta por sedimento arenoso e possui vegetação de savana com enclaves de floresta de terra firme e uma extensa planície inundável. Alguns trechos já foram desmatados para dar lugar a grandes empreendimentos habitacionais, além da ocupação irregular que abriga centenas de famílias.

Esse ecossistema lacustre sofre influência por águas de várias cabeceiras de igarapés, bem como pela periodicidade regular das oscilações anuais do ciclo hidrológico dos Rios Tapajós (águas claras) e Amazonas (águas barrentas/brancas) e das chuvas locais. A temperatura média anual é de 27.7 °C, com pouca variação ao longo do ano, a pluviosidade anual é de 1.420 mm, com maior intensidade registrada entre dezembro e maio.

A região do Baixo Amazonas tem sofrido com os efeitos de intervenção antrópica, os quais causaram intensos impactos sociais e ambientais na última década, marcados pelo aumento expressivo da área florestal suprimida devido à expansão da fronteira agropecuária e à crescente urbanização desordenada na região (RAMOS, 2004; FEARNSSIDE, 2006). Isso promove a degradação de vários ecossistemas, como o complexo de várzea do Lago Juá, um dos mais recentes alvos desse processo de assoreamento e degradação, decorrente do desflorestamento em suas proximidades.

Obtenção e análise dos dados

As informações foram coletadas em entrevistas individuais de forma fragmentada e aleatória durante o período de maio de 2015 a abril de 2016, por meio de aplicação de formulários semiestruturados a fim de se obterem informações relacionadas aos aspectos econômicos, sociais e técnicos da atividade pesqueira.

Ao todo foram aplicados 26 formulários aos pescadores que efetivamente pescam e residem às margens do Lago Juá, no município de Santarém. De forma a assegurar a sua representatividade, considerou-se apenas aqueles pescadores que atuam diretamente neste lago, assim como o interesse pessoal de cada um em responder às questões pertinentes à pesquisa.

No final de cada entrevista, os pescadores assinaram o Termo de Autorização Livre e Esclarecida, autorizando sua participação e dando ciência de que foram totalmente esclarecidos quanto à pesquisa. Os pesquisadores explicaram aos pescadores a finalidade do trabalho e comunicaram que os dados obtidos serviriam apenas para fins acadêmicos e científicos, o que garante o anonimato e sigilo dos informantes. Além das informações declaradas pelos pescadores em suas entrevistas, levaram-se em conta os relatos informais, a percepção e a interpretação dos próprios pesquisadores (BRUYNE et al., 1977; VIERTLER, 2002).

As análises das informações relativas às temáticas abordadas nos formulários foram agrupadas e analisadas de forma qualitativa e quantitativa, submetidas à estatística descritiva para cálculo de frequência, medidas de tendência central (média) e medida de dispersão dos dados (desvio-padrão), como descreve Triola (2005) e Fonseca e Martins (2008).

A escala empregada como critério para determinação das principais espécies capturadas foi determinada de acordo com Zacardi et al. (2014): > 70% muito frequente; 70 – 40% frequente; 40 – 10% pouco frequente e < 10% esporádica. Ressalta-se que as espécies dominantes foram aquelas com frequência de ocorrência superior a 70%.

Resultados e discussão

Na dimensão social, foi observado que a organização da categoria se dá por meio da Colônia de Pescadores e Pescadoras (CPP) e, neste estudo, 65% dos pescadores entrevistados declararam ser cadastrados na CPP Z-20, no município de Santarém, porém, não estão em dia com as mensalidades, pois pouquíssimos são aqueles que pagam os tributos cobrados e participam das reuniões, ademais não possuem nenhum outro tipo de organização local mais atuante.

Os pescadores que utilizam o Lago Juá como área de pesca apresentam idade entre 23 e 67 anos, com intervalo de idade mais frequente entre 35 e 46 anos (35%), indicando baixa renovação da mão de obra, pouca participação dos jovens e que a pesca está sendo desenvolvida por pescadores mais experientes. Isso demonstra que a nova geração, em geral, vem buscando a inserção em outras atividades, provavelmente devido à proximidade do centro urbano, o acesso facilitado às escolas e a busca de melhores condições de vida por meio de uma profissão melhor remunerada.

Alves et al. (2015) comentam que as escolas parecem influenciar diretamente os papéis sociais dos grupos de pescadores nas relações familiares e têm contribuído para a busca de atividades mais rentáveis pelos jovens. Ressalta-se ainda a grande parte dos entrevistados que não desejam a dedicação dos filhos à pesca, situação que pode levar à desvalorização da atividade, como apontado por Zacardi et al. (2014).

A maioria é do sexo masculino, ensino fundamental incompleto e exerce a atividade há mais de 20 anos ($23,10 \pm 11,14$), vivendo exclusivamente da pesca. Além do mais, é frequente nas pescarias a participação de outros membros da família, amigos ou vizinhos, indicando que esta atividade apresenta características de cunho familiar e relações de vizinhança. Esses resultados assinalam o vasto tempo de experiência dos pescadores, o amplo conhecimento de senso comum sobre o ambiente lacustre explorado, a localidade em que vivem e as experiências compartilhadas e vividas cotidianamente.

O baixo nível de escolaridade registrado entre os pescadores não difere de outros estudos realizados em localidades na Amazônia (BORCEM et al., 2011; SANTOS-FILHO et al., 2011; ZACARDI, 2015; BRITO et al., 2015). No entanto, essa realidade é responsável por incorporá-los ainda mais à pesca, devido à falta de qualificação para o exercício de outras atividades mais bem remuneradas (LIMA et al., 2012), além de comprometer as ações de capacitação e de conscientização da classe, condição indispensável para promoção do setor, culminando na fraca atuação política, gestora e administrativa dos pescadores. Problemática já mencionada por Silva e Dias (2010), no Amapá, e por Isaac (2006) e Zacardi et al. (2014), no Pará, onde a gerência deficiente da maioria das entidades não possui preparo para o cargo, permanecendo vulneráveis aos vícios, propensos ao despotismo e corrupção, quando compactuam com aumento dos seus quadros sociais com falsos pescadores profissionais que passam a ser a maioria.

A composição da maior parcela das famílias (62%) variou de dois a cinco integrantes, com média de $2,08 \pm 1,56$ filhos por pescador e 23% possuíam mais de cinco pessoas dependentes da renda. Apesar da quantidade de dependentes, aparentemente os integrantes mais novos não estão totalmente envolvidos na pesca, pois o percentual de pessoas jovens apresentou pouca representatividade entre os pescadores entrevistados, fato também observado por Brito et al. (2015), em estudo com pescadores em São João de Pirabas (PA).

A renda declarada obtida com a atividade pesqueira predominou com menos de um salário mínimo mensal, podendo variar até três salários (que na ocasião valia R\$ 788,00). Esses dados e outros relacionados ao aspecto socioeconômico estão especificados na Tabela 1.

Tabela 1. Aspectos socioeconômicos dos pescadores entrevistados e atuantes no lago Juá, Baixo Amazonas, Santarém, Pará.

Pescadores entrevistados (N = 26)	
Sexo (%)	
Masculino	73
Feminino	27
Filiados à CP Z-20 (%)	
Sim	69
Não	31
Escolaridade (%)	
Fundamental incompleto	58
Fundamental completo	38
Médio completo	4
Número de dependentes (%)	
< 2	15
2-5	62
> 5	23
Renda mensal/salário mínimo (%)	
< 1	77
1 a 3	23
> 3	-
Faixa etária/anos (%)	
< 30	19
30-60	58
> 60	15

Pescadores entrevistados (N = 26)	
Importância da pesca (%)	
Total	54
Parcial	46
Outras atividades (%)	
Agricultura	8
Pedreiro	33
Carpinteiro	17
Outros (encanador, comerciante, mecânico, aposentados)	42
Frequência da pesca (%)	
Diária	73
Semanal	15
Mensal	12
Tempo de pesca/anos (%)	
< 10	8
11 - 20	38
21 - 30	23
31 - 40	12
< 40	19

Fonte: Elaboração dos autores (2017).

No Lago Juá a pesca artesanal é praticada pela maioria dos pescadores (54%) como atividade de subsistência, principalmente para o autoconsumo, e a outra parcela utiliza secundariamente a produção para distribuição, troca ou venda em pequena escala. Todos os pescadores relataram que o verão, período mais seco (agosto a novembro), é a melhor época para exercer a atividade pesqueira, devido às águas apresentarem seus níveis mais baixos, proporcionando maior concentração dos peixes e diminuição do tempo e esforço de pesca, responsável pelos padrões de sazonalidade na produção.

As embarcações registradas na atividade pesqueira local são exclusivamente canoas de madeira, a remo ou motorizadas (bajaras), sem casaria, com comprimento e capacidade média de 4,5 e 320 kg, respectivamente. Independentemente do tamanho, conduzem, em média, de um a dois tripulantes nas pescarias que partilham a produção e, em alguns casos, dividem os custos, como o material de pesca, gelo e combustível. No âmbito comercial, esse trabalho em parceria é remunerado e com participação da divisão dos lucros e renda gerada.

Esses dados corroboram os estudos realizados por Almeida et al. (2001), Almeida et al. (2006), Almeida et al. (2009), Vaz (2016), Zacardi et al. (2017) e Vaz et al. (2017), que também observaram a utilização de embarcações de madeira, como as canoas a remo e motorizadas, largamente utilizadas pelos pescadores na região do Baixo Amazonas.

As embarcações, de forma geral, são rústicas, sem estrutura para armazenamento e conservação do produto. Apesar disso, a maioria dos pescadores utilizam sacolas de ráfia dentro da água para manutenção do pescado, mas alguns acondicionam diretamente sobre a superfície do barco “in natura” até o momento de desembarque. Portanto, as canoas são utilizadas como base logística durante os dias de pescaria e local para conservação e transporte da produção. O proprietário da embarcação é, normalmente, um dos pescadores que participa de toda a operação de pesca, e o pescado é, em geral comercializado vivo (inteiro) e por cambada (composta por quatro a dez peixes de pequeno por-

te agrupados e amarrados a uma fibra vegetal ou corda que passa pela abertura opercular, como descrito por Rabelo et al. (2017), de forma direta, normalmente distribuído para moradores e visitantes.

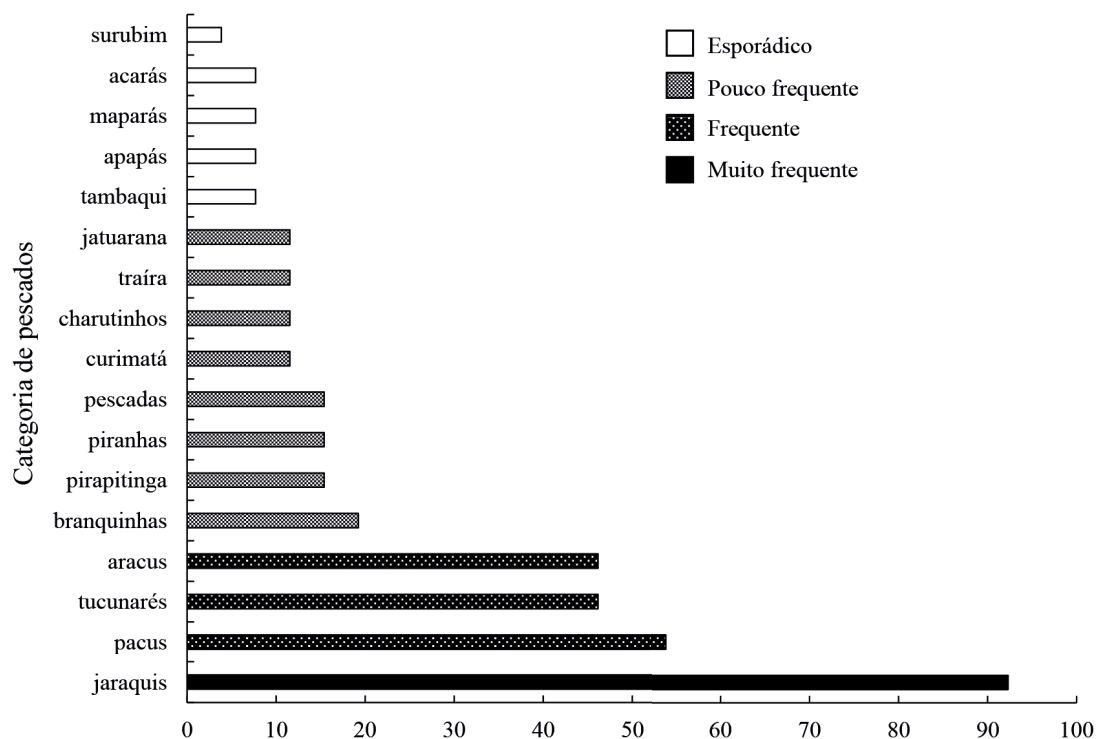
Os pescadores utilizam multiplicidade de apetrechos que apresentam bastante variabilidade nas suas características físicas e operacionais, as quais se relacionam com o tipo de ambiente explorado e com as espécies-alvo das pescarias. Os apetrechos de captura registrados no Lago Juá pelos pescadores artesanais, em ordem decrescente de importância, foram: malhadeira (65%), caniço (54%), tarrafa (54%), linha de mão (19%), arpão (8%) e espinhel (4%). No entanto, a utilização de vários apetrechos de pesca em conjunto também foi registrada por 53% dos pescadores.

Os métodos de captura e apetrechos são comuns e largamente utilizados nas operações de pesca na Região Amazônica e já foram descritos por Isaac e Barthem (1995), Ruffino e Isaac (2000), Batista et al. (2004), Albuquerque e Barthem (2008), Cintra et al. (2009), Doria et al. (2012), Zacardi et al. (2014) e Mesquita e Isaac-Nahum (2015).

A maior parte dessa variedade de artes e técnicas adotadas, apesar de simples, é apropriada e adaptada às condições locais de pesca e às características locais fortemente influenciadas pela variação anual de precipitação e de inundação, como mencionado também por Zacardi et al. (2014) em estudo com pescadores da comunidade de Miritituba, situada na planície Amazônica, na região Oeste do estado do Pará, à margem esquerda do Rio Tapajós.

Independentemente da arte de pesca empregada, este estudo apresenta um forte componente territorial relacionado à localização geográfica da comunidade (faixa de terra entre o Lago Juá e o Rio Tapajós), onde residem alguns pescadores e por estar situada em frente à sede do município, Santarém. Desta forma, esses pescadores concentram suas pescarias no lago, por ser uma área de pesca menos onerosa, sem necessidade de utilização de gelo e baixo consumo de combustível. Portanto, esse ambiente mostra-se como um importante meio de subsistência para a comunidade e pescadores do entorno.

A pesca praticada no Lago Juá é direcionada para a captura de aproximadamente 17 categorias de peixes (Figura 2), com destaque para os jaraquis (*Semaprochilodus insignis* e *S. taeniurus*), que foram muito frequentes e citados pela maioria dos pescadores, seguido pelos pacus (Myleinae), tucunarés (*Cichla* spp.) e aracus (*Leporinus* sp. e *Schizodon* sp.).

Figura 2. Frequência de ocorrência dos peixes mais capturados pelos pescadores artesanais atuantes no Lago Juá, Santarém (PA).

Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Foi comum entre os pescadores o comportamento de rejeito de peixes considerados juvenis (pequenos) ou de baixo valor comercial, assim como a preferência por algumas espécies com maior disponibilidade no ambiente e maior valor de mercado.

Quando questionados sobre o declínio dos estoques pesqueiros, os pescadores foram unânimes em responder que o pescado vem diminuindo e relacionam esse fato ao aumento da captura por clandestinos “pescadores de fora” (que provocam a competição por espaço), à pesca ilegal durante o período de defeso, à falta de fiscalização da atividade pelos órgãos competentes, à poluição das águas e ao desmatamento do entorno do lago devido à expansão urbana (ocupação) e a instalação de empreendimentos imobiliários.

A intensificação da pesca, a forma indisciplinada como é conduzida por muitos, os impactos antrópicos decorrentes do uso inadequado do entorno dos rios, particularmente aqueles que desmatam, assoreiam e poluem as águas seguramente agravam a situação da pesca. Atualmente, os múltiplos usos dos ambientes aquáticos e a especulação imobiliária em áreas marginais de rios e lagos, cada vez mais, pressionam esses ecossistemas, ameaçando muitas espécies e a produtividade.

Essas atividades contrapõem-se e competem severamente com os usos praticados por populações ribeirinhas, rompendo vínculos culturais e intensificando problemas ambientais, que comprometem funções ecológicas essenciais.

De maneira geral, a atividade pesqueira artesanal na Amazônia tem atributos peculiares que devem ser levados em consideração para efetivação do gerenciamento da pesca de pequena escala. O sucesso na gestão deste tipo de pesca deve ser refletido na mudança de táticas e estratégias, buscando uma abordagem integrada das informações científicas (DORIA et al., 2012). Para Zacardi et

al. (2014) e Zacardi (2015), aliar o conhecimento científico ao conhecimento tradicional dos pescadores artesanais na identificação e delimitação das áreas de pesca pode ser o passo inicial para que medidas de gestão e ordenamento em parceria com os próprios pescadores possam ser elaboradas e aplicadas, bem como monitorar possíveis mudanças ambientais e subsidiar ações de operacionalização das políticas públicas adequadas para o setor pesqueiro regional.

Conclusão

A pesca exercida na região do Lago Juá é realizada de maneira tradicional e constituída de um conjunto de unidades produtivas com alguns traços comuns à prevalência de parceria como relação básica de trabalho. A produção artesanal visa à subsistência familiar com a venda do excedente e o uso de embarcações de madeira de reduzido tamanho, combinando o emprego de vários apetrechos de pesca à predominância no uso de malhadeiras.

O lago mostra-se como um importante meio de subsistência para esta comunidade que se desenvolve no seu entorno, além de ser uma das principais fontes de ocupação de mão de obra e renda. A atividade apresenta, portanto, grande importância social, econômica e cultural para a região, o que permite a atuação de pessoas de diferentes faixas etárias e graus de escolaridade.

Os pescadores demonstraram possuir esclarecimento sobre os conflitos ambientais e sociais que atingem a área de pesca no Lago Juá. Além do mais, a falta de uma política pública adequada, de fiscalização dos órgãos responsáveis e a péssima gestão ambiental e dos recursos pesqueiros representam impedimentos ao desenvolvimento do setor.

Desta forma, os dados ampliam o conhecimento sobre a prática da pesca exercida no Baixo Amazonas, com informações importantes para subsidiar ações de gerenciamento dos recursos pesqueiros locais e regionais, garantindo a sua sustentabilidade e a valorização do pescador tradicional.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos pescadores e atores sociais envolvidos com a prática de pesca no Lago Juá pelas informações fornecidas para o desenvolvimento deste trabalho e ao Instituto de Ciências e Tecnologia das Águas, da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), pela cessão da infraestrutura para o desenvolvimento do trabalho.

Artisanal fishing characterization in the Juá Lake, Santarém, Pará

Abstract

The artisanal fishing carried out in Low Amazon Region is an activity of great socioeconomic and cultural importance, being responsible for generation of food, work and income to the majority of the community in that region. This study evaluated the socioeconomic and operational profile of fishery practices used daily in Juá Lake region, Santarém, Pará, through semi structured interviews with the local fishermen, in the period of May 2015 to June 2016. The analyses of the data on the studied theme were grouped and evaluated by qualitative and quantitative methods, submitted to

descriptive statistics. From the 26 fishermen interviewed, the majority was male, between 23 and 67 years old, incomplete elementary school, and affiliated to Fishermen's Colony. This fishing activity is a traditional and familial activity, oriented by neighborly relationships. The artisanal production aims their subsistence through the sale of surplus. They use rowing and motorized canoes and fishing tools to explore 17 fish categories. Gillnets are used as well to capture jaraquis, pacus, tucunará and aracus. However, the lack of supervision by responsible public agencies and bad environmental management by residents and public authorities affect the sustainability of the local fishery resources.

Keywords: Socioeconomic profile. Artisanal fishermen. Subsistence. Gillnets. Lower Amazon.

Referências

ALBUQUERQUE, A. A.; BARTHEM, R. B. A pesca do tamoatá *Hoplosternum littorale* (Hancock, 1828) (Siluriformes: Callichthyidae) na ilha de Marajó. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 3, n. 3, p. 359-372, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bgoeldi/v3n3/v3n3a06.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2016.

ALMEIDA, O. T.; LORENZEN, K.; MCGRATH, D. A frota comercial pesqueira na Amazônia e o manejo no Baixo Amazonas. In: ALMEIDA, O. T. **Manejo de pesca na Amazônia**. São Paulo: Peirópolis, 2006. p. 37-50.

ALMEIDA, O. T.; MCGRATH, D. G.; RUFFINO, M. L. The commercial fisheries of the lower Amazon: an economic analysis. **Fisheries Management and Ecology**, v. 8, p. 253-269, 2001. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1046/j.1365-2400.2001.00234.x>>. Acesso em: 02 jun. 2016.

ALMEIDA, O. T.; MCGRATH, D. G.; RUFFINO, M. L.; RIVERO, S. Estrutura, Dinâmica e Economia da Pesca Comercial do Baixo Amazonas. **Novos Cadernos NAEA**, v. 12, p. 175-194, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufpa.br/index.php/ncn/article/view/321/507>>. Acesso em: 02 jun. 2016.

ALVES, R. J. M.; GUTJAHR, A. L. N.; SILVA, J. A. E. S. Caracterização socioeconômica e produtiva da pesca artesanal no município de Marapanim, Pará, Brasil. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 13, p. 1-17, 2015. Disponível em: <<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/15/pesca-artesanal.html>>. Acesso em: 20 maio 2016.

BARTHEM, R. B. A pesca comercial no médio Solimões e sua interação com a reserva de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá. In: QUEIROZ, H. L.; CRAMPTON, W. G. R. **Estratégias para manejo de recursos pesqueiros em Mamirauá**. Goiás: Brasília, 1999. p. 72-107.

BARTHEM, R. B.; GOULDING, M. **Um ecossistema inesperado: a Amazônia revelada pela pesca**. Belém: Sociedade Civil Mamirauá, 2007. p. 9-34.

BATISTA, V. S.; ISAAC, V. J.; VIANA, J. P. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros da Amazônia. In: RUFFINO, M. L. **A pesca e os recursos pesqueiros na Amazônia Brasileira**. Goiás: Brasília, 2004. p. 63-152.

BATISTA, V. S.; PETRERE JR, M. Characterization of the commercial fish production landed at Manaus, Amazonas State, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 33, n. 1, p. 53-66, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v33n1/1809-4392-aa-33-1-0053.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2016.

BAYLEY, P. B. Understanding large river-floodplains ecosystems. **Bioscience**, v. 45, n. 3, p. 153-158, 1995. Disponível em: <<http://rydberg.biology.colostate.edu/bz471/readings/Bayley.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

BORCEM, E. R.; FURTADO-JÚNIOR, I.; ALMEIDA, I. C.; PALHETA, M. K. S.; PINTO, I. A. A atividade pesqueira no município de Marapanim-Pará, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 54, n. 3, p. 189-201, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/180/199>>. Acesso em: 12 maio 2016.

BRITO, T. P.; OLIVEIRA, A. N. D.; SILVA, D. A. C.; ROCHA, J. A. S. Caracterização socioeconômica e tecnológica da atividade de pesca desenvolvida em São João de Pirabas - Pará - Brasil. **Ambiência**, v. 11, n. 3, p. 699-720, 2015. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/3035/pdf>>. Acesso em: 12 maio 2016.

BRUYNE, P.; HERMAN, J.; SCHOUTHEETE, M. **Dinâmica da pesquisa em ciências sociais: os pólos da prática metodológica**. Rio de Janeiro: F. Alves Editora, 1977. p. 23-63.

CINTRA, I. H. A.; JURAS, A. A.; SILVA, K. C. A.; TENÓRIO, G. S.; OGAWA, M. Apetrechos de pesca utilizados no reservatório da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (Pará, Brasil). **Boletim Técnico-Científico do Cepnor**, v. 9, n. 1, p. 67-79, 2009. Disponível em: <<https://cepnor.ufra.edu.br/index.php?journal=tjfas&page=article&op=view&path%5B%5D=780&path%5B%5D=321>>. Acesso em: 22 maio 2016.

DORIA, C. R. C.; RUFFINO, M. L.; HIJAZI, N. C.; CRUZ, R. L. A pesca comercial do Rio Madeira no Estado de Rondônia, Amazônia Brasileira. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 1, p. 29-40, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v42n1/a04v42n1.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2016.

FABRÉ, N. N.; ALONSO, J. C. Recursos ícticos no Alto Amazonas: sua importância para as populações ribeirinhas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 14, n. 1, p. 19-55, 1998. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/284662378_Recursos_Icticos_no_Alto_Amazonas_Sua_Importancia_para_as_populacoes_ribeirinhas>. Acesso em: 12 maio 2016.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. **Acta Amazonica**, v. 36, p. 395-400, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v36n3/v36n3a18.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2016.

FONSECA, J. S.; MARTINS, G. A. **Curso de Estatística**. São Paulo: Atlas, 2008. p. 111-162.

FOSBERG, B. R.; DEVOL, A. H.; RICHEY, J. E.; MARTINELLI, L. A.; SANTOS, H. Factors controlling nutrient concentrations in Amazon floodplain lakes. **Limnology and Oceanography**, v. 33, p. 31-56, 1988. Disponível em: <<https://aslopubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.4319/lo.1988.33.1.0041>>. Acesso em: 13 maio 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2016**. 2016, p. 1-12. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2016/estimativa_dou_2016_20160913.pdf>. Acesso em: 05 maio 2017.

ISAAC, V. J. Exploração e manejo dos recursos pesqueiros do litoral amazônico: um desafio para o futuro. **Ciência e Cultura**, v. 58, p. 33-36, 2006. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v58n3/a15v58n3.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2016.

ISAAC, V. J.; BARTHEM, R. B. Os recursos pesqueiros da Amazônia Brasileira. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, v. 11, n. 2, p. 295-339, 1995. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267711939_Os_recursos_pesqueiros_da_Amazonia_brasileira>. Acesso em: 22 maio 2016.

ISAAC, V. J.; RUFFINO, M. L. Informe estatístico do desembarque pesqueiro na cidade de Santarém. In: RUFFINO, M. L. **Recursos pesqueiros do médio Amazonas: biologia e estatística pesqueira**. Brasília: Ibama/PróVárzea, 2000. p. 225-280.

LIMA, M. A. L.; DORIA, C. R. C.; FREITAS, C. E. C. Pescarias artesanais em comunidades ribeirinhas na Amazônia brasileira: perfil socioeconômico, conflitos e cenário da atividade. **Ambiente & Sociedade**, v. 15, n. 2, p. 73-90, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v15n2/05.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2016.

MELACK, J. M.; NOVO, E. M. L. M.; FORSBURG, B. R.; PIEDADE, M. T. F.; MAURICE, L. Floodplain Ecosystem Processes. In: GASH, J.; KELLER, M.; SILVA-DIAS, P. **Amazonia and Global Change**. Washington: American Geophysical Union, 2009. p. 525-541.

MESQUITA, E. M. C.; ISAAC-NAHUM, V. J. Traditional knowledge and artisanal fishing technology on the Xingu River in Pará, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 75, n. 3, p. 138-157, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bjb/v75n3s1/1519-6984-bjb-75-3s1-138.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2016.

MORÁN, E. F. **A ecologia humana das populações da Amazônia**. Petrópolis: Ed. Vozes, 1990. p. 7-44.

RABELO, Y. G. S.; VAZ, E. M.; ZACARDI, D. M. Perfil socioeconômico dos pescadores artesanais de dois lagos periurbanos de Santarém, estado do Pará. **Revista Desafios**, v. 4, n. 3, p. 73-82, 2017. Disponível em: <<file:///C:/Users/Diego%20Zacardi/Downloads/3856-193-19401-1-10-20170904.pdf>>. Acesso em: 08 maio 2016.

RAMOS, J. R. B. **A urbanização de Santarém e a preservação ambiental do Lago do Mapiri: um estudo de caso**. 2004, 117 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.

RUFFINO, M. L.; ISAAC, V. J. A pesca artesanal no Médio Amazonas. Brasília. In: RUFFINO, M. L. **Recursos pesqueiros do Médio Amazonas: biologia e estatística pesqueira**. Brasília: Ibama/PróVárzea, 2000, p. 317-348.

SANTOS-FILHO, A. P.; SILVA, L. M. A.; BITTENCOURT, S. C. S.; NAKAYAMA, L.; ZACARDI, D. M. Levantamento socioeconômico da atividade pesqueira artesanal no vilado Sucurijú, Amapá, Brasil. **Boletim Técnico e Científico do CEPNOR**, v. 11, n. 1, p. 129-141, 2011. Disponível em: <<https://cepnor.ufra.edu.br/index.php?journal=tjfas&page=article&op=view&path%5B%5D=1207&path%5B%5D=335>>. Acesso em: 12 maio 2016.

SILVA, M. C.; OLIVEIRA, A. S.; NUNES, G. Q. Caracterização socioeconômica da pesca artesanal no município de Conceição do Araguaia, estado do Pará. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 2, n. 4, p. 37-51, 2007. Disponível em: <[file:///C:/Users/Diego%20Zacardi/Downloads/CD_Vol_IV_Caracterizacao-socio%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Diego%20Zacardi/Downloads/CD_Vol_IV_Caracterizacao-socio%20(1).pdf)>. Acesso em: 22 maio 2016.

SILVA, L. M. A.; DIAS, M. T. A pesca artesanal no estado do Amapá: estado atual e desafios. **Boletim Técnico e Científico do CEPNOR**, v. 10, n. 1, p. 43-53, 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/82983/1/AP-2013-Pesca-artesanal-no-Estado-do-Amapa.pdf>>. Acesso em: 22 maio 2016.

TRIOLA, M. F. **Introdução à Estatística**. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2005. p. 74-93.

VAZ, E. M. **Caracterização da atividade pesqueira praticada no Lago Maicá, município de Santarém, Pará**. 2016. 52 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso), Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2016.

VAZ, E. M.; RABELO, Y. G. S.; CORRÊA, J. M. S.; ZACARDI, D. M. A pesca artesanal no Lago Maicá: aspectos socioeconômicos e estrutura operacional. **Biota Amazônia**, v. 7, n. 4, p. 6-12, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/3168/v7n4p6-12.pdf>>. Acesso em: 08 maio 2017.

VIERTLER, R. B. Método antropológico como ferramenta para estudos em etnobiologia e etnoecologia. In: AMOROZO, M. C. M.; MING, L. C.; SILVA, S. P. **Método de coleta e análise de dados em etnobiologia, etnoecologia e disciplinas correlatadas**. Rio Claro: UNESP, 2002. p. 11-29.

ZACARDI, D. M.; SARAIVA, M. L.; VAZ, E. M. Caracterização da pesca artesanal praticada nos Lagos Mapiri e Papucu às margens do Rio Tapajós, Santarém, Pará. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 10, n. 1, p. 32-44, 2017. Disponível em: <<http://ppg.revistas.uema.br/index.php/REPESCA/article/view/1158/1075>>. Acesso em: 05 maio 2017.

ZACARDI, D. M. Aspectos sociais e técnicos da atividade pesqueira realizada no Rio Tracajatuba, Amapá, Brasil. **Acta of Fisheries and Aquatic Resource**, v. 3, n. 2, p. 31-48, 2015. Disponível em: <<https://seer.ufs.br/index.php/ActaFish/article/view/4429/4044>>. Acesso em: 12 maio 2016.

ZACARDI, D. M.; PONTE, S. C. S.; SILVA, A. J. S. Caracterização da pesca e perfil dos pescadores artesanais de uma comunidade às margens do Rio Tapajós, Pará. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, v. 10, n. 19, p. 129-148, 2014. Disponível em: <http://www.bancoamazonia.com.br/images/arquivos/institucional/biblioteca/revista_amazonia/edicao19/R_19_Caracterizacao_Pesca_Perfi.pdf>. Acesso em: 12 maio 2016.

Histórico editorial:

Submetido em: 30/09/2016.

Aceito em: 11/05/2017.

Como citar:

ABNT

CORRÊA, J. M. S.; ROCHA, M. S.; SANTOS, A. A.; SERRÃO, E. M.; ZACARDI, D. M. Caracterização da pesca artesanal no Lago Juá, Santarém, Pará. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 2, p. 61-74, abr./jun. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181116>

APA

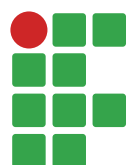
CORRÊA, J. M. S.; ROCHA, M. S.; SANTOS, A. A.; SERRÃO, E. M. & ZACARDI, D. M. (2018). Caracterização da pesca artesanal no Lago Juá, Santarém, Pará. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (2), 61-74. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181116>

ISO

CORRÊA, J. M. S.; ROCHA, M. S.; SANTOS, A. A.; SERRÃO, E. M. e ZACARDI, D. M. Caracterização da pesca artesanal no Lago Juá, Santarém, Pará. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 2, pp. 61-74. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181116>

VANCOUVER

Corrêa JMS, Rocha MS, Santos AA, Serrão EM, Zacardi DM. Caracterização da pesca artesanal no Lago Juá, Santarém, Pará. *Rev agrogeoambiental*. 2018 abr./jun.; 10(2): 61-74. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181116>



Adubação potássica e época de semeadura em soja para a produção de etanol

Márcio Toller¹

Joenes Mucci Peluzio²

Evandro Reina³

Maria Dilma de Lima⁴

Celso Hackenhaar⁵

Neusa Hackenhaar⁶

Resumo

A cadeia produtiva do biodiesel gera coprodutos, como o melão, com potencial para produção de biodiesel e que pode agregar valor e gerar outras fontes de renda para os produtores. Neste sentido, no presente estudo foram avaliados cultivares em diferentes épocas de semeadura quanto à eficiência de uso de potássio para teor e rendimento de carboidratos, visando à produção de etanol na região centro-sul do Estado do Tocantins. No ano agrícola de 2013/2014, foram realizados quatro ensaios de competição de cultivares, dois instalados em 05/12/2013 e dois em 23/01/2014. Em cada época, foram utilizadas duas doses de potássio, sendo uma alta ($200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O) e outra baixa ($40 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O). Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados com quatro repetições e sete tratamentos: BRS 333, BRS 33871, BRS 325, M 9144, P 98Y70, TMG 1180 e TMG 1288. Em semeaduras tardias e sob alta dose de potássio ($200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ K_2O), houve um maior acúmulo de açúcares redutores totais nos grãos. Altas temperaturas e baixos índices pluviométricos; a fase de enchimento de grãos favorece o acúmulo de açúcares redutores totais nos grãos. Os cultivares TMG 1288 RR, sob alto e baixo potássio, e TMG 1180 RR, sob baixo potássio, são promissores para produção de etanol, sendo este último também eficiente quanto ao uso de potássio.

Palavras-chave: Biocombustível. Doses de potássio. Épocas de plantio. Glycine max. Produção de álcool.

Introdução

A soja está entre os principais produtos agrícolas do Brasil, sendo responsável por 39,2 % do Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio nacional, com estimativa de produção para a safra

1 Universidade Federal do Tocantins (UFT), mestrando em Agroenergia. São Borja (RS), Brasil. marcio.toller@hotmail.com. Travessa Papa João Paulo I, 87, Pirahy, CEP: 97670-000.

2 Universidade Federal do Tocantins (UFT), doutor em Genética e Melhoramento de Plantas. joenesp@uft.edu.br.

3 Universidade Federal do Tocantins (UFT), mestre em Agroenergia. Palmas (TO), Brasil. evandro.reina@uft.edu.br.

4 Universidade Federal do Tocantins (UFT), professora doutora em Biodiversidade e Conservação. mariadilma@uft.edu.br.

5 Universidade Federal do Tocantins (UFT), doutorando em Biotecnologia e Biodiversidade Amazônica. celso@uft.edu.br.

6 Universidade Federal do Tocantins (UFT), mestre em Agroenergia. neusamaria@uft.edu.br.

2016/17 de 8,0 milhões de toneladas de óleo e 30,6 milhões de toneladas de farelo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEO VEGETAIS - ABIOVE, 2016).

Nos últimos 40 anos de cultivo da soja no cerrado, principal produtor nacional, a produção cresceu sete vezes, enquanto a área plantada aumentou quatro vezes, oriunda do crescente avanço em pesquisa e tecnologia (SEDIYAMA, 2015). Contudo, como a maior parte dos solos de cerrado é ácido e com baixa fertilidade natural, há a necessidade da utilização de grandes quantidades de insumos, dentre os quais um dos mais requeridos é o potássio (K) (MALAVOLTA, 2006).

O potássio favorece a formação e translocação de carboidratos na síntese da celulose, na respiração da planta, na fotossíntese e no uso eficiente da água pela planta (REIS JUNIOR; MONNERAT, 2001). Além disso, segundo Malavolta (2006), o potássio é importante na formação dos açúcares e do amido e para seu transporte até os órgãos de reserva na forma de carboidratos, constituinte fundamental para a produção de etanol.

A principal forma de fornecimento do potássio para suprir as necessidades da cultura é oriunda de elevadas quantidades de adubação potássica, uma vez que este elemento tem alta mobilidade nos solos e baixa eficiência de uso. Estas aplicações geram grandes custos operacionais e desequilíbrios ambientais, sendo, portanto, necessários estudos de eficiência de uso do potássio pela cultura, que seriam estratégicos do ponto de vista econômico e ambiental, pois o uso de cultivares eficientes reduziria sobremaneira o uso deste insumo (STEINER, 2014).

Dentre os coprodutos da soja, o melaço de soja, que é resultante da produção de farelo concentrado, é rico em carboidratos (34 % de carboidratos totais) (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA, 2013) e desta forma pode ser utilizado como etanol combustível, fato este que vem sendo realizado pelas empresas IMCOPA, localizada em Ponta Grossa (PR) e SELECTA, localizada em Araguari (MG) (SIQUEIRA, 2007).

Neste sentido, o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura, quanto à eficiência de uso de potássio, para teor e rendimentos de carboidratos, visando à produção de etanol na região centro-sul do Estado do Tocantins.

Material e métodos

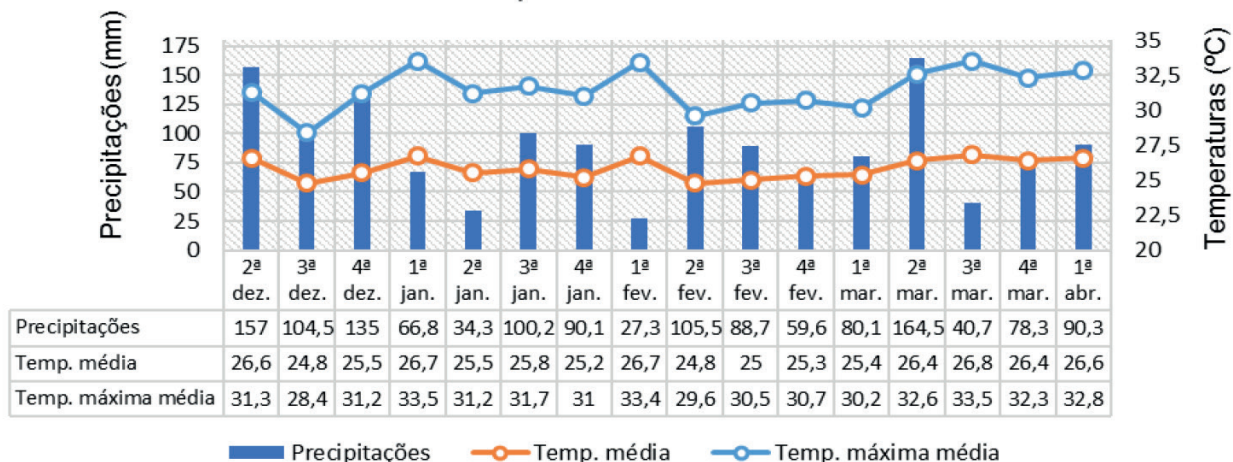
No ano agrícola de 2013/2014, foram realizados quatro ensaios de competição de cultivares de soja no Centro Agrotecnológico da Universidade Federal do Tocantins, *Campus* de Palmas (10°45' S; 47°14' W; e 220 m de altitude), sendo dois instalados em 05 de dezembro de 2013 e dois em 23 de janeiro de 2014, em solo do tipo Latossolo vermelho amarelo distrófico. Em cada época de semeadura, um ensaio foi realizado sob condições de alto potássio (200 kg.ha⁻¹ de K₂O) e um sob baixo potássio (40 kg.ha⁻¹ de K₂O).

Para a definição de uso das doses de alto e baixo potássio foi realizada, inicialmente, a análise de solo que apresentou os seguintes resultados: pH (H₂O): 4,1; K: 14,0 mg dm⁻³; P: 1,5 mg dm⁻³; Ca: 0,7 cmol_c dm⁻³; Mg: 0,5 cmol_c dm⁻³; M.O.: 12 g kg⁻¹; CTC: 4,6 cmol_c dm⁻³ e saturação por bases (V): 26,7%. Em seguida, foi realizada a recomendação de adubação, que resultou em uma dose de 120 kg.ha⁻¹ de K₂O (EMBRAPA, 2013).

Assim, foi estabelecido um extremo de 80 kg K₂O ha⁻¹ para mais e para menos, ficando a condição de baixo potássio em 40 kg de K₂O ha⁻¹ e o alto potássio em 200 kg de K₂O ha⁻¹. Os dados de precipitação e temperatura média, ao longo do período de condução dos ensaios, são apresentados nas Figuras 1 e 2.

Figura 1. Índices de precipitação e temperatura entre a 2ª semana de dezembro de 2013 e 1ª semana de abril de 2014, referente à 1ª época de semeadura (05/12/2014).

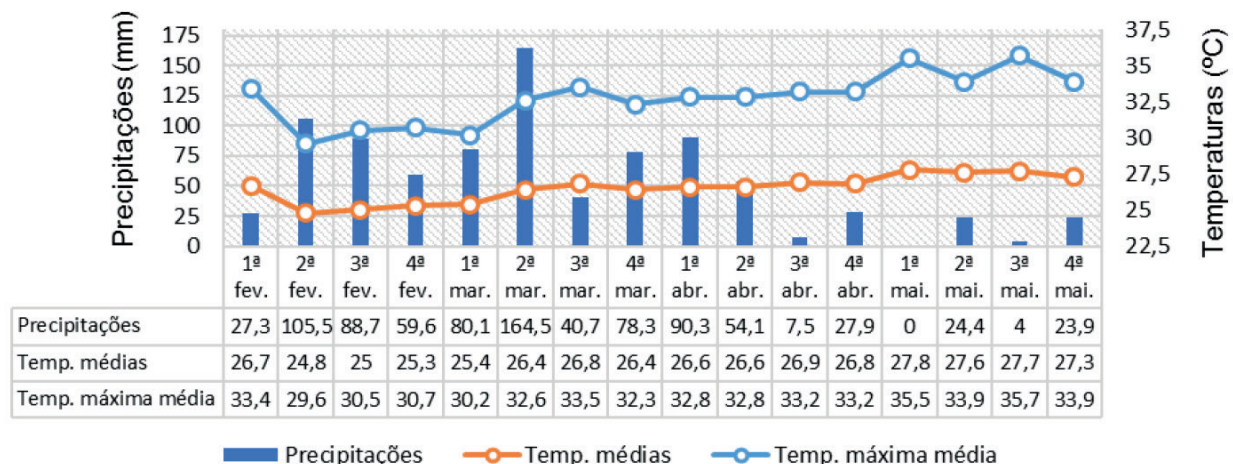
1ª Época de Plantio - Precipitação acumulada e temperatura média



Fonte: INMET - Sistematizado pelos autores (2015).

Figura 2. Índices de precipitação e temperatura entre a 1ª semana de fevereiro de 2014 e 4ª semana de maio de 2014, referente à 2ª época de semeadura (23/01/2014).

2ª Época de Plantio - Precipitação acumulada e temperatura média



Fonte: INMET - Sistematizado pelos autores (2015).

O delineamento experimental utilizado em cada um dos quatro ensaios foi o de blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram representados pelas cultivares de soja BRS 333 RR, BRS 33871 RR, BRS 325 RR, M 9144 RR, P 98Y70 RR, TMG 1180 RR e TMG 1288 RR.

A parcela experimental foi composta de quatro linhas de 5,0 m de comprimento, com 0,45 m de espaçamento. A área útil de cada parcela foi representada pelas duas fileiras centrais, constituindo uma área de 3,6 m²; no entanto, no momento da colheita, 0,45 m da ponta de cada linha central foi descartado.

Após uma análise prévia do solo foi realizada inicialmente a calagem, utilizando duas toneladas de calcário dolomítico Filler ha⁻¹. O preparo do solo foi efetuado 30 dias após a correção e consistiu das operações de aração, gradagem e sulcamento.

A adubação de plantio foi realizada manualmente, sendo utilizados 750 kg.ha⁻¹ de superfosfato simples, que corresponde a aproximadamente 150 kg de P₂O₅. No momento da semeadura foram realizados os tratamentos das sementes com fungicidas, seguido de inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*.

A densidade de semeadura foi de 12 plantas por metro linear e o controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi realizado sempre que necessário. As plantas de cada parcela experimental foram colhidas uma semana após terem atingido 95 % das vagens maduras, ou seja, no estágio R8 da escala de Fehr et al. (1971).

A adubação de cobertura com K₂O em cada época de plantio foi realizada manualmente e parcelada em duas vezes, utilizando a formulação cloreto de potássio. A primeira, utilizando metade das doses de adubação do alto e baixo potássio, respectivamente 100 kg de K₂O ha⁻¹ e 20 kg K₂O ha⁻¹, foi realizada aos 15 dias após a emergência das plântulas. A segunda adubação, com a mesma dosagem da primeira, foi realizada aos 30 dias após a emergência.

Com base na área útil da parcela, foi realizada a correção da umidade das sementes para 12%. Em seguida, três amostras, contendo 100 gramas de sementes de cada parcela, foram separadas para a determinação dos Açúcares Redutores Totais.

Conforme Maldonade (2013), o material a ser analisado passou por hidrólise ácida e a quantificação de Açúcar Redutor Totais foi realizada por Ácido 3,5-dinitrosalicílico – DNS, cujo princípio consiste em meio básico e, à temperatura elevada, o ácido 3,5-dinitrosalicílico passou a 3-amino-5-nitrosalicílico, produzindo uma reação de oxido-redução pelo grupo hidroxílico hemiacetalico do monossacarídeo (oxidando o monossacarídeo redutor), que reagem com íons e formam complexos coloridos, desenvolvendo uma coloração amarelo café que absorve 540 nm em espectrofotômetro.

Para análise dos Açúcares Redutores Totais foi realizada uma curva padrão de glicose, em que foram preparados 11 tubos de ensaio, cada um contendo 1000 µL do reagente DNS, com diferentes quantidades de água destilada e glicose (50-500 µL), sempre perfazendo um total de 2000 µL em cada tubo de ensaio. Na sequência, todos foram levados à fervura em banho-maria durante 5 minutos. Após resfriamento foram realizadas as leituras em espectrofotômetro Hach DR 5000 em comprimento de onda de 540 nm.

Após a confecção da curva-padrão da glicose, procedeu-se às análises das amostras, que consistiam do material desengordurado e hidrolisado. Uma alíquota de 50 µL do hidrolisado, após filtração, foi adicionada à 950 µL de água e 1000 µL do reagente DNS e tratada conforme mencionado na construção da curva padrão. A relação da concentração de Açúcares Redutores Totais foi obtida pela leitura da absorbância em espectrofotômetro.

O equipamento foi calibrado com uma amostra contendo apenas água e reagente DNS (branco), processada da mesma forma que as demais amostras. A determinação dos Açúcares Redutores Totais realizada durante o processo de hidrólise do material em análise foi obtida pela Curva Padrão de Glicose, que representa a absorbância em função da concentração (mg.L⁻¹) de glicose.

Posteriormente, foi determinado o rendimento médio de Açúcares Redutores Totais ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), obtido por meio do produto do teor de Açúcar Redutor Total (%) pelo rendimento de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Em seguida, para cada cultivar e característica, foi avaliada a Eficiência do Uso de Potássio, segundo metodologia adaptada de Fischer et al. (1983), a partir do índice de eficiência (EUK), obtido abaixo:

$$\text{EUK} = \frac{Y_a(K^-) \cdot \bar{Y}_x(K^-)}{\bar{Y}_a(K^+) \cdot \bar{Y}_x(K^+)}$$

em que:

$Y_a(K^-)$ é o teor ou rendimento de açúcares redutores totais (ART) do cultivar “a” sob baixo K.

$Y_a(K^+)$ é o teor ou rendimento de ART do cultivar “a” sob alto K.

$\bar{Y}_x(K^-)$ é o teor ou rendimento de ART de todos os cultivares sob baixo K.

$\bar{Y}_x(K^+)$ é o teor ou rendimento de ART de todos os cultivares sob alto K.

Os índices de EUK são utilizados para classificar os cultivares como eficientes (índice acima da média sob alto e baixo potássio) e não eficientes (índice abaixo da média sob alto e baixo potássio), uma vez que são utilizadas as médias dos cultivares sob alto e baixo potássio.

Com o intuito de obter apenas um índice médio de eficiência por cultivar, independentemente das épocas de semeadura, foram gerados, inicialmente, quatro índices de eficiência por época por cultivar, oriundos dos quatro valores (quatro repetições) de Açúcares Redutores Totais obtidos em alto e em baixo potássio. Assim, foram obtidos oito índices de eficiência/cultivar nas duas épocas, que foram submetidos à análise de variância individual.

Para cada característica, foi realizada análise de variância de cada um dos quatro ensaios e, posteriormente, análise conjunta dos ensaios em que o menor quadrado médio residual não diferiu em mais de sete vezes do maior (CRUZ; REGAZZI, 2007).

Os dados de eficiência para teores médios de Açúcares Redutores Totais (%) e rendimento médio de Açúcares Redutores Totais ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov (SILVA; AZEVEDO, 2009). Posteriormente, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5 % de significância. Foi utilizado o programa Computacional Genes, versão 2007, nas análises (CRUZ, 2007).

Resultados e discussão

Produção de açúcares redutores totais

A análise de variância conjunta (Tabela 1) apresentou efeito significativo para ambiente e interação cultivar x ambiente, esta última indicando que os efeitos isolados dos fatores cultivares e ambientes não explicam toda a variação encontrada.

O coeficiente de variação foi baixo, indicando boa precisão dos experimentos segundo Costa et al. (2002).

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta para o teor de açúcares redutores totais (ART) (%) em sete cultivares de soja, na safra 2013/14 em Palmas - TO.

% ART: teor de açúcares redutores totais (%); ns: não significativo; ** significativo a 1% pelo teste F.

Fator de Variação (FV)	Graus de Liberdade (GL)	Quadrado Médio (QM)
		% ART
Bloco/ambiente	12	0,03
Cultivar	6	60,07 ^{ns}
Ambiente	3	426,34 ^{**}
Cultivar x ambiente	18	36,86 ^{**}
Erro	36	0,02
Média	---	14,43
CV %	---	0,94

Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Os resultados das médias para o teor de Açúcares Redutores Totais (tabela 2), sob alto potássio (alto K), na primeira época (época I - 05/01), proporcionaram a formação de sete grupos de médias. O cultivar TMG 1288 RR apresentou isoladamente o maior teor médio de Açúcares Redutores Totais (18,06%), seguido de BRS 33871 RR (15,41%). Por outro lado, os menores teores médios foram obtidos por BRS 325 RR (9,54%) e M 9144 RR (13,31%).

Para a 2ª época (época II - 23/01), sob alto K, também foram formados sete grupos de médias. Assim como o ocorrido na primeira época sob alto K, novamente o cultivar TMG 1288 RR obteve o maior valor médio (23,45%), seguido por TMG 1180 RR (22,03%). Os menores teores médios foram obtidos por BRS 325 RR (15,81%), que também apresentou baixo valor na primeira época, e BRS 333 RR (14,09 %).

Tabela 2. Média do teor de açúcares redutores totais (%) de sete cultivares de soja, sob dois níveis de adubação potássica em duas épocas de semeadura, na safra 2013/2014 em Palmas - TO.

Cultivar	Época I (05/12)		Época II (23/01)		Média
	Baixo K	Alto K	Baixo K	Alto K	
BRS 333 RR	9,73 cD	14,52 dA	9,94 gC	14,09 gB	12,06 f
BRS 33871 RR	8,66 dD	15,41 bC	15,76 cB	17,45 eA	14,32 e
BRS 325 RR	7,85 eD	9,54 gC	14,23 eB	15,81 fA	11,85 g
M 9144 RR	11,49 aD	13,31 fB	13,17 fC	21,76 cA	14,93 c
P 98Y70 RR	11,12 bD	13,75 eC	14,57 dB	18,79 dA	14,55 d
TMG 1180 RR	11,23 bD	14,89 cC	17,15 bB	22,03 bA	16,32 b
TMG 1288 RR	6,64 fD	18,06 aC	19,73 aB	23,45 aA	16,97 a
Média	9,53 D	14,21 C	14,93 B	19,05 A	14,43

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna constituem grupo estatisticamente homogêneo, a 5 % de significância pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Sob alto potássio, tanto na 1ª quanto na 2ª época de semeadura, o cultivar TMG 1288 RR apresentou o maior conteúdo médio de Açúcares Redutores.

Sob baixo K, na 1ª época (05/12), foram formados seis grupos de médias de plantio, em que M 9144 RR obteve o maior valor médio (11,49%), seguido por TMG 1180 RR (11,23%). Em contrapartida, os menores teores médios foram obtidos por BRS 325 RR (7,85%) e TMG 1288 RR (6,64%).

Na segunda época (23/01), sob baixo K, o cultivar TMG 1288 RR apresentou isoladamente o maior teor médio de Açúcares Redutores (19,73%), seguido de TMG 1180 RR (17,15%). Por outro lado, os menores teores médios foram obtidos por BRS 325 RR (14,23%), que também apresentou baixo valor na época I, além do BRS 333 RR (9,94%) e M 9144 RR (13,17%).

Em ambas as épocas de semeadura, sob baixo potássio, destacou-se o cultivar TMG 1180 RR, que apresentou maior valor na segunda época.

Os cultivares apresentaram os maiores valores médios para teor de Açúcares Redutores Totais sob alto potássio, independentemente da época de semeadura. Tal fato ocorreu em virtude de o potássio ser importante na formação e translocação de carboidratos (REIS JUNIOR; MONNERAT, 2001; MALAVOLTA, 2006), que são constituintes fundamentais para a produção de etanol (MALAVOLTA, 2006).

Neumann et al. (2014) estudaram o efeito de cinco doses de potássio (0%, 50%, 100%, 150% e 200%) na produção e qualidade do álcool de batata doce e verificaram que o aumento da dose de potássio resultou em matéria seca de melhor qualidade e promoveu um acréscimo linear do teor alcoólico.

Na 2ª época de semeadura (23/01), foram obtidos os maiores valores médios para o teor de Açúcares Redutores Totais, tanto em baixo quanto em alto potássio, devido, provavelmente, às maiores temperaturas médias e baixos índices pluviométricos que ocorreram nesta época (Figura 2) em relação à primeira época (Figura 1), que resultaram em estresses térmicos e hídricos.

Em situações de estresse hídrico, há incremento na biossíntese de sacarose, que é translocada via floema e armazenada como fonte de carboidratos ou como síntese de outros produtos (LACERDA et al., 2007).

Segundo Vieira (2013), na cultura da soja, os carboidratos desempenham um papel fundamental para a manutenção do ajuste osmótico e existe uma forte correlação entre o acúmulo de açúcares e a tolerância ao estresse osmótico em plantas. Assim, quando submetidas a estresse hídricos, é possível observar um aumento no acúmulo de carboidratos na planta, provavelmente relacionadas à taxa de translocação de osmossolutos para dentro dos drenos de armazenamento, visando ao restabelecimento do ajustamento osmótico.

Para Chaves-Filho e Stacciarini-Seraphin (2001), plantas submetidas à deficiência hídrica buscam mecanismos de adaptabilidade, com o propósito de terem uma produção satisfatória e, assim, perpetuarem sua espécie. Uma das formas de minimizarem os danos causados pela deficiência hídrica é o acúmulo intracelular de solutos osmoticamente ativos.

Com relação ao estresse térmico, segundo Vieira (2013), a temperatura tem influência direta nas taxas de translocação dos solutos orgânicos, sendo a faixa ótima entre 20 e 30 °C. De modo geral, há aumento na translocação com aumentos na temperatura, que resultam em acúmulos significativos de carboidratos nos órgãos de reserva da planta, principalmente na forma de sacarose (PAULA, 2011).

Além disso, sob altas temperaturas, na fase de enchimento de grãos, a conversão da sacarose em proteínas e lipídios é reduzida, assim como ocorre uma redução das suas atividades enzimáticas (FLOSS, 2011).

Rendimentos de açúcares redutores totais

A análise de variância conjunta (Tabela 3) apresentou efeito significativo para ambiente e interação cultivar x ambiente. A não significância para cultivares indica que não existe uma variabilidade genética entre os cultivares em estudo.

O coeficiente de variação foi baixo, indicando boa precisão dos experimentos segundo Costa et al. (2002).

Tabela 3. Resumo da análise de variância conjunta para os rendimentos de Açúcares Redutores Totais (RART) ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em sete cultivares de soja, na safra 2013/2014 em Palmas - TO.

Fator de Variação (FV)	Graus de Liberdade (GL)	Quadrado Médio (QM)
		RART ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
Bloco/ambiente	12	79814,94
Cultivar	6	1061237,68 ^{ns}
Ambiente	3	75245892,14 ^{**}
Cultivar x ambiente	18	675544,47 ^{**}
Erro	36	47887,45
Média	---	2590,67
CV %	---	8,45

* Rendimentos de açúcares redutores totais; ns: não significativo; ** significativo a 1% pelo teste F.

Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Os resultados para o rendimento médio de Açúcares Redutores Totais encontram-se na Tabela 4.

Para as condições de alto K, na primeira época (época I - 05/01), foram formados seis grupos de médias. O cultivar TMG 1288 RR apresentou, isoladamente, o maior teor de rendimento de açúcares redutores ($775,81 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), seguido de BRS 333 RR ($701,13 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), BRS 33871 RR ($653,55 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e TMG 1180 RR ($639,36 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Por outro lado, os menores teores médios foram obtidos por P 98Y70 RR ($534,34 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e BRS 325 RR ($419,11 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Para a 2ª época (época II - 23/01), sob alto K, foram formados sete grupos de médias. Assim como o ocorrido na primeira época sob alto K, novamente o cultivar TMG 1288 RR obteve o maior teor ($357,27 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), seguido por TMG 1180 RR ($318,95 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e BRS 33871 RR ($302,01 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Os menores teores médios foram obtidos por BRS 333 RR ($176,12 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e BRS 325 RR ($138,88 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), este último também apresentou baixo valor médio na primeira época.

Sob alto potássio, tanto na 1ª quanto na 2ª época de semeadura, o cultivar TMG 1288 RR apresentou os maiores teores de rendimento de Açúcares Redutores, com maior teor médio na época I. Por outro lado, BRS 325 RR apresentou o pior desempenho em ambas as épocas.

Sob baixo K, na 1ª época (05/12), foram formados três grupos de médias de plantio, em que TMG 1180 RR obteve o maior valor médio ($420,16 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) sem, contudo, diferir significativamente de BRS 33871 RR ($410,20 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e BRS 333 RR ($397,11 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), que não se diferiram significa-

tivamente. Por outro lado, os menores teores médios foram obtidos por BRS 325 RR (252,43 kg.ha⁻¹) e TMG 1288 RR (228,04 kg.ha⁻¹).

Na segunda época (23/01), sob baixo K, foram formados cinco grupos de médias. O cultivar TMG 1288 RR apresentou isoladamente o maior teor de rendimento de Açúcares Redutores (291,37 kg.ha⁻¹), seguido de TMG 1180 RR (199,96 kg.ha⁻¹) e M 9144 RR (197,61 kg.ha⁻¹), sendo estes dois últimos pertencentes ao mesmo grupo de médias. Por outro lado, os menores teores médios foram obtidos por BRS 325 RR (78,79 kg.ha⁻¹), que também apresentou baixo valor na época I e BRS 333 RR (109,90 kg.ha⁻¹).

O estudo comparativo entre as épocas de semeadura, independentemente da adubação potássica utilizada, revelou um menor rendimento médio de Açúcares Redutores Totais para todos os cultivares quando semeados na segunda época (23/01) devido, provavelmente, a uma redução na produtividade de grãos ocasionada pelas restrições hídricas impostas pelo declínio das precipitações pluviais a partir de março (Figura 2).

Ressalta-se que os valores de rendimento médio de Açúcares Redutores devem refletir os valores de produtividade de grãos, uma vez que foram obtidos a partir do produto entre teor médio de açúcares redutores totais e produtividade de grãos.

Para Gubiani (2005), o acúmulo de matéria seca sob condições favoráveis para a cultura da soja, de certo modo, melhora a capacidade de desenvolvimento do aparato fotossintético; com isto, elevam os índices de produção e, conseqüentemente, resulta em um maior armazenamento de carboidratos no grão.

Tabela 4. Médias dos rendimentos de Açúcares Redutores Totais de sete cultivares de soja, sob dois níveis de adubação potássica em duas épocas de semeadura, na safra 2013/2014, em Palmas - TO.

Cultivar	Época I (05/12)		Época II (23/01)		Média
	Baixo K	Alto K	Baixo K	Alto K	
BRS 333 RR	397,11 aB	701,13 bA	109,90 dD	176,12 eC	346,07 b
BRS 33871 RR	410,20 aB	653,55 cA	149,93 cD	302,01 cC	378,92 a
BRS 325 RR	252,43 cB	419,11 fA	78,79 eD	138,88 fC	222,30 d
M 9144 RR	372,13 bB	564,67 dA	197,61 bD	267,54 dC	350,49 b
P 98Y70 RR	359,62 bB	534,34 eA	113,66 dD	204,94 eC	303,14 c
TMG 1180 RR	420,16 aB	639,36 cA	199,96 bD	318,95 bC	394,61 a
TMG 1288 RR	228,04 cD	775,81 aA	291,37 aC	357,27 aB	413,12 a
Média	348,53 B	612,57 A	163,03 D	252,24 C	344,09

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna constituem grupo estatisticamente homogêneo, a 5% de significância pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Eficiência no teor de Açúcares Redutores Totais (ART)

A análise de variância (Tabela 5) revelou efeito significativo de cultivar, indicando diferenças estatísticas entre os cultivares quanto ao uso do potássio. O coeficiente de variação foi considerado baixo para a característica avaliada, indicando a boa precisão do experimento (COSTA et al., 2002).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para o índice de eficiência do uso do potássio para o teor de Açúcares Redutores Totais (%) em sete cultivares de soja, na safra 2013/2014, em Palmas - TO

Fator de Variação (FV)	Graus de Liberdade (GL)	Quadrado Médio (QM) ¹	Índice de eficiência no uso do Potássio	
		ART *	Cultivar	Índice
Bloco	7	0,021**	BRS 333 RR	0,50 b
Cultivar	6	0,014**	BRS 33871 RR	0,53 a
Erro	42	0,004	BRS 325 RR	0,63 a
Media	---	0,54	M 9144 RR	0,53 a
CV %	---	9,3	P 98Y70 RR	0,58 a
			TMG 1180 RR	0,56 a
			TMG 1288 RR	0,45b
			Média	0,54

Médias para o índice de eficiência do uso do potássio para a característica teor de Açúcares Redutores Totais de quatro características avaliadas em 07 cultivares de soja na safra 2013/14 em Palmas (TO).

¹Dados transformados em raiz quadrada de X; % ART*: Teor de açúcares redutores totais; ns: não significativo; ** significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Na Tabela 5 também são apresentados os valores médios da eficiência de uso do potássio para a característica teor de Açúcares Redutores Totais.

Os cultivares foram agrupados em dois grupos de médias. No grupo dos mais eficientes foram alocados cinco cultivares: BRS 33871 RR (0,53), M 9144 RR (0,53) e P 98Y70 RR (0,58), TMG 1180 RR (0,56) e BRS 325 RR (0,63), sendo que os três últimos apresentaram valores acima da média geral (0,54).

Os índices de eficiência são utilizados para classificar os cultivares como eficientes (índice acima da média sob alto e baixo nível de um determinado elemento mineral) e não eficientes (índice abaixo da média sob alto e baixo nível de um determinado elemento mineral), uma vez que são utilizadas as médias dos cultivares sob alto e baixo potássio (FISCHER et al., 1983).

Assim, consideram-se como eficientes os cultivares P 98Y70 RR (0,58), TMG 1180 RR (0,56) e BRS 325 RR (0,63) por pertencerem ao grupo mais eficiente e apresentarem valores acima da média geral (0,54).

Eficiência no rendimento de Açúcares Redutores Totais (RART)

A análise de variância (Tabela 6) revelou efeito não significativo para os cultivares, indicando baixa variabilidade para esta característica. O coeficiente de variação foi considerado baixo para a característica avaliada, indicando a boa precisão do experimento (COSTA et al., 2002).

Tabela 6. Resumo da análise de variância para o índice de eficiência do uso do potássio para o rendimento de Açúcares Redutores Totais ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) em sete cultivares de soja, na safra 2013/2014, em Palmas – TO.

Fator de Variação (FV)	Graus de Liberdade (GL)	Quadrado Médio (QM) ¹	Índice de eficiência para RART	
		RART *	Cultivar	Índice
Bloco	7	0,009 ^{ns}	BRS 333 RR	0,36
Cultivar	6	0,006 ^{ns}	BRS 33871 RR	0,34
Erro	42	0,004	BRS 325 RR	0,35
Media	---	0,56	M 9144 RR	0,42
CV %	---	10,95	P 98Y70 RR	0,37
			TMG 1180 RR	0,39
			TMG 1288 RR	0,34
			Média	0,37

Médias para o índice de eficiência para rendimento de Açúcar Redutores Totais de quatro características avaliadas em 07 cultivares de soja na safra 2013/14 em Palmas (TO).

¹Dados transformados em raiz quadrada de X; RART *: rendimento de açúcares redutores totais; ns: não significativo; ** significativo ao nível de 5% pelo teste F.

Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Os cultivares que apresentaram valores acima da média geral de eficiência (0,37) foram M 9144 RR (0,42) e TMG 1180 RR (0,39) (TABELA 6). Os demais cultivares apresentaram-se como pouco eficientes para rendimento médio de Açúcares Redutores. Assim, para esta característica, pode-se inferir que os cultivares M 9144 RR e TMG 1180 RR são eficientes.

Conclusões

Em semeaduras tardias e sob alta dose de potássio ($200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$), houve um maior acúmulo de açúcares redutores totais nos grãos;

Altas temperaturas e baixos índices pluviométricos na fase de enchimento de grãos favorecem o acúmulo de açúcares redutores totais nos grãos;

Os cultivares TMG 1288 RR, sob alto e baixo potássio, e TMG 1180 RR, sob baixo potássio, são promissores para produção de etanol, sendo este último também eficiente quanto ao uso de potássio.

Potassium fertilizer and sowing in soybeans for ethanol production

The biodiesel production chain generates co-products, such as molasses, which has potential to be used for biodiesel production and can add value and generate other sources of income for producers. In this sense, the present study evaluated cultivars in different sowing times as well as the potassium use efficiency, yield and content of carbohydrates, aiming the production of ethanol production in the center-south region of Tocantins state. In the agricultural year 2013/14, four field trials cultivars were held, two installed on 05/12/2013 and two on 01/23/2014. Two potassium doses were used for each season, being one high ($200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$) and the other low ($40 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

K₂O). We used randomized block design with four replications and seven treatments: BRS 333, BRS 33871, BRS 325, M 9144, P 98Y70, TMG 1180 and 1288 GMT. In late sowing and high doses of potassium (200 kg.ha⁻¹ K₂O), there was a greater accumulation of total reducing sugars in the grain. High temperatures and low rainfall in the grain filling stage favor the accumulation of total reducing sugars in the grain. TMG 1288 RR cultivars under high and low potassium and TMG 1180 RR under low potassium are promising choices for ethanol production, the latter being also efficient for potassium use.

Keywords: Biofuel. Potassium levels. Planting dates. Glycine max. Alcohol production.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEO VEGETAIS-ABIOVE. **Abiove prevê produção maior de soja na safra 2016/2017**. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/Soja/noticia/2016/09/abiove-preve-producao-maior-de-soja-na-safra-20162017.html>>. Acesso em: abr. 2017.

CHAVES FILHO, J. T.; STACCIARINI-SERAPHIN, E. Alteração no potencial osmótico e teor de carboidratos solúveis em plantas jovens de lobeira (*Solanum lycocarpum* St.-Hil.) em resposta ao estresse hídrico. **Revista Brasil**, Botucatu, v. 24, n. 2, p. 199-204, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v24n2/a10v24n2>>. Acesso em: mar. 2015.

COSTA, N. H. A. D.; SERAPHIN, J. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 243-249, 2002. Disponível em: <<http://http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2002000300003&script=sci...tIng...>>. Acesso em: mar. 2015.

CRUZ, C. D. Programa Genes: **Aplicativo computacional em genética e estatística**. Versão Windows, Viçosa, UFV, p. 10-15, 2007.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, p. 480, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Tecnologia de produção de soja** – região central do Brasil. Londrina: Embrapa, (Sistemas de Produção, n. 16), 2013.

FEHR, W. R.; CAVINNES, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON, J. S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. **Crop Science**, Madison, v. 11, n. 6, p. 929-931, 1971. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000131&pid=S0100...Ing...>. Acesso em: mar. 2015.

FISCHER, K. S.; JOHNSON, E. C.; EDMEDS, G. O. **Breeding and selection for drought resistance in tropical maize**. México: CIMMYT, p. 16, 1983. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000114&pid=S1806...Ing...>. Acesso em: fev. 2015.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo do que está por trás do que se vê. Passo Fundo: UPF, p. 125-207, 2011.

GUBIANI, E. I. **Crescimento e rendimento da soja em resposta à época de semeadura e arranjo de plantas**. 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre, 2005. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br> > ... > Ciências Agrárias > Fitotecnia>. Acesso em: fev. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Mapas de precipitações acumuladas**. Disponível em: < www.inmet.gov.br/>. Acesso em: jul. 2015.

LACERDA, C. F.; ENÉAS FILHO, J.; PINHEIRO, C. B. **Fisiologia Vegetal**. Fortaleza: UFC, 2007. Disponível em: <http://www.fisiologiavegetal.ufc.br/apostila/apresentacao_da_apostila.pdf>. Acesso em: jul. 2015.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, p. 30-75, 2006.

MALDONADE, I. R.; CARVALHO, P. G. B. de; FERREIRA, N. A. **Comunicado técnico 85** - Protocolo para determinação de açúcares totais em hortaliças pelo método de DNS. Brasília, 2013. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalias/busca-de-publicacoes/-/publicacao/956032/protocolo-para-determinacao-de-acucares-totais-em-hortalicas-pelo-metodo-de-dns>>. Acesso em: 05 abr. 2015.

NEUMANN, E. R.; PEREIRA, C. R.; RESENDE, J. T. V.; GOMES, A. C. S. G.; STOSKI, S. Doses de Potássio na Produção e Qualidade do Alcool de Batata Doce. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, p. 256- 266, 2014. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/rber/article/view/38617/0>>. Acesso em: mar. 2015

PAULA, S. A. **Influência da temperatura de cultivo e doses de fósforo no solo na composição bioquímica de sementes de soja**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011. Disponível em: <<http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/309/texto%20completo.pdf?sequence...>>.

REIS JÚNIOR, R. A.; MONNERAT, P. H. Exportação de nutrientes nos tubérculos de batata em função de doses de sulfato de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília. v. 19, n. 9, p. 227- 231, nov. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/hb/v19n3/v19n3a15.pdf>>. Acesso em: mar. 2015.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **Soja – do plantio à colheita**. UFV, Viçosa, p. 20-85, 2015.

SIQUEIRA, P. F. **Production of bio-ethanol from soybean molasses by Saccharomyces cerevisiae**. Dissertação (Mestrado em Processos Biotecnológicos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: <http://w3.ualg.pt/~sraposo/documentos/TPB_09/.../Artigo_8.pdf>. Acesso em: mar. 2015.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7. **Anais**. Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

STEINER, F. **Balço de potássio no sistema solo-planta influenciado pela textura e adubação potássica em solos tropicais**. Unesp, Botucatu, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/110938>>. Acesso em: 19 mar. 2015.

VIEIRA, F. C. F.; SANTOS JUNIOR, C. D.; NOGUEIRA, A. P. O.; DIAS, A. C. C.; HAMAWAKI, O. T.; BONETTI, A. M. Aspectos fisiológicos e bioquímicos de cultivares de soja submetidos a déficit hídrico induzido por Polietileno Glicol - PEG 6000. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 543-552, 2013. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br> > Home > Vol 29, No 3 (2013) > Freitas Vieira>. Acesso em: fev. 2015.

Histórico editorial:

Submetido em: 29/09/2016.

Aceito em: 31/05/2017.

Como citar:

ABNT

TOLLER, M.; PELUZIO, J. M.; REINA, E.; LIMA, M. D. de; HACKENHAAR, C.; HACKENHAAR, N. Adubação potássica e época de semeadura em soja para a produção de etanol. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 2, p. 75-88, abr./jun. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181114>

APA

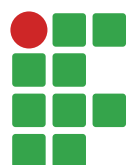
TOLLER, M., PELUZIO, J. M., REINA, E., LIMA, M. D. de, HACKENHAAR, C. & HACKENHAAR, N. (2018). Adubação potássica e época de semeadura em soja para a produção de etanol. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (2), 75-88. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181114>

ISO

TOLLER, M.; PELUZIO, J. M.; REINA, E.; LIMA, M. D. de; HACKENHAAR, C. e HACKENHAAR, N. Adubação potássica e época de semeadura em soja para a produção de etanol. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 2, pp. 75-88. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181114>

VANCOUVER

Toller M, Peluzio JM, Reina E, Lima MD de, Hackenhaar C, Hackenhaar N. Adubação potássica e época de semeadura em soja para a produção de etanol. *Rev agrogeoambiental*. 2018 abr./jun.; 10(2): 75-88. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181114>



Avaliação microbiológica e físico-química de um sistema experimental de tratamento de resíduos sólidos de hortaliças

Rosa Rodrigues da Silva¹

Evelyne Cazarotto Farezin²

Francisco Rafael Martins Soto³

Resumo

Este trabalho teve por objetivo a avaliação microbiológica e físico-química de um sistema experimental de tratamento de resíduos sólidos de hortaliças. Foi realizado durante 32 dias e constituído por: pré-compostagem, biodigestor, decantador e lagoas de estabilização. Adicionou-se de forma semicontínua 140 litros de resíduos sólidos de hortaliças. As coletas para as análises microbiológicas e físico-químicas ocorreram nos dias zero, sete, 14, 21, 28 e 32. Amostras foram coletadas na pré-compostagem; biodigestor; decantador e nas lagoas de estabilização. As análises bacteriológicas versaram a pesquisa de coliformes totais e termotolerantes. Foram analisados os seguintes parâmetros físico-químicos: temperatura, pH, sólidos totais, demanda química de oxigênio, nitrogênio e fósforo. Os resultados revelaram que foram detectadas pequenas mudanças na temperatura em cada fase do sistema com ampla variação dos valores de pH em todas as etapas, com resultados variando de acidez a alcalinidade. A biodigestão anaeróbia foi importante para a redução de sólidos totais, demanda química de oxigênio e nitrogênio. A pré-compostagem foi capaz de reduzir 98,55 % dos coliformes totais e nas etapas seguintes houve elevação deste valor, com valores próximos a 100 %. Houve eliminação de 100 % dos coliformes termotolerantes no biodigestor.

Palavras-chave: Coliformes. Biodigestão Anaeróbia. Decantador. Lagoa de Estabilização.

Introdução

Segundo a ISO 14.001:2015, que é uma norma internacionalmente aceita, o tratamento de resíduos sólidos e efluentes é uma estrutura desenvolvida para que uma organização possa consistentemente controlar seus impactos significativos sobre o meio ambiente e melhorar continuamente as operações e negócios.

Um dos principais entraves ao desenvolvimento da agroindústria de processamento mínimo de hortaliças em diversas partes do mundo está associado à significativa quantidade de resíduos sólidos de hortaliças (RSH) (NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015), que são gerados pela atividade, com

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, *Campus* São Roque/SP, graduanda em Tecnologia em Gestão Ambiental, rossilva851@gmail.com. Rodovia Prefeito Quintino de Lima, 2100, Bairro Paisagem Colonial, CEP, 18.136.540, São Roque, SP.

2 Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Palmeira das Missões/RS, graduanda em Zootecnia. evecazarotto@hotmail.com.

3 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, *Campus* São Roque/SP, docente, sotofrm@ifsp.edu.br.

uma boa parcela começando a ser produzida no sistema produtivo, relacionado principalmente com a ausência ou baixa aplicação de boas práticas de produção (OLIVEIRA et al., 2009).

O tratamento ausente ou inadequado de RSH gera desdobramentos que causam prejuízo para o meio ambiente, para a saúde pública e a sociedade em geral, principalmente devido à grande quantidade de água presente no RSH (GONÇALVES et al., 2011). O termo resíduo é utilizado em sentido amplo, englobando não somente sólidos, mas também os efluentes líquidos e os materiais presentes nas emissões atmosféricas (TIMOFIECSYK; PAWLOWSKY, 2000). Particularmente, RSH podem ser originários no sistema produtivo, no processamento ou na comercialização.

A água contaminada por matéria fecal de origem humana, por exemplo, utilizada na irrigação de hortas, contribui para a contaminação das folhas das hortaliças por bactérias e ovos de parasitas intestinais (FALAVIGNA et al., 2005), o que acelera a sua decomposição e aumenta a produção de RSH, além de implicações negativas para a saúde pública.

O crescente consumo pela população de hortaliças minimamente processadas tem contribuído para o aumento significativo de RSH (MOURA, 2014). Tal fato está relacionado ao elevado padrão de qualidade das folhas, que é exigido pelos compradores do comércio varejista, o que obriga parte da agroindústria ao descarte de elevadas porcentagens de folhas e alta quantidade de água potável para atingir a qualidade exigida pelo mercado comprador (SANTOS et al., 2012). Invariavelmente, estes dois procedimentos aumentarão a pressão por gerar mais volumes de RSH, que devem ser adequadamente tratados com o desenvolvimento de tecnologias com relação custo-benefício favorável.

A maior parte dos RSH são dispostos no ambiente ou utilizados na alimentação animal sem qualquer tratamento, o que gera restrições legais para tal prática (MIGUEL et al., 2008). A manutenção de RSH não tratados na superfície do solo dificulta a ação microbiana em virtude do menor contato com o solo, resultando em uma decomposição mais lenta. Com isso, e também com o constante aporte de resíduos, é possível ocorrer produção contínua de compostos orgânicos de baixa massa molecular, sendo seu efeito contínuo na fertilidade (PAVINATO; ROSOLEM, 2008). Ademais, RSH deixados na superfície do solo podem também diminuir a acidez e reduzir o efeito do alumínio (AMARAL et al., 2000).

O tratamento de RSH em uma agroindústria deve possibilitar oportunidades mercadológicas e sociais interessantes para a empresa, além da promoção de um meio ambiente saudável e da saúde pública (SANTOS et al., 2015). Entretanto, há uma carência de trabalhos que permitam o desenvolvimento e a implantação de um sistema de tratamento de RSH que seja capaz de atingir o objetivo sanitário, ambiental, econômico e social, promovendo a sustentabilidade na atividade agroindustrial.

Este trabalho teve por objetivo a avaliação microbiológica e físico-química do efluente gerado em uma unidade experimental para tratamento de RSH.

Material e métodos

O trabalho foi realizado na área experimental durante 32 dias, no período compreendido entre 03 de maio e 04 de junho de 2016 no interior de uma estufa (FIGURA 1), Latitude: -23.5308, Longitude: -47.1355, 23° 31' 51" Sul, 47° 8' 8" Oeste, clima subtropical úmido e temperatura média de 18 °C.

O sistema experimental de tratamento de RSH foi constituído à base de policloreto de vinil (PVC), com os seguintes componentes: um galão com capacidade de 10 L, fase biológica aeróbia, denominada pré-compostagem, este galão foi conectado a um biodigestor com capacidade para

100 L, fase biológica anaeróbia, denominada biodigestor, que recebeu o chorume oriundo da fase de pré-compostagem. A este biodigestor no centro da sua tampa foi inserido um cano de 0,75 polegadas e um registro a ser aberto para identificar se havia produção de biogás. Interligado ao biodigestor, adicionou-se um decantador, fase físico-química, denominada decantação com capacidade para 10 L. Ao decantador interligaram-se duas lagoas de estabilização, com capacidade cada uma para 20 L e altura de 50 cm com cano de uma polegada, no qual foi colocado aguapé (*Eichhornia crassipes*) com função biorremediadora. Ao final desta etapa, o efluente era lançado em um corpo receptor (FIGURA 1).

Durante o período experimental, adicionou-se de forma semicontínua 140 litros de resíduos sólidos de hortaliças, originários de uma agroindústria do município de Ibiúna (SP), cujos produtores praticavam o cultivo convencional com o uso de adubos químicos e agrotóxicos.

Figura 1. Sistema experimental de tratamento de resíduos sólidos de hortaliças



1- Pré-compostagem; 2- Biodigestor; 3- Decantador; 4 e 5- Lagoas de estabilização

Fonte: Elaboração do autor.

As coletas para as análises microbiológicas e físico-químicas ocorreram semanalmente nos dias zero, sete, 14, 21, 28 e 32 em cada etapa do sistema, ou seja: pré compostagem; biodigestor; decantador; lagoas de estabilização.

As análises bacteriológicas para a pesquisa de coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTT) foram efetuadas com o uso da técnica utilizada por Vanderzant e Splittstoesser (1992) e Silva et al. (2007).

Os tubos foram incubados a $35\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ de 24 a 48 horas. Após este período, tubos de Durham que apresentaram gás no interior foram considerados positivos e comparados com as combinações presentes na tabela de número mais provável (NMP) para CT. Para a pesquisa e contagem de CTT, com a utilização de alça de inoculação, foram retiradas alíquotas dos tubos positivos e replicadas para um tubo contendo 10 mL de caldo EC com Durham e incubados em estufa a $45\text{ °C} \pm 2\text{ °C}/24\text{-}48$ horas. Após este período, a presença de CTT foi confirmada pela formação de gás no tubo de Durham e comparada com a tabela de NMP para CTT.

Foram analisados os seguintes parâmetros físico-químicos: temperatura, pH, sólidos totais (ST), Demanda Química de Oxigênio (DQO), nitrogênio e fósforo. A temperatura foi aferida diariamente com horário pré-determinado, desde o dia zero até o 32º dia do sistema, com a introdução do termômetro durante três minutos no interior de cada componente.

Para a determinação do pH foi utilizado o método da reação em cloreto de cálcio (CaCl_2 0,01 mol.L⁻¹) (RAIJ, 2001).

Em relação às análises de ST, as amostras dos substratos e efluentes dos RSH foram acondicionadas em cadinhos de porcelana previamente tarados, pesados para se obter o peso úmido do material e, em seguida, levadas à estufa com circulação forçada de ar, à temperatura aproximada de 105 °C, por um período de 24 horas e, posteriormente, resfriadas em dessecador e pesadas novamente em uma balança analítica com precisão de 0,01 g, obtendo-se o peso seco (determinação de ST). O teor de sólidos totais foi determinado segundo metodologia descrita pela American Public Health Association- APHA (2000).

O nitrogênio foi calculado a partir do método de semimicro Kjeldahl, que consistiu na transformação do nitrogênio amoniacal (NH_4)₂ SO₄ em amônia (NH₃), a qual foi fixada pelo ácido bórico e posteriormente titulada com H₂SO₄ até nova formação de (NH_4)₂ SO₄ na presença de indicador ácido/base. A digestão sulfúrica ocorreu em ácido sulfúrico com sais catalisadores. O fósforo foi determinado por digestão nitroperclórica seguida de colorimetria (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS- AOAC, 1990).

A DQO foi determinada da amostra de RSH, considerando a quantidade de oxigênio consumida na oxidação da matéria orgânica por um forte agente oxidante (APHA, 2000).

Resultados e discussão

Na Tabela 1 estão apresentados os resultados médios obtidos nos parâmetros físico-químicos investigados.

Tabela 1. Resultados médios (zero, sete, 14, 21, 28 e 32 dias) obtidos em relação aos parâmetros físico-químicos investigados no sistema experimental de tratamento de resíduos sólidos de hortaliças em seus diferentes componentes.

Componente	T ° C	pH	ST ¹	DQO ²	N ¹	P ¹
Pré-Compostagem	22,20	5,49	1,57	7488	5,26	0,15
Biodigestor	21,11	5,98	1,49	4300	3,91	0,21
Decantador	19,86	7,54	1,49	4300	3,91	0,21
Lagoas	19,00	6,33	1,49	4300	3,91	0,21

T- temperatura em graus Celsius, pH- Potencial hidrogênionico, ST- sólidos totais, DQO- Demanda Química de Oxigênio, N- nitrogênio, P- fósforo, 1- expresso em porcentagem da massa seca, 2- expresso em mg/L.

Fonte: Elaboração do autor.

Em relação à temperatura, pode-se observar que o maior valor ocorreu no componente pré-compostagem, com redução pequena (TABELA 1). Tal resultado pode ser atribuído a uma maior taxa de atividade microbiana nos momentos iniciais de pré-compostagem e biodigestor e decréscimo nas etapas finais: decantador e lagoas. Acredita-se que estes resultados poderiam ser superiores caso o experimento fosse feito em uma época mais quente do ano (primavera e verão), o que precisa ser investigado em futuros estudos.

Os micro-organismos não conseguem controlar sua temperatura interna, sendo dependentes da temperatura externa, ou seja, da temperatura ambiente. Os efeitos da temperatura externa nos micro-organismos, sejam estes metanogênicos ou não, são importantes na multiplicação destes micro-organismos, nas reações enzimáticas e na oxidação da matéria orgânica (COURAS et al., 2014; YOO et al. 2014).

Provavelmente, na época que foi realizado o experimento, no final do outono, as baixas temperaturas ambientais podem ter influenciado os resultados obtidos.

Para o parâmetro pH, no dia zero, o resultado foi de 5,43, posteriormente os valores nos momentos iniciais da pré-compostagem e biodigestor mantiveram-se na faixa de acidez, com provável predomínio de micro-organismos acidófilos. Na etapa do decantador, houve uma mudança de resultado, com o pH evoluindo para a leve alcalinidade. Já na fase de lagoa, detectou-se novamente uma inversão de resultados, com o pH levemente ácido. Esta ampla variação de valores de pH indicou os diferentes predomínios de classes de micro-organismos: acidófilos e mesófilos. Vale ressaltar que estes valores médios de pH estão dentro das faixas de variações de mínimo e máximo para o crescimento da maior parte de micro-organismos anaeróbios, que é entre 4,0 e 9,0 (PEREIRA et al., 2009). Evidencia-se, desta forma, que a alcalinidade ou a acidez é devido à interação entre este e a comunidade de micro-organismos e o substrato (HORIUCHI et al, 2002).

Em relação à pesquisa de sólidos totais, no dia zero, o resultado foi de 1,56 % e não houve redução deste parâmetro na etapa de pré-compostagem. Observou-se que o processo de biodigestão anaeróbica foi determinante para a sua redução, mesmo a valores pequenos, passando de 1,57 % para 1,49 %. Concluiu-se que a decantação e a lagoa, mesmo com o aguapé, foram ineficientes para a sua redução.

Os resultados obtidos em relação a DQO reforçaram o papel importante da biodigestão anaeróbica, passando de 7.488 mg/L na pré-compostagem para 4.300 mg/L na fase de biodigestor, redução de 42,57 %, o que não ocorreu nas fases seguintes. Silva et al. (2013) em uma investigação na qual utilizaram como substrato uma massa de resíduos que foi constituída por dez tipos diferentes de resíduos vegetais obtiveram uma redução da DQO de 54,1 % na fase anaeróbica, resultado ligeiramente superior quando comparado ao presente estudo.

O biodigestor foi também protagonista para reduzir os valores de nitrogênio, no dia zero o resultado obtido foi 5,46 mg/L, passando de 5,26 mg/L na pré-compostagem para 3,91 mg/L no biodigestor, redução de 25,66 %, o que também não foi verificado nas etapas posteriores. Para o parâmetro fósforo, no dia zero o resultado foi de 0,18 mg/L e houve uma redução de 16,66 % deste elemento na fase de pré - compostagem e aumento de 28,57 % para a etapa de biodigestão, mantendo este resultado na decantação e lagoa de estabilização. Tal resultado pode ser atribuído ao acúmulo de fósforo no interior das células microbianas (VALENTE et al., 2016).

Não foi detectada a produção de biogás no biodigestor durante o período que foi efetuado o experimento. Esta ausência de biogás pode ser atribuída à baixa concentração de hidratos de carbono presentes no RSH e ao curto tempo do experimento, o que provavelmente inviabilizou sua produção (GIULIANO et al., 2013). Há de ser considerado também que o pH do resíduo vegetal situa-se na

faixa de 4 a 5, condição não propícia para a multiplicação das arqueias metanogênicas (SILVA et al., 2013).

Futuros experimentos associando resíduos com alta concentração de hidratos de carbono podem contribuir para a produção de biogás. Leite et al. (2014) avaliaram a digestão anaeróbia da mistura de 80 % de resíduos sólidos vegetais mais 20 % de lodo de esgoto, em reator anaeróbio, a taxa de produção média de gás metano de 0,25 L CH₄ (g DQO) foi removida.

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados obtidos em relação aos parâmetros microbiológicos investigados.

Tabela 2. Resultados médios (sete, 14, 21, 28 e 32 dias) obtidos em relação aos parâmetros microbiológicos investigados no sistema experimental de tratamento de resíduos sólidos de hortaliças em seus diferentes componentes.

Componente	CT ¹	CTT ¹
Pré-compostagem	3,46	2,85
Biodigestor	2,50	Zero
Decantador	2,78	Zero
Lagoas	2,00	Zero

CT- coliformes totais, CTT- coliformes termotolerantes, 1- expressos em unidades formadoras de colônias (UFC/mL).

Fonte: Elaboração do autor

No dia zero do experimento foram detectados valores de 240 UFC/mL tanto para coliformes totais quanto para termotolerantes. Entretanto, ainda na fase de pré-compostagem, houve redução de 98,55 % dos coliformes totais e redução de 98,81 % para termotolerantes. Nas etapas seguintes a redução foi maior para coliformes totais, atingindo 98,95 % para o biodigestor; 98,84 % para o decantador e 99,16 % para as lagoas. Para os coliformes termotolerantes a partir da etapa do biodigestor houve eliminação de 100 % deste micro-organismo. Duda e Oliveira (2009), em uma pesquisa com reatores em batelada, abastecidos com resíduo orgânico, obtiveram valores de redução de 98,88 % de coliformes totais e de 96,87 % de termotolerantes, resultados parecidos com os encontrados na presente investigação.

Este resultado assume relevância em saúde pública, haja vista que este é considerado indicador de contaminação ambiental e sanitária (ORRICO JUNIOR et al., 2012).

Conclusão

Nas condições em que foi realizado o experimento, pode-se concluir que:

- Há necessidade deste experimento ser repetido em épocas distintas no ano, pois trata-se de um processo altamente sensível e dependente de micro-organismos;
- Foram detectadas pequenas mudanças na temperatura em cada fase do sistema;
- Houve ampla variação dos valores de pH em todas as etapas, com resultados variando de acidez a alcalinidade;

- O processo de biodigestão anaeróbica foi determinante para a redução de sólidos totais, demanda química de oxigênio e nitrogênio e nas etapas posteriores foram ineficientes para a sua diminuição;
- Na fase de pré-compostagem, houve redução de 98,55 % dos coliformes totais e nas etapas seguintes houve elevação deste valor, com valores próximos a 100 %;
- Para os coliformes termotolerantes, a partir da etapa do biodigestor, houve eliminação de 100 % deste micro-organismo.

Microbiological and physical-chemical evaluation of an experimental system for treating solid waste vegetable

Abstract

This study aimed microbiological and physical-chemical evaluation of an experimental system for treating solid waste vegetables. It was held for 32 days and consists of: pre-composting, biodigester, decanter and stabilization ponds. 140 liters of waste vegetable were added semi-continually. Sampling for microbiological and physical-chemical analysis were collected on days zero, seven, 14, 21, 28 and 32. They were collected from pre-composting; biodigester; decanter and stabilization ponds. Bacteriological analysis aimed the research of total and thermotolerant coliforms. The following physical-chemical parameters were analyzed: temperature, pH, total solids, chemical oxygen demand, nitrogen and phosphorus. The results revealed small changes in temperature in each phase of the system, with a wide range of pH on all steps, and results varying from acidity to alkalinity. Anaerobic digestion was important for the reduction of total solids, chemical oxygen demand and nitrogen. Pre-composting was able to reduce 98.55% of total coliforms and there was an increase of this value in the following phases, with values close to 100 %. Coliforms were eliminated 100 % in the biodigester.

Keywords: Coliforms. Anaerobic Biodigestion. Decanter. Stabilization Pond.

Referências

AMARAL, A. S.; ANGHINONI, V. S. I.; MEURER, E. J. Resíduos vegetais na superfície do solo afetam a acidez do solo e a eficiência do herbicida flumetsulam, **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 5, p. 789-794, 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v30n5/a08v30n5>>. Acesso em: nov. 2016.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. Official methods of analysis. 15. ed. Washington: D.C., p. 567- 577, 1990.

ASSOCIATION PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. AWWA. WPCF. **Standart methods for the examination of water and wastewater**. 20. ed. Washington: American Public Health Association, p. 345- 350, 2000.

COURAS, C. S.; LOUROS, V. L.; GRILO, A. M.; LEITÃO, J. H.; CAPELA, M. I.; ARROJA, L. M.; NADAIS, M. H. Effects of operational shocks on key microbial populations for biogas production in UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) reactors. **Energy**, v. 73, p. 866-874, 2014. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036054421400797X>>. Acesso em: nov. 2016.

DUDA, R. M.; OLIVEIRA, R. A. Reatores anaeróbios operados em batelada sequencial seguidos de lagoas de polimento para o tratamento de águas residuárias de suinocultura. Parte II: remoção de nutrientes e coliformes. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 1, p. 135-147, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/27809>>. Acesso em: nov. 2016.

FALAVIGNA, L. C.; FREITAS, C. B. R.; MELO, G. C.; ARAÚJO, L. N. S. M.; GUILHERME, A. L. F. Qualidade de hortaliças comercializadas no noroeste do Paraná, Brasil. **Parasitologia Latino Americana**, v. 60, p. 144 - 149, 2005. Disponível em: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0717-77122005000200007&script=sci_arttext>. Acesso em: nov. 2016.

HORIUCHI, J. I. L.; SHIMIZU, T.; TADA, K.; KANNO, T.; KOBAYASHI, M. Selective production of organic acids in anaerobic acid reactor by pH control. **Bioresource Technology**, v. 82, n. 3, p. 209-213, 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096085240100195X>>. Acesso em: nov. 2016.

GIULIANO, A.; BOLZONELLA, D.; PAVAN, P.; CAVINATO, C.; GECCHI, F. Co-digestion of livestock effluents, energy crops and agro-waste. Feeding and process optimization in mesophilic and thermophilic conditions. **Bioresource Technology**, v. 128, p. 612-618, 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852412016756>>. Acesso em: nov. 2016.

GONÇALVES, R. D.; MOREIRA, D. A.; ERASTO, F. A.; COSTA, R. R.; ARAUJO, A. K. Análises de qualidade das matérias-primas desprezadas oriundas da feira livre de Bananeiras-PB. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 1, n. 1, p. 1, 2011. Disponível em: <<http://gvaa.com.br/revista/index.php/CVADS/article/view/939>>. Acesso em: nov. 2016.

LEITE, V. D.; SOUSA, J. T.; LOPES, W. S.; HENRIQUE, I. N.; BARROS, A. J. M. Bioestabilização anaeróbia de resíduos sólidos orgânicos: aspectos quantitativos. **Tecnológica**, Santa Cruz do Sul, v. 18, n. 2, p. 90-96, 2014. Disponível em: < <http://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/4888>>. Acesso em: nov. 2016.

MIGUEL, A. C. A.; ALBERTINI, S.; BEGIATO, G. F.; DIAS, J. R. P. S.; SPOTO, M. H. F. Aproveitamento agroindustrial de resíduos sólidos provenientes do melão minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 733-737, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/3959/395940088033/>>. Acesso em: nov. 2016.

MOURA, L. B. Gerenciamento de resíduos em empresas do setor hortifrúti localizadas na região do Cariri-Ceará. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 5, p. 21-24, 2013. Disponível em: <<http://gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1980>>. Acesso em: nov. 2016.

NASCIMENTO FILHO, W. B.; FRANCO, C. R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 1968-1987, 2015. Disponível em: <<http://rvq-sub.s bq.org.br/index.php/rvq/article/view/880>>. Acesso em: nov. 2016.

OLIVEIRA, C. F.; UGUEN, K.; SOUSA, S. G. A. Caracterização da produção de hortaliças na região periurbana de Parintins-AM. **Cadernos de Agroecologia**, v. 4, n.1, p. 2859-2861, 2009. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/8821>>. Acesso em: nov. 2016.

ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JUNIOR, J.; SAMPAIO, A. A. M.; FERNANDES, A. R. M.; OLIVEIRA, E. A. Biodigestão anaeróbia dos dejetos da bovinocultura de corte: influência do período, do genótipo e da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 6, p. 1533-1538, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/1877>>. Acesso em: nov. 2016.

PAVINATO, P. S.; ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 911-920, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/1802/180214229001/>>. Acesso em: nov. 2016.

PEREIRA, E. L.; CAMPOS, C. M. M.; MONTERANI, F. Efeitos do pH, acidez e alcalinidade na microbiota de um reator anaeróbico de manta de lodo (UASB) tratando efluentes de suinocultura. **Revista Ambiente e Água**, v. 4, n. 3, p. 157-168, 2009. Disponível em: <<http://www.ambi-agua.net/seer/index.php/ambi-agua/article/view/304>>. Acesso em: nov. 2016.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise Química para Avaliação da Fertilidade de Solos Tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001, p.15- 25.

SANTOS, A. T. L.; HENRIQUE, N. S.; SHHLINDWEIN, J. A.; FERREIRA, E.; STACHIW, R. Aproveitamento da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos para produção de composto orgânico. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 15-28, 2015. Disponível em: <<http://www.periodicos.unir.br/index.php/rolimdemoura/article/view/1177>>. Acesso em: nov. 2016.

SANTOS, H. D. S.; MURATORI, M. C. S.; MARQUES, A. L. A.; ALVES, V. C.; CARDOSO FILHO, F. D. C.; COSTA, A. P. R.; ROSA, C. A. D. R. Evaluation of the efficacy of sodium hypochlorite in sanitization of lettuce (*Lactuca sativa*). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 1, p. 50-60, 2012. Disponível em: <http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552012000100008&lng=es&nrm=iso&tIng=es>. Acesso em: nov. 2016.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SIVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007. p. 119-129.

SILVA, W. R.; LEITE, V. D.; SOUSA, J. T. S.; LOPES, W. S.; BARROS, A. J. M. Digestão anaeróbia de resíduos vegetais com baixa concentração de sólidos em reator compartimentado. **Gaia Scientia**, Paraíba, v. 7, p. 42-49, 2013. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/article/view/18013>>. Acesso em: nov. 2016.

TIMOFIECSYK, F. R.; PAWLOWSKY, U. Minimização de Resíduos na Indústria de Alimentos: revisão. **Boletim CEPPA**, v. 18, n. 2, p. 221-236, 2000. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=>. Acesso em: nov. 2016.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; PEREIRA, H. D. S.; PILOTTO, M. V. T. Composting of marine fish residues and rice husk. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 2, p. 237-248, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-99402016000200237&script=sci_arttext&tlng=pt>. Acesso em: nov. 2016.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for microbiological examination for foods**. 3. ed. Washington: American Public Health Association, 1992. p. 325-367.

YOO, R. H.; KIM, J. H.; MCCARTY, P. L.; BAE, J. H. Effect of temperature on the treatment of domestic wastewater with a staged anaerobic fluidized membrane bioreactor. **Water Science & Technology**, v. 69, n. 6, p. 1145-1150, 2014. Disponível em: <<http://wst.iwaponline.com/content/69/6/1145>>. Acesso em: nov. 2016.

Histórico editorial:

Submetido em: 02/10/2016.

Aceito em: 13/06/2017.

Como citar:

ABNT

SILVA, R. R. da.; FAREZIN, E. C.; SOTO, F. R. M. Avaliação microbiológica e físico-química de um sistema experimental de tratamento de resíduos sólidos de hortaliças. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 2, p. 89-98, abr./jun. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181118>

APA

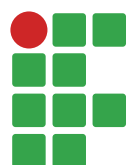
SILVA, R. R. da., FAREZIN, E. C. & SOTO, F. R. M. (2018). Avaliação microbiológica e físico-química de um sistema experimental de tratamento de resíduos sólidos de hortaliças. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (2), 89-98. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181118>

ISO

SILVA, R. R. da.; FAREZIN, E. C. e SOTO, F. R. M. Avaliação microbiológica e físico-química de um sistema experimental de tratamento de resíduos sólidos de hortaliças. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 2, pp. 89-98. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181118>

VANCOUVER

Silva RR da, Farezin EC, Soto FRM. Avaliação microbiológica e físico-química de um sistema experimental de tratamento de resíduos sólidos de hortaliças. *Rev agrogeoambiental*. 2018. abr./jun.; 10(2): 89-98. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181118>



Espécies do cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas, Gurupi (TO)

Bianca Pietsch Cunha Bendito¹

Patrícia Aparecida de Souza²

Rômulo Quirino de Souza Ferreira³

Jacqueline Bonfim e Cândido⁴

Priscila Bezerra de Souza⁵

Resumo

A cobertura vegetal do Bioma Cerrado vem sendo substituída em decorrência de atividades antrópicas, necessitando de técnicas e estratégias para a recuperação das áreas degradadas. Este trabalho objetivou identificar e recomendar espécies arbustivo-arbóreas da flora de uma área de cerrado *sensu stricto*, estado do Tocantins, para auxiliar no manejo adequado de áreas similares. Foram instaladas, em área de cerrado *sensu stricto* da fazenda experimental da UFT, três parcelas amostrais na área experimental, com dimensões de 20 × 50 m cada uma, totalizando 3.000 m². Todos os indivíduos arbustivo-arbóreos com circunferência maior ou igual a 10 cm, a 1,30 cm do solo (CAP), foram amostrados. A fim de obter os parâmetros fitossociológicos, foi utilizado o programa Fitopac versão 2.1. Determinou-se a forma de vida de acordo com a classificação de Raunkiaer para espécies amostradas e identificadas em nível específico. Foram identificados 598 indivíduos, 78 espécies e 39 famílias. A forma de vida predominante entre as espécies identificadas na área de cerrado foram as Fanerófitas. As famílias que apresentaram maior número de indivíduos foram: Vochysiaceae, Myrtaceae, Burseraceae, Malpighiaceae e Fabaceae. As espécies que apresentaram maior valor de cobertura foram *Protium heptaphyllum*, *Myrcia splendens*, *Qualea multiflora*, *Tapirira guianensis*, *Magonia pubescens* *Copaifera langsdorffii* Desf, *Psidium guineense* Sw, *Cordia glabrata* (Mart.) A.DC, inferindo que essas espécies possuem grande potencial para áreas degradadas do Bioma Cerrado. **Palavras-chave:** Cerrado *sensu stricto*. Raunkiaer. Manejo. Parâmetros fitossociológicos.

Introdução

O Cerrado, considerado um dos “hotspots” mundiais, é uma das regiões com maior biodiversidade do mundo, sendo um dos domínios mais ricos e ameaçados, com enorme riqueza e concentração de espécies endêmicas (MYERS et al., 2000). O Cerrado apresenta um gradiente de biomassa,

1 Universidade Federal do Tocantins, engenheira ambiental, mestre em Ciências Florestais e Ambientais. biancapcb.engamb@gmail.com.

2 Universidade Federal do Tocantins, professora doutora do programa de pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais. patriciaapsouza@uft.edu.br.

3 Universidade Federal do Tocantins, engenheiro florestal, mestre em Ciências Florestais e Ambientais. romulo_florestal@hotmail.com.

4 Universidade Federal do Tocantins, bióloga, mestre em Ciências Florestais e Ambientais. jacqueline.bonfim@hotmail.com.

5 Universidade Federal do Tocantins, professora doutora do programa de pós-graduação em Ciência Florestais e Ambientais. priscilauft@uft.edu.br.

que pode ser subdividido em campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerrado típico e cerradão (SOUZA, 2004). Essa divisão baseia-se apenas na fisionomia da vegetação, visto que a composição florística entre as várias fisionomias de cerrado varia significativamente. Além disso, como um todo, não possui uma vegetação caracterizada por uma única flora, mas duas, sendo uma herbáceo-subarbusciva e outra lenhosa (NERI et al., 2011).

Segundo Starr (2009), o Cerrado possui 41,6 % de sua cobertura vegetal substituídos em decorrência de atividades antrópicas, desenvolvidas desordenadamente, sem considerar aspectos conservacionistas, o que acarreta a degradação dos ecossistemas e alterações na cobertura vegetal, que podem ter como consequência a erosão dos solos, o assoreamento dos cursos d'água, a degradação de diversas nascentes, a extinção de várias espécies, os deslizamentos em área com declividade, além das enchentes nas áreas urbanas (PREGELLI et al., 2008). Desta forma, a demanda por conhecimento gerada pela sociedade para reversão dos problemas ambientais tem suscitado a criação de novas técnicas e estratégias de recuperação de áreas degradadas, assim como dos ecossistemas intensamente modificados pela atividade antrópica (VALCARCEL; SILVA, 1997).

Rodrigues e Gandolfi (2004) afirmam que a recuperação da vegetação de uma área degradada fundamenta-se em: caracterização florística (o que plantar); levantamento fitossociológico (quanto plantar) e nos princípios de sucessão secundária (como plantar), com o objetivo de reconstituir o ecossistema, garantindo a manutenção da biodiversidade vegetal e suas interações com a fauna ao longo do tempo.

Escolher corretamente a comunidade de plantas que iniciará o processo de sucessão em uma área degradada é um dos pontos mais críticos do processo de recuperação (NERI et al., 2011). Estudos fitossociológicos de ambientes naturais preservados, alterados, perturbados e degradados têm como objetivo não apenas a escolha das espécies, mas também a descoberta de como empregá-las eficientemente nos projetos de recuperação. A tentativa de reprodução das estruturas das comunidades vegetais parece ser o melhor caminho, pois tem sido largamente empregada com bons resultados (CORRÊA; MELO FILHO, 1998).

Com o intuito de conhecer e selecionar espécies que tenham potencial de uso na recuperação de áreas degradadas da fazenda experimental da Universidade Federal do Tocantins, *Campus* de Gurupi (TO), objetivou-se identificar e recomendar espécies arbustivo-arbóreas da flora de um cerrado *sensu stricto* para auxiliar no manejo adequado de áreas similares.

Material e métodos

A amostragem foi realizada em 2015, em uma área de cerrado *sensu stricto* de aproximadamente 38 ha inseridos na fazenda experimental da Universidade Federal do Tocantins (UFT), *Campus* de Gurupi (TO), sob as coordenadas UTM 11°46'25 S e 49°02'54 W. O estudo foi realizado utilizando o método de parcela (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974). Foram alocadas sistematicamente três parcelas permanentes de 20 × 50 m, ou seja, 1.000 m² cada, distanciadas 20 m entre si, totalizando uma área amostral de 0,3 ha. No interior das parcelas, foram amostrados todos os indivíduos arbustivo-arbóreos com circunferência maior ou igual a 10 cm, à altura do peito (CAP), a 1,30 m do solo.

Os materiais botânicos das espécies amostradas foram herborizados seguindo as técnicas convencionais propostas por Fidalgo e Bononi (1984) e Mori et al. (1985), posteriormente os materiais botânicos foram identificados com o auxílio de lupa binocular, bibliografia especializada, consulta a

especialistas e comparações com materiais depositados no Herbário do Tocantins (HTO), localizado na Universidade Federal do Tocantins – *Campus* Porto Nacional (TO).

As espécies foram classificadas com base no sistema de classificação APG IV (2016). A grafia e autoria dos binômios específicos e sinônimas foram confirmadas nas bases de dados “Lista de Espécies da Flora do Brasil” (FLORA, 2017) e “International Plant Names Index” (IPNI, 2017).

Os parâmetros fitossociológicos Densidade Relativa (DR), Densidade Absoluta (DA), Dominância Relativa (DOR), Frequência Absoluta (FA) e Índice de Valor de Cobertura foram calculados pelas formas tradicionais, a partir do uso do programa Fitopac versão 2.1.2 (SHEPERD, 2010).

A determinação das formas de vida foi realizada pela distribuição de espécies por formas de vida de Raunkiaer - 1934 (MUELLER-DOMBOIS; ELLENBERG, 1974), por meio da chave dos principais grupos de formas de vida para posterior confecção do espectro biológico de Raunkiaer, conforme Mueller-Dombois e Ellenberg (1974).

O sistema de classificação de Raunkiaer é orientado ecologicamente e é baseado na posição das gemas apicais ou órgãos dos quais novos ramos ou folhas se desenvolvem após a estação desfavorável (MEIRELLES et al., 1999). A composição dessas formas de vida em adição à composição de espécies é de especial interesse por fornecer informações sobre a resposta da comunidade aos fatores ambientais e também ao estágio de sucessão (CAIAFA; SILVA, 2005).

Para avaliar o estágio sucessional, as espécies foram classificadas em quatro grupos ecológicos (P: pioneira, SI: secundária inicial, ST: secundária tardia e C: clímax) (GANDOLFI et al., 1995; TABARELLI ; MANTOVANI, 1999; OLIVEIRA et al., 2001; OLIVEIRA, 2002), considerando as características apresentadas pelos indivíduos *in loco* e por meio de revisão bibliográfica especializada (SILVA et al., 2012).

Resultados e discussão

Foram identificados 598 indivíduos, pertencentes a 78 espécies, incluídas em 39 famílias. Das espécies encontradas, as que tinham maior número de indivíduos encontrados foram *Myrcia splendens* (Sw.) DC. (78), *Qualea multiflora* Mart. (59), *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand (45), *Magonia pubescens* A.St.-Hil. (32), *Qualea grandiflora* Mart. (30), *Qualea parviflora* Mart. (26), *Byrsonima pachyphylla* A.Juss. (18), *Tapirira guianensis* Aubl. (17), *Antonia ovata* Pohl (15), *Byrsonima stipulacea* A.Juss. (15), *Luehea grandiflora* Mart. & Zucc. (15), *Terminalia argentea* Mart. (13) (Tabela 1).

Tabela 1. Estimativa dos parâmetros fitossociológicos das principais espécies e do grupo de árvores mortas amostradas em 0,3 ha de cerrado *sensu stricto*, inseridos na fazenda experimental da UFT, *Campus* de Gurupi (TO). Ordenadas de forma decrescente em valor de cobertura, em que: NI= número de indivíduos; DA= densidade absoluta (número de indivíduos/ha); DR= densidade relativa (%); FA= frequência absoluta (%); FR= frequência relativa (%); DoA= dominância absoluta (m²/ha); IVC= índice de valor de cobertura (%) e GE= Grupo Ecológico (P: pioneira, SI: secundária inicial, ST: secundária tardia e C: clímax).

ESPÉCIES	NI	DA	DR	FA	FR	DoA	IVC%	GE
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	45	150	7,53	100	2,19	22,66	19,00	SI, ST
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	78	260	13,04	100	2,19	10,62	18,42	P
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	59	197	9,87	100	2,19	10,52	15,19	SI, ST
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	17	57	2,84	100	2,19	18,08	12,00	P
<i>Magonia pubescens</i> A.St.-Hil.	32	107	5,35	100	2,19	11,97	11,42	P
Morta	29	97	4,85	100	2,19	9,49	9,66	
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	26	87	4,35	100	2,19	8,80	8,80	CL
<i>Antonia ovata</i> Pohl	15	50	2,51	100	2,19	10,42	7,78	CL
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	30	100	5,02	100	2,19	3,86	6,97	SI,ST
<i>Luehea grandiflora</i> Mart. & Zucc.	15	50	2,51	100	2,19	8,45	6,79	P
<i>Terminalia argentea</i> Mart.	13	43,3	2,17	100	2,19	8,47	6,46	P
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	9	30	1,51	100	2,19	8,20	5,66	ST
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	18	60	3,01	66,67	1,46	3,82	4,94	CL
<i>Byrsonima stipulacea</i> A.Juss.	15	50	2,51	100	2,19	3,07	4,06	P
<i>Coccoloba mollis</i> Casar.	10	33,3	1,67	100	2,19	4,46	3,93	P
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	10	33,3	1,67	100	2,19	3,44	3,42	P
<i>Curatella americana</i> L.	7	23,3	1,17	100	2,19	4,18	3,29	P
<i>Roupala montana</i> Aubl.	10	33,3	1,67	100	2,19	2,84	3,11	P, SI
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	11	36,7	1,84	100	2,19	2,19	2,95	CL
<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott	8	26,7	1,34	100	2,19	3,06	2,89	CL
<i>Eriotheca gracilipes</i> (K.Schum.) A.Robyns	3	10	0,50	66,67	1,46	4,42	2,74	CL
<i>Calyptanthes clusiifolia</i> O.Berg	8	26,7	1,34	100	2,19	1,03	1,86	SI
Outras espécies	130	432,4	21,82	2433,26	53,29	33,34	38,66	-
Total	598	1994	100	4566,6	100	100	200	-

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

Das 78 espécies amostradas, 30 apresentaram um único indivíduo e 19 exibiram entre dois e cinco indivíduos. Geralmente, quando há baixa frequência de indivíduos na natureza associados a uma distribuição mais restrita, em termos geográficos, uma espécie é referida como rara. A raridade é um fenômeno inerente a algumas espécies, devido a algumas das características intrínsecas que contribuem para que sejam raras, como: baixa taxa de reprodução, prole com poucos indivíduos, crescimento lento, baixa capacidade de dispersão, baixa amplitude ecológica e necessidades ambientais específicas (MARTINELLI; MESSINA; SANTOS FILHO et al., 2014).

A baixa frequência de indivíduos na área permite afirmar que cerca de 61,54 % das espécies amostradas são raras no local. Resultado semelhante foi encontrado por Fina e Monteiro (2013), os

quais verificaram que dentre 88 espécies amostradas, 20 delas ocorreram em apenas uma parcela, 13 apresentaram um único indivíduo e 27 exibiram entre dois e cinco indivíduos, demonstrando que cerca de 50 % das espécies amostradas eram numericamente raras na área.

A forma de vida predominante foi a Fanerófita, correspondente a 76,92 % dos indivíduos amostrados. As outras formas de vida encontradas foram Hemicriptófita, Caméfita e Liana. Portanto, na área estudada pode-se inferir que há predominância de plantas perenes com mais de 0,5 m. Resultados semelhantes foram encontrados por Neri et al. (2011), em área de Cerrado no estado de Minas Gerais: a Fanerófita como forma de vida predominante em suas áreas amostrais. Segundo Batalha e Martins (2002), em áreas de cerrado *latu sensu*, há maior número de espécies das formas de vida Fanerófita e Hemicriptófita.

O aumento percentual de espécies Fanerófitas e a diminuição percentual de espécies de outras formas de vida indica tendência ao desenvolvimento da vegetação aberta em direção a uma vegetação de Cerrado mais fechado, como o cerrado *sensu stricto* (NERI et al., 2011). O número de espécies Fanerófitas tende a diminuir à medida que se depara com áreas mais abertas de Cerrado, como: campo cerrado, campo sujo ou campo limpo, visto que há diminuição de espécies lenhosas e aumento de herbáceas na sequência exposta (COUTINHO, 1978). Segundo Neri et al. (2011), a presença marcante da forma de vida Fanerófita mostra a capacidade adaptativa das espécies amostradas em colonizar áreas com condições ambientais adversas com perturbação antrópicas.

As espécies amostradas foram classificadas nos quatro grupos ecológicos (Pioneira, Se.... Sec... e Climax), entretanto, vale ressaltar que houve uma predominância com relação à abundância e riqueza das espécies no grupo das pioneiras. Assim, evidencia-se que a área de estudo cerrado *sensu stricto* está passando por um processo de transição entre as fisionomias do bioma cerrado, ou seja, processo de sucessão de fisionomia aberta cerrado *sensu stricto* para formação florestal.

Ambientes em fases iniciais de regeneração apresentam abundância de espécies pioneiras, principalmente porque estas são as primeiras a predominarem no ambiente, devido ao seu rápido crescimento e acúmulo de biomassa (FONSECA; CARVALHO, 2012), corroborando o presente trabalho em que a espécie *Xylopia aromatica* é classificada como pioneira típica de ambientes perturbados (ALMEIDA et al. 1998).

As famílias que apresentaram maior número de indivíduos foram (Tabela 2): Vochysiaceae (119), Myrtaceae (93), Burseraceae (45), Malpighiaceae (44), Fabaceae (36), Sapindaceae (33), Anacardiaceae (26), Malvaceae (21), Annonaceae (16), Loganiaceae (15), Combretaceae (13), somando a esses 29 indivíduos mortos, totalizam 65,72 % dos indivíduos amostrados.

O sucesso de adaptação da família Vochysiaceae pode estar fortemente associado à capacidade de acumulação de alumínio por parte de algumas das suas espécies (HARIDASAN, 2000). Isto pode configurar uma vantagem competitiva em solos ricos em alumínio e com alta acidez, como os solos do Cerrado, onde a vegetação está inserida. Além disso, muitas espécies das referidas famílias têm estratégias reprodutivas bem adaptadas às condições climatológicas do Cerrado, apresentando dispersão das sementes no início da estação chuvosa, boa germinação e ausência de dormência nas sementes (OLIVEIRA, 2008).

A família Myrtaceae possui sucesso em sua adaptação, fato que ocorre por existirem numerosas espécies frutíferas (GRESSLER; PIZO; MORELLATO, 2006), cuja dispersão de sementes é zoocórica (HAVEN; EVERT; EICHHORN, 2014), o que destaca a importância da fauna na regeneração dos biomas.

Uma das adaptações mais notáveis da família Burseraceae é a variedade química geral. Algumas espécies possuem esguichos tóxicos para defesa, como defesa a pragas. Além disso, os indivi-

duos dessa família possuem polinização por zoofilia, as flores diminutas nectaríferas são polinizadas por insetos, e os frutos têm dispersão realizada por aves (OLIVEIRA, 2008).

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros fitossociológicos das principais famílias e do grupo de árvores mortas amostradas em 0,3 ha de cerrado *sensu stricto*, inseridos na fazenda experimental da UFT, *Campus* de Gurupi (TO). Ordenadas de forma decrescente em valor de cobertura, em que: NI = número de indivíduos; N°Sp = número de espécies; DA = densidade absoluta (número de indivíduos/ha); DR = densidade relativa (%); FA = frequência absoluta (%); FR = frequência relativa (%); DoA = dominância absoluta (m²/ha); DoR = dominância relativa (%) e IVC = índice de valor de cobertura (%).

FAMÍLIAS	N°Sp	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	IVC
Vochysiaceae	119	396,7	19,90	100	3,66	24,09	12,20	32,10
Myrtaceae	93	310,0	15,55	100	3,66	12,76	6,46	22,02
Burseraceae	45	150,0	7,53	100	3,66	22,66	11,48	19,00
Anacardiaceae	26	86,7	4,35	100	3,66	21,26	10,77	15,12
Fabaceae	36	120,0	6,02	100	3,66	17,05	8,63	14,65
Sapindaceae	33	110,0	5,52	100	3,66	12,90	6,53	12,05
Malpighiaceae	44	146,7	7,36	100	3,66	8,54	4,32	11,68
Malvaceae	21	70,0	3,51	100	3,66	14,38	7,28	10,80
Morta	29	96,7	4,85	100	3,66	9,49	4,81	9,66
Loganiaceae	15	50,0	2,51	100	3,66	10,42	5,28	7,78
Combretaceae	13	43,3	2,17	100	3,66	8,47	4,29	6,46
Annonaceae	16	53,3	2,68	100	3,66	4,37	2,21	4,89
Dilleniaceae	10	33,3	1,67	100	3,66	4,51	2,28	3,96
Polygonaceae	10	33,3	1,67	100	3,66	4,46	2,26	3,93
Proteaceae	10	33,3	1,67	100	3,66	2,84	1,44	3,11
Ebenaceae	11	36,7	1,84	100	3,66	1,17	0,59	2,43
Chrysobalanaceae	9	30,0	1,51	66,67	2,44	2,88	1,46	2,96
Meliaceae	5	16,7	0,84	100	3,66	0,92	0,46	1,30
Celastraceae	7	23,3	1,17	66,67	2,44	1,81	0,92	2,09
Caryocaraceae	2	6,7	0,33	66,67	2,44	3,19	1,62	1,95
Rubiaceae	7	23,3	1,17	66,67	2,44	1,37	0,69	1,86
Icacinaceae	5	16,7	0,84	66,67	2,44	0,94	0,48	1,31
Apocynaceae	5	16,7	0,84	66,67	2,44	0,70	0,35	1,19
Outras famílias	27	89,7	4,54	633,3	23,18	6,23	3,17	7,68
Total	598	1993,1	100	2733,32	100	197,41	100	200

Fonte: Elaboração dos autores (2016).

De acordo com Rufini et al. (2014), o sucesso da família Fabaceae pode estar relacionado à capacidade de fixação de nitrogênio de algumas de suas espécies, por meio do estabelecimento de relações simbióticas com micro-organismos, o que aumenta a capacidade de absorção de nitrogênio e fósforo e pode conferir à referida família vantagem competitiva nos solos do Cerrado.

As árvores mortas em pé totalizaram 4,85 % dos indivíduos amostrados, o que parece ser normal em formações vegetais brasileiras. A elevada frequência, ocorrendo em 100 % das parcelas,

indica não haver uma perturbação localizada. A morte das árvores pode estar relacionada com acidentes como: ventos, tempestades, queda de grandes ramos, doenças, perturbações antrópicas e até mesmo ocorrer naturalmente por estarem velhas (MARTINS, 1991). Do total de árvores amostradas, Cavassan (1982) encontrou 5,8 % de árvores mortas; Struffaldi-De-Vuono (1985) 11,5%; Martins (1991) 7,4%; Tabanez et al. (1997) 11,3%; Silva e Soares (2002) 7,74%. As árvores mortas, ainda em pé, têm valor ecológico para a fauna silvestre, fornecendo abrigo, local de nidificação e fonte indireta de alimento (LOPES, 1998).

As espécies mais frequentes que apresentaram maior valor de cobertura foram *Protium heptaphyllum* (18,97%), *Myrcia splendens* (18,4%), *Qualea multiflora* (15,2%), *Tapirira guianensis* (11,95%) e *Magonia pubescens* (11,39%). Portanto, pode-se inferir que elas possuem maior adaptabilidade às condições existentes na área estudada. Como o Cerrado trata de ambiente onde a luminosidade não é fator limitante para o estabelecimento das plantas, não foi possível classificar a lista florística quanto ao seu grupo ecológico, que torna de grande valia processos de recuperação (NERI et al., 2011).

A espécie *Protium heptaphyllum*, com 45 indivíduos, foi a espécie mais representativa em valor de cobertura, com 9,49 % IVC, sendo uma espécie importante no estrato herbáceo da fisionomia estudada. Esta espécie é típica de terrenos arenosos, úmidos ou secos, em regiões de Floresta Amazônica e de Cerrado (WANDERLEY; SHEPHERD; GIULIETTI, 2001).

Vale destacar também que foram encontradas algumas espécies encontradas na Mata Atlântica: *Porcelia macrocarpa* (Warm.) R.E.Fr., *Annona mucosa* Jacq., *Guarea macrophylla* Vahl (FLORA, 2017).

Das espécies identificadas neste trabalho, 21 delas estão presentes na lista de espécies indicadas para reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas do Cerrado, elaborada pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2001): *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand, *Tapirira guianensis* Aubl., *Qualea grandiflora* Mart., *Luehea grandiflora* Mart. & Zucc., *Terminalia argentea* Mart., *Copaifera langsdorffii* Desf., *Caryocar brasiliense* Cambess., *Platypodium elegans* Vogel, *Aspidosperma subincanum* Mart., *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC., *Persea willdenovii* Kosterm., *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk., *Amaioua guianensis* Aubl., *Tabebuia roseoalba* (Ridl.) Sandwith, *Guapira opposita* (Vell.) Reitz, *Myracrodruon urundeuva* Allemão, *Guarea guidonia* (L.) Sleumer, *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos, *Zanthoxylum rhoifolium* Lam., *Hyeronima alchorneoides* Allemão. Diante deste contexto, infere-se que as espécies citadas acima podem ser indicadas como espécies com alto potencial para serem utilizadas em reflorestamento de áreas degradadas similares de cerrado *sensu stricto*.

Conclusões

O espectro biológico foi representado predominantemente pelas Fanerófitas (76,92%), demonstrando alta relevância dessa forma de vida para projetos de recuperação de áreas degradadas.

As espécies fanerófitas: *Protium heptaphyllum* (Aubl.) Marchand, *Myrcia splendens* (Sw.) DC., *Tapirira guianensis* Aubl. e *Magonia pubescens* A.St.-Hil podem ser utilizadas em ambientes secundários do Bioma Cerrado, em locais de fisionomia aberta do cerrado *sensu stricto*, nos projetos de recuperação de áreas degradadas.

Rassalta-se que as espécies *Qualea multiflora* Mart., *Qualea parviflora* Mart. e *Qualea grandiflora* Mart classificadas como Fanerófitas e pertencentes à família Vochysiaceae são indicadas também para projetos de recuperação de áreas degradadas, pois apresentam facilidade de adaptação

em condições semelhantes à área estudada, ou seja, são espécies com alta adaptabilidade em áreas típicas do bioma cerrado, que apresenta solos pobres e altos teores de alumínio.

Copaifera langsdorffii Desf. possui valor medicinal e econômico e é utilizada na arborização urbana, além de ser utilizada nos reflorestamentos em mata ciliares. *Curatella americana* L. possui alto valor de importância ecológica nas formações de Cerrado brasileiro, uma vez que *C. americana* é o único representante do gênero encontrado no Brasil.

Em associação com as espécies fanerófitas, recomenda-se o uso de espécies de outras formas de vida, como as Caméfitas, *Psidium guineense* Sw., pertencente à família Myrtaceae e a forma de vida Hemicriptófita *Cordia glabrata* (Mart.) A.DC., inferindo-se que elas possuem alta importância ecológica, uma vez que atraem agentes polinizadores e dispersores que auxiliam na propagação da espécie e na manutenção da fauna local.

A área estudada apresenta alta diversidade florística, portanto, recomendam-se novos estudos florísticos e fitossociológicos para otimizar o conhecimento sobre esse bioma em constante degradação.

Cerrado species with potential for recovery of degraded areas, Gurupi-TO

Abstract

Vegetation that covers Cerrado has been replaced due to anthropogenic activities. Therefore, techniques and strategies for the recovery of areas in degradation are needed. This study aimed to identify and to recommend tree and shrubby plant species of a Cerrado *stricto sensu* area, in order to assist in the proper management of similar areas. Three sample plots, dimensions of 20 × 50 m each, total of 3.000 square meters, were installed in the experimental farm of University of Tocantins (UFT), in a Cerrado *stricto sensu* area. Every shrub and individual tree, whose circumference was larger than or equal to 10 cm, at 1.30 cm high from the ground (CAP), was sampled. In order to obtain the phytosociological parameters, the software Fitopac version 2.1 was used. For the sampled species identified at the specific level, the life form was determined according to the Raunkiaer classification. 598 individuals, 78 species, and 39 families were identified. The predominant form of life was the Fanerófita. Among the families with the large number of species were: Vochysiaceae, Myrtaceae, Burseraceae, Malpighiaceae and Fabaceae. The species that presented the highest cover value were *Protium heptaphyllum*, *Myrcia splendens*, *Qualea multiflora*, *Tapirira guianensis*, *Magonia pubescens*, *Copaifera langsdorffii* Desf, *Psidium guineense* Sw, *Cordia glabrata* (Mart.) A.DC; hence, these species have great potential to recover degraded areas of the Cerrado biome.

Keywords: Cerrado *stricto sensu*. Raunkiaer. Management. Phytosociological parameters.

Referências

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado:** espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa. p. 200-220. 1998.

THE ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/downloads/2016_GROUP_Botanical%20Journal%20of%20the%20Linnean%20Society.pdf>. Acesso em: 01 jan. 2016.

BATALHA, M. A.; MARTINS, F. R. Life-form spectra of Brazilian Cerrado sites. **Flora**, v. 197, n. 6, p. 452-460, jul. 2002. Disponível em: <http://cerradoecology.com/papers_files/12.pdf>. Acesso em: 01 jan. 2016.

CAIAFA, A. N.; SILVA, A. F. Composição florística e espectro biológico de um Campo de Altitude na Serra do Estadual do Brigadeiro, Minas Gerais-Brasil. **Rodriguésia**, v. 56, n. 87, p. 163-173, 2005. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/23498270>>. Acesso em: 01 jan. 2016.

CAVASSAN, O. **Levantamento fitossociológico da vegetação arbórea da mata da Reserva Estadual de Bauru, utilizando o método dos quadrantes**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro. 1982. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/284699177_Fitossociologia_da_vegetacao_arborea_da_Reserva_Estadual_de_Bauru_Estado_de_Sao_Paulo>. Acesso em: 01 jan. 2016.

CORRÊA, R. S.; MELO FILHO, B. **Ecologia e recuperação de degradadas no cerrado**. Brasília: Paralelo 15, 1998. 20-80p.

COUTINHO, L. M. O conceito de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 1, n. 1, p. 17-23, 1978.

FIDALGO, O.; BONONI, V. L. R. **Técnicas de coleta, preservação e herborização do material botânico**. São Paulo: Instituto de Botânica. 1984. 5-61p. (Manual 4).

FINA, B. G.; MONTEIRO, R. Análise da estrutura arbustivo-arbórea de uma área de Cerrado Sensu stricto, município de Aquidauana-Mato Grosso do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 37, n. 4, p. 577-585, dez. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v37n4/01.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2015.

FONSECA, C. R.; CARVALHO, F. A. Aspectos florísticos e fitossociológicos da comunidade arbórea de um fragmento urbano de floresta atlântica (Juiz de Fora, MG, Brasil). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 820-832, 2012.

FLORA do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

GANDOLFI, S.; LEITÃO-FILHO, H. F.; BEZERRA, C. L. F., Levantamento florístico e caráter sucessionais das espécies arbustivo-arbóreas de uma Floresta Mesófila Semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995. Disponível em: <<http://www.lcb.esalq.usp.br/publications/articles/1995/1995rbbv55n4p753-767.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2015.

GRESSLER, E.; PIZO, M. A.; MORELLATO, P. C. M. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 509-530, out/dez. 2006. DOI: 10.1590/S0100-84042006000400002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v29n4/01.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2015.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v. 12, n. 1. p. 54-64. 2000. Disponível em: <<https://engenhariaflorestal.jatai.ufg.br/up/284/o/v12n1p54.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2015.

HAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. p. 522-527.

THE INTERNATIONAL PLANT NAMES INDEX (IPNI). **Search the Data**: Plant Names. 2017. Disponível em: <<http://www.ipni.org/ipni/plantnamesearchpage.do>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

LOPES, W. P. **Florística e fitossociologia de um trecho de vegetação arbórea no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais**. 1998. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: Editora da UNICAMP. p. 50-100. 1991.

MARTINELLI, G.; MESSINA, T.; SANTOS FILHO, L. **Livro vermelho da flora do Brasil – Plantas raras do Cerrado**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro: CNCFlora, p. 10–31. 2014.

MEIRELLES, S. T.; PIVELLO, V. R.; JOLY, C. A. The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, and the need for its protection. **Environmental Conservation**, v. 26, n. 1, p. 10-20, 1999. Disponível em: <http://www.inot.org.br/artigo/Meireles_etal_1999_The_vegetation_of_granite_rock_outcrops_in_Rio_de_Janeiro_Brazil_and_the_need_for_its_protection.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2017.

MORI, S. A.; SILVA, L. A. M.; LISBOA, G.; CORADIN, L. **Manual de manejo de Herbário fanerogâmico**. Ilhéus: CEPLAC, 1985. p. 10-97.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. p. 93-300. 547p.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. da; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858. 2000. Doi: 10.1038/35002501. Disponível em: <<https://www.nature.com/nature/journal/v403/n6772/full/403853a0.html>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

NERI, A. V.; SOARES, M. P.; MEIRA NETO, J. A. A.; DIAS, E. L. E.; Espécies de cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas por mineração de ouro, Paracatu-MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, n. 4, p. 907-918, jun./dez. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v35n4/a16v35n4.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2015.

OLIVEIRA, P. E. A. M. Fenologia e Biologia Reprodutiva das Espécies de Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Eds.). **Cerrado: ecologia e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 2008. p. 273-290.

OLIVEIRA, R. J.; MANTOVANI, W.; MELO, M. M. R. F. de. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da Floresta Atlântica de encosta, Peruíbe, SP. **Acta Botanica Brasílica**, v. 15, n. 3, p. 391-412, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v15n3/7583.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2015.

OLIVEIRA, R. R. Ação antrópica e resultantes sobre a estrutura e composição da Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ. **Rodriguésia**, v. 53, n. 82, p. 33-58, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rod/v53n82/2175-7860-rod-53-82-0033.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2015.

PREGELLI, D. R.; ALBUQUERQUE, L. B. de; GOUVEIA, J.; MAURO, R. A.; CAMPOS, M. J.; BORGES, M.; POTT, A. Recuperação de nascentes em área de cerrado, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL CERRADO, 2008, Brasília – DF. **Anais...** Brasília, 2008. p. 13 – 20. Disponível em: <www.cpac.embrapa.br/252F>. Acesso em: 14 ago. 2015.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/Fapesp, 2004. p. 235-247.

RUFINI, M.; OLIVEIRA, D. P.; TROCHMANN, A.; SOARES, B. L.; ANDRADE, M. J. B.; MOREIRA, F. M. S. Estirpes de Bradyrhizobium em simbiose com guanduanão em casa de vegetação e no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 3, p. 197-206, 2014. DOI: 10.1590/S0100-204X2014000300006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v49n3/0100-204X-pab-49-03-00197.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. Resolução SMA - 21, de 21-11-2001. Fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, v. 111, n. 221, 23 nov. 2001.

SHEPERD, G. J. **FITOPAC 2**: manual do usuário. Campinas: UNICAMP, 2010. 91p.

SILVA, J. C. da; SILVA, I. P. da; SILVA, E. M. da; RIBEIRO, E. S.; MOREIRA, E. L.; PASA, M. C. Sucessão ecológica no cerrado. **Flovet**, v. 1, n. 1, p. 33-47, dez. 2012. Disponível em: <<file:///C:/Users/b/Downloads/788-1461-1-SM.pdf>>. Acesso em: 01 jan. 2017.

SILVA, L. A. da; SOARES, J. J. Levantamento fitossociológico em um fragmento de floresta estacional semidecídua, no município de São Carlos, SP. **Acta Botanica Brasílica**. 2002, v. 16, n. 2, p. 205-216. DOI: 10.1590/S0102-33062002000200007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v16n2/a07v16n2.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

SOUZA, P. B. **Composição florística do estrato arbóreo e estrutura de uma área de cerradão na Floresta Nacional de Paraopeba, Minas Gerais**. 2004. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa Minas Gerais – Brasil, 2004. Disponível em: <<file:///C:/Users/b/Downloads/texto completo.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2017.

STARR, C. R. **Avaliação da sucessão ecológica e do desenvolvimento de árvores em uma lavra de cascalho revegetada do Distrito Federal, DF- Brasil**. 2009. 67 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/4834>>. Acesso em: 14 ago. 2015.

STRUFFALDI-DE-VUONO, Y. **Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta da Reserva do Instituto de Botânica (São Paulo, SP)**. 1985. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985.

TABANEZ, A. J.; VIANA, V. M.; DIAS, A. S. Consequências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Biologia**. v. 57, n. 1. p. 47-60, 1997.

TABARELLI, M.; MANTOVANI, W. Clareiras naturais e a riqueza de espécies pioneiras em uma Floresta Atlântica Montana. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 251-261, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbbio/v59n2/v59n2a08.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2015.

VALCARCEL, R.; SILVA, Z. S. A. Eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. **Floresta**, v. 27, n. 1, p. 101-114, 1997. DOI: 10.5380/rf.v27i12.2303. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/2303/1923>>. Acesso em: 14 ago. 2015.

WANDERLEY, M. G. L.; SHEPHERD, G. J.; GIULIETTI, A. M. **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo** (Poaceae). São Paulo: Fapesp/Hucitec, 2001. 291p.

Histórico editorial:

Submetido em: 30/09/2016.

Aceito em: 20/06/2017.

Como citar:

ABNT

BENDITO, B. P. C.; SOUZA, P. A. de; FERREIRA, R. Q. S.; CÂNDIDO, J. B.; SOUZA, P. B. Espécies do cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas, Gurupi (TO). **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 2, p. 99-110, abr./jun. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181117>

APA

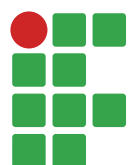
BENDITO, B. P. C., SOUZA, P. A. de, FERREIRA, R. Q. S., CÂNDIDO, J. B. & SOUZA, P. B. (2018). Espécies do cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas, Gurupi (TO). *Revista Agrogeoambiental*, 10 (2), 99-110. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181117>

ISO

BENDITO, B. P. C.; SOUZA, P. A. de; FERREIRA, R. Q. S.; CÂNDIDO, J. B. e SOUZA, P. B. Espécies do cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas, Gurupi (TO). *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 2, pp. 99-110. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181117>

VANCOUVER

Bendito BPC, Souza PA de; Ferreira RQS, Cândido JB, Souza PB. Espécies do cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas, Gurupi (TO). *Rev agrogeoambiental*. 2018. abr./jun.; 10(2): 99-110. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181117>



Cultivo de alface-americana e feijão-de-corda sob diferentes adubos orgânicos para o Centro-Oeste Brasileiro

Sérgio da Costa Júnior¹

Filipe Beserra da Silva²

Edilene Carvalho Santos Marchi³

Regina Carvalho de Oliveira Machado⁴

Marina Neves Delgado⁵

Resumo

As culturas de alface americana (*Lactuca sativa* L.) e feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) são de grande importância para os agricultores familiares. Entretanto, a adubação dessas culturas apresenta altos custos para o produtor. Por isso, torna-se necessária a utilização de fontes alternativas de nutrientes, mais econômicas e mais acessíveis à agricultura familiar. Assim sendo, objetivou-se avaliar a influência de diferentes adubos orgânicos (cama de frango, esterco bovino e ovino) no desempenho das culturas alface americana e feijão-de-corda. Na alface americana, os dados avaliados foram diâmetro de cabeça, número de folhas, biomassa fresca e altura das plantas. No feijão-de-corda, os dados avaliados aos 23 dias foram números de folhas expandidas e tamanho das plantas. Aos 120 dias de cultivo, nós avaliamos número de vagens produzidas, comprimento de vagens, peso fresco total das vagens, número de grãos produzido por vagem e peso total de 100 grãos. No cultivo de alface, o tratamento com esterco ovino apresentou maior diâmetro de cabeça, número de folhas e peso fresco em relação à testemunha. No cultivo de feijão-de-corda aos 23 dias, o tratamento cama de frango foi o melhor para número de folhas expandidas e tamanho das plantas em relação à testemunha. Aos 120 dias não foram encontradas diferenças estatísticas na produção dos feijoeiros entre os tratamentos. O presente estudo demonstra a importância do uso de adubos orgânicos na produção familiar, uma vez que maiores rendimentos de alface foram obtidos com o uso de esterco ovino em relação ao controle. Fato não observado na cultura de feijão-de-corda.

Palavras-chave: Adubação orgânica. Agricultura familiar. Produção de alimentos.

Introdução

A agricultura familiar consiste na produção agrícola gerenciada por pequenos agricultores que apresentam laços de sangue ou de casamento, eventualmente complementada pelo trabalho assa-

1 Instituto Federal de Brasília, *Campus* Planaltina, tecnólogo em Agroecologia. sergioscj13@gmail.com. Rodovia DF-128, Km 21, Zona Rural de Planaltina, Planaltina (DF), 73380-900.

2 Instituto Federal de Brasília, *Campus* Planaltina, tecnólogo em Agroecologia. filipelegiao@yahoo.com.br.

3 Instituto Federal de Brasília, *Campus* Planaltina, professora pesquisadora. edilene.marchi@ifb.edu.br.

4 Instituto Federal de Goiás, *Campus* Luziânia, professora pesquisadora. rocarvalho2000@yahoo.com.br.

5 Instituto Federal de Brasília, *Campus* Planaltina, professora pesquisadora. marina.delgado@ifb.edu.br.

lariado (SAVOLDI; CUNHA, 2010). Ela tem capacidade de gerar renda e novos postos de trabalho, preservar recursos naturais, a diversidade biológica e manter o homem no campo (ARMANDO, 2002; COSTA et al., 2007). Entretanto, apesar de sua importância econômica e socioambiental, a agricultura familiar apresenta muitas dificuldades para se manter competitiva no sistema produtivo atual, pois o preço dos insumos agrícolas e maquinários se elevam a cada dia (CONAB, 2010). Por estes motivos, torna-se necessário o desenvolvimento de tecnologias apropriadas para que a agricultura familiar permaneça atuante (ARMANDO, 2002; COSTA et al., 2007).

Uma das alternativas utilizadas para aumentar a produção agrícola e diminuir a dependência por insumos, como fertilizantes químicos necessários para a nutrição da planta, é a utilização de esterco (MENEZES; SILVA, 2008). Os esterco são adubos orgânicos, pois funcionam como fertilizantes constituídos de substâncias de origem animal ou vegetal (CASSOL, 1999). Eles são condicionadores do solo porque promovem a melhoria de sua qualidade, alterando seus aspectos físico-químicos e biológicos, como porosidade, aeração, capacidade de retenção de água, melhoria na atividade microbiológica e capacidade de retenção de cátions (ARCADE et al., 1998). A composição dos adubos é variável, sendo dependente da espécie animal, alimentação e do tratamento dado à matéria-prima esterco. Exemplos de adubos orgânicos são: esterco bovino, cama de frango e esterco ovino (CASSOL, 1999). O esterco bovino são dejeções sólidas ou líquidas do gado que poderão ter distintas composições químicas uma vez que dependem do tipo de alimentação e manejo do animal (COSTA, 1994). A cama de frango são todos os materiais sobre o piso de galpões que servem de leito às aves (PAGANINI, 2004), podendo conter misturas de excreta, penas das aves, ração e o material utilizado no piso, como palha (GRIMES et al., 2002). O esterco ovino é oriundo das dejeções de ovinos e ainda é pouco estudado (MENEZES; SALCEDO, 2007; SIMPLÍCIO et al., 2003).

A produção de hortaliças tem fundamental importância na agricultura familiar, pois o produtor pode garantir um razoável lucro por hectare em pequena área de cultivo (VILLELA; HENZ, 2000). Entre as hortaliças que se destacam está a alface (*Lactuca sativa* L.), uma planta herbácea da família Asteraceae do grupo das hortaliças folhosas, sendo a mais difundida e consumida no Brasil. Seu cultivo predomina nos “cinturões verdes” próximos aos grandes centros consumidores (SALA; COSTA, 2012). Devido ao modo de produção, a produtividade da alface varia de acordo com as condições específicas de cada área de plantio (RODRIGUES et al., 2008). Entretanto, sua produção é dependente de adubação, o que torna necessária a utilização de fontes alternativas de nutrientes, menos agressivas ao meio ambiente, mais baratas e acessíveis à agricultura familiar.

A produção de grãos, principalmente do feijão, tem grande valia para a agricultura brasileira, estando quase sempre associada à atividade agropecuária (SILVA et al., 2007). O feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), uma leguminosa de origem africana que apresenta alta rusticidade (FREIRE FILHO et al., 2005), é cultivado principalmente no Nordeste (CASTELLETTI; COSTA, 2013). Entretanto, é comum seu cultivo em outras regiões do país. Por estes motivos, são necessários mais estudos dessa planta com diferentes adubos orgânicos, para se fazer a adequação à realidade dos agricultores familiares da Região Centro-Oeste (FREIRE FILHO et al., 2011).

Nesse contexto, o estudo das culturas da alface e feijão-de-corda submetidas a diferentes adubos orgânicos (esterco ovino, bovino e cama de frango) se torna fundamental para contribuir para a melhoria da produtividade e sustentabilidade da agricultura familiar, uma vez que na maioria dos casos o uso de tais esterco é feito de modo empírico, sem análises científicas. Dado o exposto, foram analisadas neste trabalho as respostas das culturas de alface (*Lactuca sativa*), do tipo alface-americana, e feijão de corda. (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) submetidas a diferentes adubos orgânicos: esterco bovino, cama de frango e esterco ovino.

Material e métodos

O estudo foi desenvolvido no Setor de Agroecologia do Instituto Federal de Brasília - *Campus Planaltina* em um Latossolo Vermelho (SANTOS et al., 2013) sob estufa e a campo aberto. Utilizou-se nos cultivos de alface-americana e feijão-de-corda do delineamento em blocos inteiramente ao acaso, sendo quatro tratamentos por bloco: esterco bovino, esterco ovino, cama de frango e testemunha com quatro repetições (FIGURAS 1-5).

Os solos das áreas experimentais foram caracterizados quimicamente em amostras coletadas na camada de 0,00-0,20 m de profundidade (TABELA 1). Os adubos orgânicos foram coletados nas unidades de produção do IFB *Campus Planaltina* e caracterizados quimicamente (TABELA 2).

Figuras 1-5: Experimentos de cultivo sob diferentes adubos orgânicos. 1-3. Cultivo de alface-americana em estufa. 4-5. Cultivo de feijão-de-corda em área aberta.



Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Tabela 1. Características químicas de amostras de solo estufa e culturas anuais (área aberta de cultivo).

Nutrientes	Solo estufa		Solo (culturas anuais)	
	cmol c/dm ³ (mE/100ml)	mg/dm ³ (ppm)	cmol c/dm ³ (mE/100ml)	mg/dm ³ (ppm)
Ca+Mg	9,5	-	7,2	-
Ca	7,0	-	5,1	-
Mg	2,5	-	2,1	-
Al	0,0	-	0,0	-
H+ Al	3,0	-	2,4	-
K	0,5	212,0	0,19	75,00
P (Mehlich)	-	77,0	-	5,0
P (Resina)	-	-	-	7,0
Zn	-	10,2	-	4,9
CTC	13,4		9,79	
Sat bases	76,99%		75,49%	
Ca/Mg	2,8		2,43	
Ca/CTC	53,68%		52,09%	
Mg/ CTC	19,17%		21,45%	
K/ CTC	4,14%		1,94%	
H+Al/CTC	23,01%		24,51%	
Matéria orgânica	46 g/dm ³		30 g/dm ³	
Carbono	26,68 g/dm ³		17,4 g/dm ³	
pH(CaCl ₂)	5,7		5,8	
N	0,20%		0,16%	

Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Tabela 2. Características químicas dos adubos orgânicos.

Nutrientes	Esterco bovino	Cama de frango	Esterco ovino
	Matéria seca	Matéria seca	Matéria seca
N (g/Kg)	21,6	28,8	22,0
P ₂ O ₅ total (g/Kg)	56,0	38,0	27,0
K ₂ O (g/Kg)	17,0	17,5	26,0
Ca (g/Kg)	12,0	45,0	20,0
Mg (g/Kg)	4,5	3,5	3,2
S (g/Kg)	2,5	2,8	3,0
Cu (mg/Kg)	20,0	35,0	80,0
Fe (mg/Kg)	8750,	9600,0	8300,0
Mn (mg/Kg)	150,0	120,0	150,0
Zn (mg/Kg)	120,0	140,0	120,0
Mo (mg/Kg)	1,0	2,0	3,0
Co (mg/Kg)	1,0	3,0	2,0
B (mg/Kg)	10,0	12,0	11,0

Nutrientes	Esterco bovino	Cama de frango	Esterco ovino
	Matéria seca	Matéria seca	Matéria seca
MO (g/Kg)	662,0	595,0	418,0
Umidade (g/Kg)	110,0	125,0	380,0
Mat. Mineral (g/Kg)	228,0	280,0	202,0
pH	7,16	6,35	8,07
Relação C/N	20,00	13,70	17,80
MO (Matéria seca %)	74,40	68,00	67,04

Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Os esterco bovinos, ovino e cama de aviário, após coletados, ficaram sobre cobertura durante 90 dias no Galpão de Agroecologia IFB. Portanto, eles foram submetidos ao envelhecimento ou curtimento sob condições naturais, não controladas (SOUZA; ALCÂNTARA, 2008). A quantidade de adubo orgânico aplicada foi de acordo com a necessidade de nitrogênio por hectare das culturas de alface-americana e feijão-de-corda, considerando a disponibilidade de 50 % de nitrogênio durante o cultivo (TABELA 3, TABELA 4, respectivamente). Tais cálculos foram feitos a partir dos resultados das análises químicas dos esterco (TABELA 02). Para a alface americana, foi utilizada a dose de 130 kg.ha⁻¹ de N segundo as recomendações do IAC (2005). Para o feijão-de-corda, foi utilizada a dose de 105 kg.ha⁻¹ de N segundo as recomendações de Andrade Júnior et al. (2002).

Tabela 3. Quantidade de macronutrientes (N, P e K) disponíveis em cada parcela do experimento para a cultura de alface-americana.

Adbos orgânicos	N (Kg.ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (Kg.ha ⁻¹)	K ₂ O (Kg.ha ⁻¹)
Cama de frango	130	205,83	157,98
Esterco bovino	130	404,44	204,63
Esterco ovino	130	191,45	307,27

Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Tabela 4. Quantidade de macronutrientes (N, P e K) disponíveis em cada parcela do experimento para a cultura de feijão-de-corda.

Adbos orgânicos	N (Kg.ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (Kg.ha ⁻¹)	K ₂ O (Kg.ha ⁻¹)
Cama de frango	105	166,25	127,28
Esterco bovino	105	326,66	165,28
Esterco ovino	105	154,63	248,18

Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Mudas de alface da Cultivar Raider de 15 dias e com quatro folhas expandidas foram adquiridas em um viveiro de Planaltina (DF). O cultivo de alface-americana foi realizado de abril a agosto de 2015 em 42 m² (6m x 7m) de área em estufa de lona plástica de 8m x 30m, com parcelas de 1,20 m de comprimento para 1,70 m de largura. O espaçamento utilizado foi de 30 cm entre plantas e 50 cm entre linhas. Os adubos orgânicos foram incorporados previamente nos canteiros. Aos 58 dias

após plantio das mudas foi realizada a colheita e coleta de dados da alface. Os dados avaliados foram o diâmetro de cabeça, número de folhas, biomassa fresca e altura das plantas. As análises estatísticas foram feitas por meio das avaliações de médias. O teste estatístico utilizado para comprovação da normalidade foi Shapiro-Wilk, seguido de ANOVA e Fisher LSD para dados com distribuição normal e Kruskal-Wallis para dados não paramétricos. O índice de significância foi de 5 %.

O cultivo do feijão-de-corda foi realizado de março a julho de 2015 em área de culturas anuais de 132 m² (6,0m x 22,0m), em que foram demarcados quatro blocos com quatro parcelas de 1,80 m de comprimento para 1,60 m de largura. A semeadura foi realizada com espaçamento de 40 cm entre plantas e 60 cm entre linhas. Após 23 dias do plantio, foi feita a avaliação da influência dos adubos orgânicos no desenvolvimento parcial das mudas, medindo o tamanho da planta e o número de folhas expandidas. Primeiramente, foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade dos dados e, quando a normalidade não foi obtida, os dados referentes ao número de folhas por muda foram transformados em Log₁₀. Os dados referentes à altura não precisaram de transformação. Por fim, as médias foram comparadas por ANOVA, com Fisher LSD a posteriori, adotando 5% de significância. Aos 120 dias de cultivo, a fim de descobrir qual foi o melhor tratamento para a produção agrônômica do feijão-de-corda, foram analisados número de vagens produzidas, comprimento de vagens, peso fresco total das vagens, número de grãos produzido por vagem e peso total de 100 grãos. Foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov para testar a normalidade dos dados e como a normalidade dos dados em relação ao número de feijão-de-corda produzido não foi alcançada, as médias foram comparadas por ANOVA, com Fisher LSD a posteriori, adotando 5 % de significância. Análises estatísticas foram realizadas no programa Statistica.

Resultados e discussão

Alface-americana (*Lactuca sativa* L.)

Houve efeito dos adubos orgânicos na produção da alface quanto ao diâmetro de cabeça, número de folhas e peso fresco (FIGURAS 6-8). Não houve diferença entre os diferentes adubos com a testemunha em relação à altura da planta no cultivo da alface-americana.

O tratamento com esterco ovino foi o que se diferenciou em todos os aspectos com a testemunha (FIGURAS 6-8). O tratamento cama de frango se destacou positivamente em relação à testemunha para número de folhas e peso fresco por cabeça e o tratamento com esterco bovino se diferenciou da testemunha apenas para peso fresco por cabeça (FIGURAS 6-8). Segundo Figueiredo et al. (2014), o esterco ovino proporciona crescimento da produção de alface e da ação microbiana no solo. De acordo com Dantas et al. (2014), o esterco ovino obteve resultados superiores à borra de café de material húmico referente às características avaliadas da alface como diâmetro, altura e massa fresca. No trabalho de Peixoto Filho et al. (2013), o esterco ovino, a partir do terceiro ciclo da alface, dispensou a adição de adubos, pois apresenta características residuais, o que garante uma economia nos custos da produção e nos benefícios ao meio ambiente, pois colabora para microbiota do solo e sua nutrição.

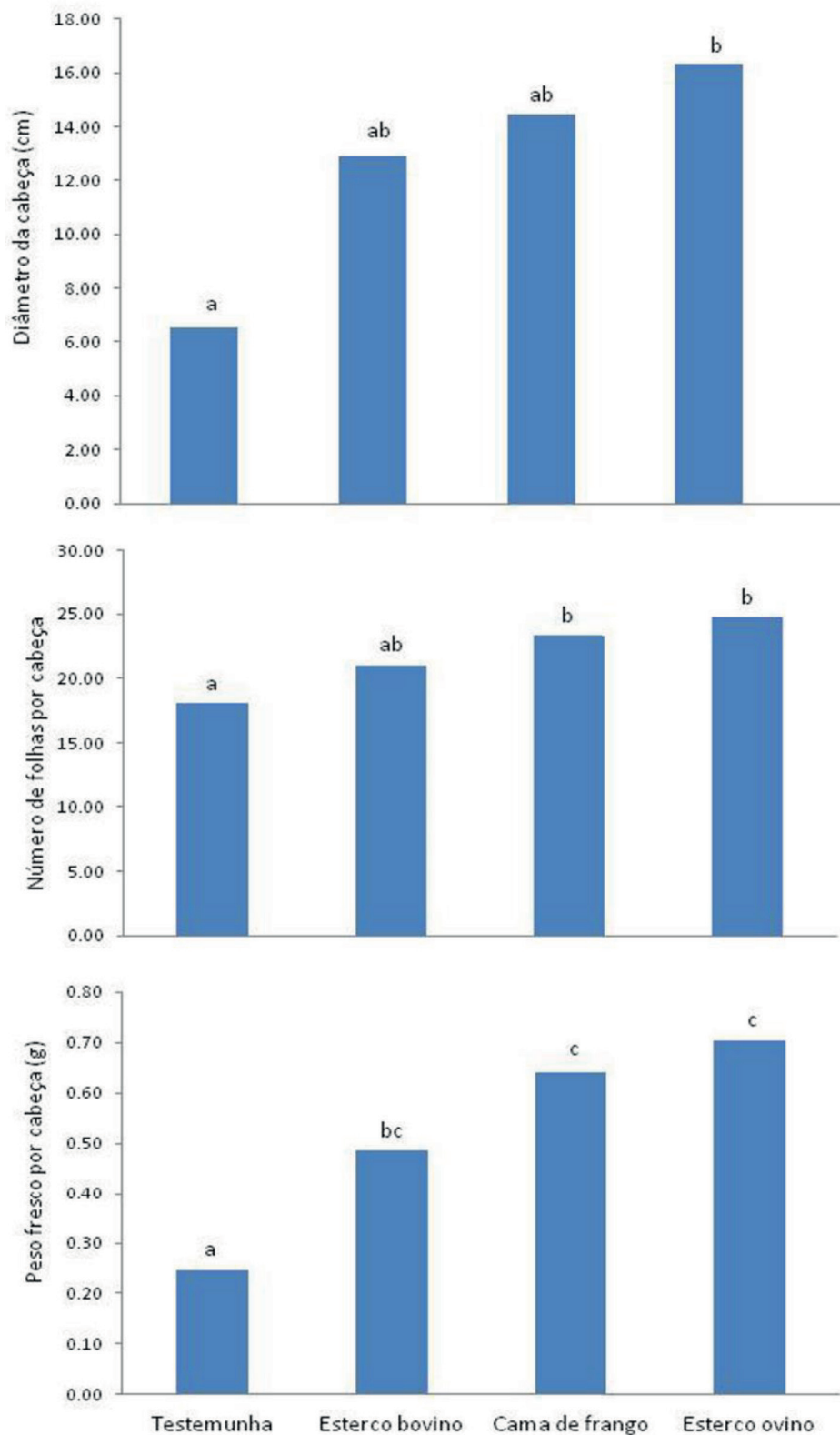
O resultado positivo encontrado nas plantas submetidas ao esterco ovino pode estar relacionado também ao formato do esterco. Como o esterco ovino apresenta formato capsulado, possivelmente ocorreu a proteção dos nutrientes e o aumento de seu tempo de disponibilidade ao solo, dificultando sua lixiviação. Além disso, o esterco ovino pode ter melhorado as condições físicas, possibilitando

uma maior aeração na área em que foi aplicado e incorporado. Segundo Caetano et al. (2001), a cultura da alface é melhor adaptada em solos de textura média, com boa retenção de água e pH próximo a 6. Por ser uma cultura de ciclo curto e sistema radicular superficial, é recomendado que nos primeiros 20 cm de solo haja boa aeração, capacidade de fornecer água e nutrientes para a planta. Lopes et al. (2005) também fazem referência à exigência da alface por boas condições físicas e químicas do solo. Portanto, as condições oferecidas para cultura da alface com o esterco ovino foram fatores fundamentais para o seu melhor desenvolvimento em área de estufa. Entretanto, existem poucas informações sobre a utilização deste adubo (MENEZES; SALCEDO, 2007; SIMPLÍCIO et al., 2003), o que fortalece a importância deste trabalho.

Ao comparar os tratamentos de adição de adubo (ovino, cama de frango e bovino) entre si, percebeu-se que o esterco ovino e cama de ave não se diferenciaram estatisticamente. Porém, foi identificado maior valor absoluto na produção em alfaces com esterco ovino, seguidos por cama de frango, esterco bovino e, por último, a testemunha (FIGURAS 6-8). Isto ocorreu porque o fornecimento de potássio de todos os adubos orgânicos satisfaz a recomendação mínima para o crescimento adequado da alface de 120 a 180 kg ha⁻¹ de K (TRANI; RAIJ, 1997; FONTES, 1999). Estudos conduzidos por Marchi et al. (2015) verificaram que a alface produzida com cama de frango destacou-se em relação à adubação mineral e ao composto orgânico, formado a partir de estrume de gado e restos culturais.

Como a aplicação dos adubos foi padronizada a fim de que todas as plantas tivessem a mesma quantidade de nitrogênio disponível, foi possível identificar na produção de alface que a relação K₂O/P₂O₅ precisa ser maior ou igual a um, pois o tratamento esterco ovino apresentou maiores quantidades de potássio em relação ao tratamento esterco bovino. Silva e Menezes (2007) observaram que a perda de K pela biomassa vegetal e esterco foram maiores que as de N e P e que isso ocorreu pelo fato de K não fazer parte de nenhum composto orgânico. O potássio é o elemento mais acumulado por esta cultura (SANCHEZ, 2007) e exerce influência direta na formação da cabeça (KANO et al., 2010). Portanto, visando fornecer nutrientes para as culturas em áreas de agricultura familiar, uma das alternativas adotadas é a utilização de esterco ovino, para o qual estudos apontam maior valor na sua utilização quanto a teores de N, P e K em comparação ao esterco bovino.

Figuras 6-8. Efeito dos tratamentos de diferentes adubos orgânicos em plantas de alface-americana. 6. Média do diâmetro da cabeça. 7. Média do número de folhas por planta. 8. Média do peso fresco por planta. Letras diferentes representam diferenças estatísticas.



Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Feijão-de-corda (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

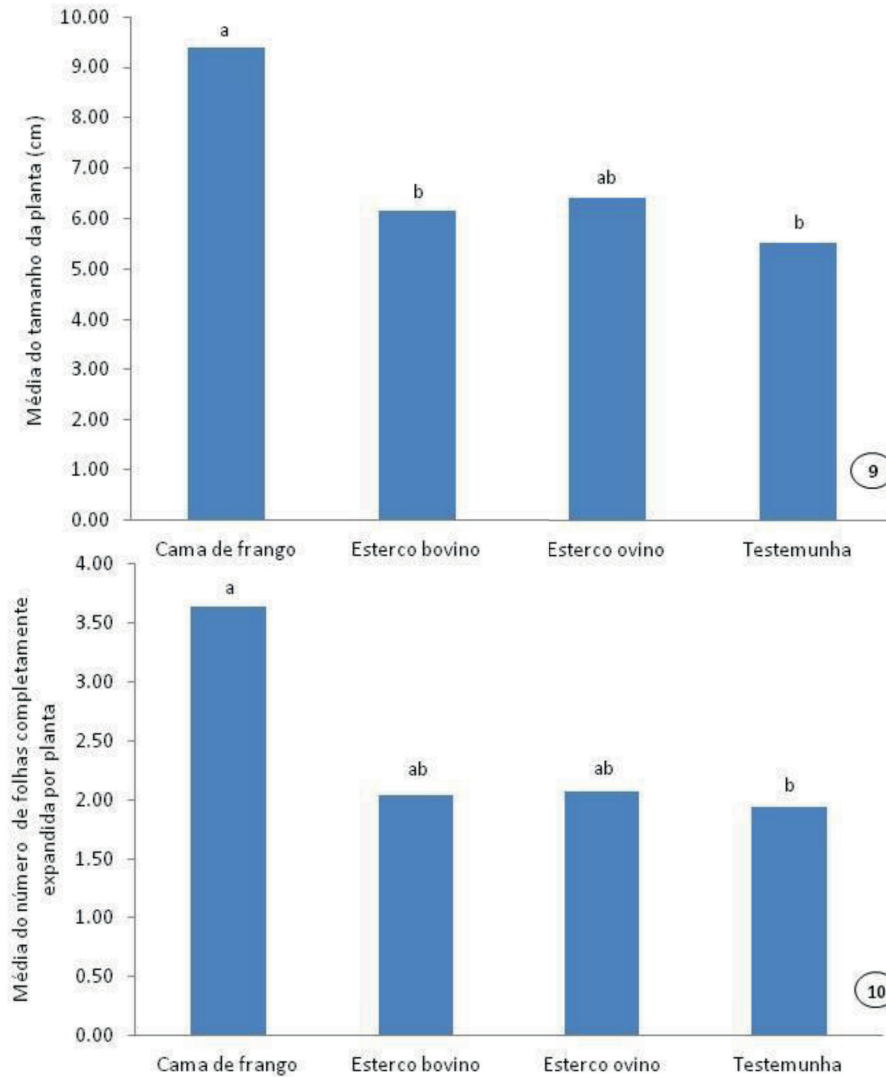
Houve efeito da cama de frango no desenvolvimento do feijão-de-corda em relação à testemunha, sendo que ela determinou o melhor desempenho na altura/tamanho (FIGURAS 9) e número de folhas expandidas (FIGURA 10) aos 21 dias após plantio. Os tratamentos esterco bovino e ovino não se diferenciaram da testemunha (FIGURAS 9-10).

No estudo de Passos (2015), com a cultura da soja, o tratamento com cama de frango obteve elevada eficiência agrônômica em relação ao esterco bovino e ao pó de carvão. No cultivo da mamona, Santos et al. (2015) relataram um retorno significativo no desenvolvimento do cacho, grãos e produtividade da planta. Segundo Silva et al. (2013), no cultivo do milho, as plantas submetidas à cama de frango apresentaram maior altura e matéria de folhas e colmos.

Apesar do uso de cama de frango ter favorecido o desenvolvimento dos feijoeiros, a produção do feijão-de-corda não se diferenciou entre os tratamentos e a testemunha no final do cultivo. Tal fato demonstra que a elevação no crescimento vegetativo ocorrido no tratamento cama de frango não foi transferido para a produção de vagens e grãos. A explicação provável é que o solo antes da adubação já se encontrava com fertilidade e número de microrganismos benéficos adequados para a produção de feijão-de-corda. Segundo Andrade Júnior et al., (2002), por ser o feijão-de-corda uma planta com boa capacidade noduladora e eficiente sistema de fixação, ele pode dispensar a adubação nitrogenada em solos com boa fertilidade. Além disso, sabe-se que a necessidade mínima de N para o feijão-de-corda é de doses superiores a 100 kg de N.ha⁻¹ (ANDRADE JÚNIOR et al., 2002). Neste trabalho, foi utilizada a dose de 105 Kg.ha⁻¹ de N para a cultura do feijão-de-corda. Como houve padronização do nitrogênio, foram observados nos adubos diferenças nas quantidades de P₂O₅ e Potássio K₂O. Por isso, conclui-se que a variação na disponibilidade de fósforo e potássio não é tão importante para aumentar a produção agrícola do feijão-de-corda.

Portanto, apesar de os agricultores terem a tendência de fazer adubação prévia do solo antes do cultivo, o presente trabalho demonstra a importância de se fazer análise preliminar do solo antes de qualquer manejo, a fim de evitar gastos desnecessários com adubo caso eles não sejam de extrema necessidade, como observado no caso do feijão-de-corda. Como cada espécie de planta ou cultivar necessita de condições específicas para expressar seu máximo potencial produtivo, o conhecimento de técnicas de cultivo é muito importante para alcançar melhor custo/benefício (HOTTA, 2008).

Figura 04. Efeito dos tratamentos de diferentes adubos orgânicos em plantas de feijão-de-corda durante o desenvolvimento da cultura. 9. Média da altura da planta. 10. Média do número de folhas completamente expandidas por planta. Letras diferentes representam diferenças estatísticas.



Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Conclusões

O uso de adubos orgânicos em produções de hortaliças é muito importante, pois eles são capazes de substituir e suprir a demanda nutricional das plantas de alface-americana.

As plantas de alface americana adubadas com esterco ovino apresentaram maior diâmetro de cabeça, número de folhas e peso fresco em relação aos outros tratamentos.

A cama de frango influenciou o crescimento vegetativo do feijão-de-corda. No entanto, nenhum adubo orgânico alterou sua produtividade.

É importante fazer análise preliminar do solo antes de qualquer manejo a fim de evitar gastos desnecessários com adubo.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Brasília, *Campus Planaltina*, e ao Núcleo de Estudos em Agroecologia (NEA) da mesma instituição pela disponibilização de área de campo, ferramentas e equipamentos de laboratório. Esta pesquisa foi financiada pelo CNPq (CNPq 488335/2013-2) que também concedeu bolsa de apoio técnico ao primeiro autor. Ao Instituto Federal de Goiás, *Campus Luziânia*, pela parceria estabelecida para o desenvolvimento do projeto coordenado pela professora Regina Carvalho de Oliveira Machado.

Cultivation of American lettuce and cowpea under different organic fertilizers for Brazilian Central-West

Abstract

The cultures of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and cowpea bean (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) have great importance for family farmers. However, the fertilization of these cultures shows high costs for producers. For that reason, it is necessary to use alternative sources of fertilizers, more economical and more accessible to family farming. Thus, this study aimed to evaluate the influence of different organic fertilizers (poultry litter, beef manure and sheep manure) on lettuce and cowpea bean cultures. For the lettuce, the data evaluated were: diameter of the head, number of leaves, fresh biomass and plant height. For the cowpea bean, the data evaluated after 23 days were numbers of expanded leaves and plant size. At 120 days of cultivation, we analyzed number of pods produced, length of pods, total fresh weight of the pods, number of grains produced per pod and total weight of 100 grain. For lettuce cultivation, the treatment with sheep manure showed a greater diameter, leaf number and fresh weight compared to the control. For the cultivation of cowpea beans at earlier 23 days, the treatment with poultry litter presented greater number of expanded leaves and plant size compared to the control. At 120 days, there were no statistical differences in the productivity of bean plants among the treatments. The present study demonstrates the importance of using organic fertilizers, since larger yields of lettuce were achieved with the use of sheep manure compared to the control. This fact was not observed for the bean culture.

Keywords: Family farmers. Food production. Organic fertilization.

Referências

ANDRADE JUNIOR, A. S.; SANTOS, A. A.; ATHAÍDE SOBRINHO, C. A.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; VIANA, F. M. P.; FREIRE FILHO, F. R.; CARNEIRO, J. S.; ROCHA, M. M.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S.; RIBEIRO, V. Q. **Cultivo do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 108 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80707/1/sistemaproducao-2.PDF>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

ARCADE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A. S. **Os adubos e a eficiência das adubações**. 3. ed. São Paulo: ANDA, 1998. 35p. (Boletim Técnico, 3)

ARMANDO, M. S.; BUENO, Y. M.; ALVES, E. R. S.; CAVALCANTE C. H. **Agrofloresta para Agricultura Familiar**. Brasília: Embrapa Sede, 2002. p. 01-11. (Circular Técnica, 16)

CAETANO, L. C. S.; FERREIRA, J. M.; ARAUJO, M. L.; SILVA, V. V.; LEAL, M. A. A.; ANDRADE, W. E. B.; COELHO, R. G.; CUNHA, H. C.; SARMENTO, W. R. M.; CUNHA, H.; STORHM; COSTA, R. A.; SILVA, J. A. C. **A cultura da alface: perspectivas, tecnologias e viabilidade**. Niterói: PESAGRO-RIO, 2001. 23 p.

CASSOL, P. C. **Eficiência de fertilizantes de estrume de vaca e frango como fonte de fósforo às plantas**. 1999. 167f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

CASTELLETTI, C. H. M.; COSTA, A. F. D. Feijão caupi: alternativa sustentável para os sistemas produtivos. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 18, n. 1, p. 1-2, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/mneve/Downloads/67-264-1-PB.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Custos de produção agrícola: a metodologia da Conab**. p. 8-9, 2010. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/custos>>. Acesso em: 05 abr. 2016.

COSTA, J. P.; RIMKUS, L. M.; REYDON, B. P. **Agricultura Familiar, Tentativas e Estratégias para assegurar um mercado e uma renda**. Unicamp. 2008. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/9/846.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

COSTA, M. B. B. **Adubação orgânica: nova síntese e novo caminho para a agricultura**. São Paulo: Ícone, 1994. 102p.

DANTAS, A. M. **Materiais orgânicos e produção de alface americana**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS M. L. G.; McMANUS, C. M.; MENEZES, A. M. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 175-179, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v30n1/v30n1a29.pdf>>. Acesso em: 24 ago. 2015.

FONTES, P. C. R. Alface. In. RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5ª Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG, 1999. 177p.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 519 p.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-Caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Embrapa Meio-Norte, Teresina - PI, 2011. 84p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84470/1/feijao-caupi.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA, 2001. 261 p.

GRIMES, J. L.; SMITHI, J.; WILLIAMS, C. M. Some alternative litter materials used for growing broilers and turkeys. **World's Poultry Science Journal**, v. 58, n. 4, p. 515-526, 2002. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/world-s-poultry-science-journal/article/some-alternative-litter-materials-used-for-growing-broilers-and-turkeys/9618666E1392ED547EC06DB310082C95>>. Acesso em: 25 mar. 2016.

HOTTA, L. F. K. **Interação de progênies de alface do grupo americano por épocas de cultivo**. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" Faculdade de Ciências Agrônomicas *Campus* de Botucatu, Botucatu, 2008. p. 5.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS (IAC). **Hortaliças**: alface. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Alface/Alface>>. Acesso em: 06 mar. 2016.

KANO, C.; CARDOSO, A. I. I.; VILAS BOAS, R. S. Influência de doses de potássio nos teores de macronutrientes em plantas e sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 287-291, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010205362010000300008&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 06 mar. 2016.

LOPES, J. C.; RIBEIRO, L. G.; ARAÚJO, M. G.; BERALDO, M. R. B. S. Produção de alface com doses de lodo de esgoto. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 143-147, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n1/a30v23n1.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2016.

MARCHI, E. C. S.; MARCHI, G.; SILVA, C. A.; ALVARENGA, M. A. R. Crisphead lettuce under influence of soil conditioner, organic fertilizers and liming. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 3, p. 274-281, 2015. Disponível em: <<file:///C:/Users/mneve/Downloads/935-6040-1-PB.pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2016.

MENEZES, R. S. C.; SALCEDO, I. H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, p. 361-367, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbeaa/v11n4/v11n04a03.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

MENEZES, R. S. C.; SILVA, T. O. Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, p. 251-257, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v12n3/v12n03a05.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

PAGANINI, F. J. Manejo de cama. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. A.; MACARI, M. (Ed.). **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004. 356p.

PASSOS, A. M. B. **Cama de Frango, esterco de curral e pó de carvão na cultura da soja**. 2010. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

PEIXOTO FILHO, J. U.; FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. F. A.; PESSOA, L. G. M.; KAMIMURA, K. M. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 419–424, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n4/a10v17n4.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2016.

RODRIGUES, I. N.; LOPES, M. T. G.; LOPES, R.; GAMA, A. S.; MILAGRES, C. P. Desempenho de cultivares de alface na região de Manaus. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 524-527, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v26n4/v26n4a20.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 187-194, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v30n2/v30n2a02.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

SANCHEZ, S. V. **Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo NFT em dois ambientes protegidos em Ribeirão Preto (SP)**. 2007. 63f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, *Campus* Jaboticabal, Jaboticabal, 2007.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; OLIVEIRA, M. E. C. Produção da cultura da mamoneira em função da fertilização com cama de galinha. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 1, p. 169-180, 2010. Disponível em: <<http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=374>>. Acesso em: 18 maio 2016.

SANTOS, H. G.; ALMEIDA, J. A.; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRERAS, J. F.; ANJOS, L. H. C.; COELHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, V. A. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

SAVOLDI, A.; CUNHA, L. A. Uma abordagem sobre a agricultura familiar, PRONAF e a modernização da agricultura no sudoeste do Paraná na década de 1970. **Revista Geografar**, v. 5, n. 1, p. 25-45, 2010. Disponível em: <<file:///C:/Users/mneve/Downloads/17780-62964-1-PB.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2018.

SILVA, C. A. Uso de resíduos orgânicos na agricultura. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLA, L. P.; CAMARGO, F. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p. 597-624.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. II - Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 51-61, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n1/06.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SILVEIRA, L. M. Adubação orgânica da batata com esterco e/ou *Crotalaria juncea*. I - Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 39-49, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n1/05.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

SILVA, T. R.; MENEZES, J. F. S.; SIMON, G. A.; ASSIS, R. L. Desenvolvimento inicial do milho em um latossolo vermelho distrófico com aplicação de cama de poedeira. **Global Science and Technology**, v. 6, n. 3, p. 1-7, 2013. Disponível em: <<file:///C:/Users/mneve/Downloads/378-3618-1-PB.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

SIMPLÍCIO, A. A.; WANDER, A. E.; LEITE, E. R.; LOPES, E. A. A. **Caprino-ovinocultura de corte como alternativa para a geração de emprego e renda**. Sobral: Embrapa Caprinos, 2004. 44 p.

SOUZA, R. B.; ALCÂNTARA, F. A. **Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. p. 1-8. (Circular Técnica, 65)

TRANI, P. E.; RAIJ, B. Hortaliças. In: RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 157-163. (Boletim Técnico, 100)

VILLELA, N. J.; HENZ, G. P. Situação atual da participação das hortaliças no agronegócio brasileiro. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 17, n. 1, p. 73, 2000.

Histórico editorial:

Submetido em: 13/02/2017.

Aceito em: 21/06/2017.

Como citar:

ABNT

COSTA JÚNIOR, S. da; SILVA, F. B. da; MARCHI, E. C. S.; MACHADO, R. C. O.; DELGADO, M. N. Cultivo de alface-americana e feijão-de-corda sob diferentes adubos orgânicos para o Centro-Oeste Brasileiro. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 2, p. 111-125, abr./jun. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181170>

APA

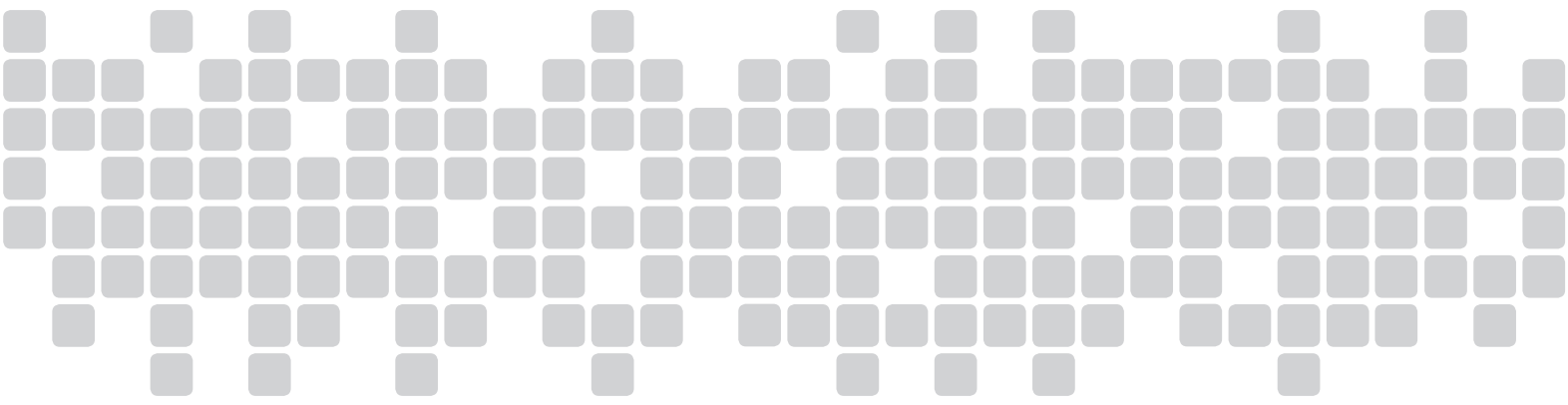
COSTA JÚNIOR, S. da, SILVA, F. B. da, MARCHI, E. C. S., MACHADO, R. C. O. & DELGADO, M. N. (2018). Cultivo de alface-americana e feijão-de-corda sob diferentes adubos orgânicos para o Centro-Oeste Brasileiro. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (2), 111-125. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181170>

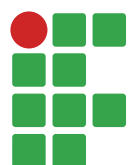
ISO

COSTA JÚNIOR, S. da; SILVA, F. B. da; MARCHI, E. C. S.; MACHADO, R. C. O. e DELGADO, M. N. Cultivo de alface-americana e feijão-de-corda sob diferentes adubos orgânicos para o Centro-Oeste Brasileiro. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 2, pp. 111-125. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181170>

VANCOUVER

Costa Júnior S da, Silva FB da, Marchi ECS, Machado RCO, Delgado MN. Cultivo de alface-americana e feijão-de-corda sob diferentes adubos orgânicos para o Centro-Oeste Brasileiro. *Rev agrogeoambiental*. 2018. abr./jun.; 10(2): 111-125. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181170>





Doses de adubação orgânica e convencional no desenvolvimento e produtividade na cultura do jambu

Romildo Torres da Gama¹

Rodrigo de Souza Guimarães²

João Batista Dias Damaceno³

Johnny Carlos Campos Cedano⁴

Mayara Feitosa Oliveira⁵

Sangela Cruz Morais⁶

Resumo

A cultura do jambu tem exigências nutricionais que podem ser supridas tanto pela adubação química quanto orgânica. Este estudo teve como objetivo avaliar a eficiência do fertilizante orgânico de esterco bovino proveniente de abatedouros, na produção de biomassa verde de jambu em relação à adubação convencional. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Instituto de Estudos em Desenvolvimento Agrário e Regional da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, no município de Marabá, Estado do Pará - Brasil. O delineamento estatístico experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 8 (oito) tratamentos e 8 (oito) repetições. Como resultados, observou-se que a calagem utilizada de forma isolada não propicia o aumento de biomassa verde da cultura estudada. Quando adicionado fertilizante orgânico de esterco bovino no solo com baixa fertilidade natural, ocorre um aumento linear do peso médio da biomassa verde do jambu em todos os tratamentos. Quando se utiliza o fertilizante orgânico associado ao adubo NPK, obtém-se o melhor ganho de biomassa verde independentemente do uso da calagem. Portanto, a combinação da adubação química e orgânica promove maior impacto na produção de biomassa das plantas de jambu.

Palavras-chave: Resíduos orgânicos. Fertilizantes químicos. Biomassa seca. Hortaliça não convencional. *Acmellia Oleracea* [(L.) R.K.Jansen].

Introdução

A bovinocultura brasileira possui cerca de 209 milhões de cabeças (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE, 2010), colocando o Brasil como o maior produtor de

1 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, mestre em agronomia (Agricultura de Trópico Úmido). Av. André Araújo, 2936, Aleixo, CEP 69060-001. Manaus, Amazonas, Brasil. romildo.ufpa@hotmail.com

2 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), mestre em Agronomia (Agricultura no Trópico Úmido). rsg_fca@yahoo.com.br.

3 Universidade Federal do Amazonas (UFAM), doutorando em Agronomia (Produção Vegetal). Manaus, Amazonas, Brasil. joaodiasrm@gmail.com.

4 Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), mestre em Agronomia (Agricultura no Trópico Úmido). campos_agro2015@hotmail.com.

5 Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, engenheira agrônoma. sangela.cruz@hotmail.com.

6 Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, engenheira agrônoma. mayf57@hotmail.com.

proteína animal do mundo. O abate de bovinos no Brasil no 4º trimestre de 2013 chegou à marca de 8.887.975, sendo superior ao 4º trimestre de 2012, que obteve total de 8.187.566, tendo um crescimento de 8,6 % de bovinos abatidos em relação ao ano de 2012 (IBGE, 2014). Como consequência das operações de abates para a obtenção de carnes e derivados, aumenta a quantidade de resíduos que devem sofrer processamentos específicos (SILVA, 2011), pois se não forem gerenciados adequadamente, podem causar problemas graves ao meio ambiente. Como exemplo desses resíduos destacam-se os sólidos contendo alto teor de matéria orgânica, como o conteúdo estomacal proveniente do rúmen.

A reciclagem e o uso agrônômico racional de resíduos advindos da pecuária e da agroindústria são apresentados como opções para a solução do problema (COSTA et al., 2009; SUNADA et al., 2015), porém implicam a ampliação dos conhecimentos sobre os resíduos e sua utilização na agricultura. Um destino promissor para a utilização desses resíduos é a agricultura, destacadamente a produção de hortaliças. O cultivo das olerícolas demanda grande quantidade de matéria orgânica, necessária à manutenção da fertilidade do solo. Como nem sempre o agricultor dispõe desse insumo em sua propriedade, a obtenção nos frigoríficos torna-se uma opção que beneficia o produtor e permite o gerenciamento adequado dos resíduos.

Com o aumento da demanda por alimentos produzidos ecologicamente e a preocupação com o meio ambiente, a busca por alternativas de adubação que possibilitem mitigar os impactos causados pelos adubos convencionais (não renováveis) proporciona menor dependência dos mercados, promovendo dessa forma um meio mais correto de exploração dos recursos naturais, além de propiciar melhor qualidade de vida para a população (PEREIRA et al., 2011).

Como fonte alternativa de adubação, encontram-se os fertilizantes orgânicos naturais que podem ser de origem urbana, industrial e agrícola, a exemplo do esterco bovino, aves, suínos, torta de filtro, mamona, adubos verdes, turfa, vermicomposto, lodo de esgoto, resíduos da fabricação de álcool, açúcar, resíduos do processamento de frutos, resíduos provenientes da atividade frigorífica e compostos orgânicos que são obtidos a partir da mistura de resíduos vegetais ricos em carbono e de resíduos animais ricos em nitrogênio (PEREIRA et al., 2013; SOUZA et al., 2007). O uso de fontes alternativas na agricultura devem passar por critérios que atendam à legislação e ao regulamento vigente (SENA et al., 2014). O resultado da análise de fertilizantes orgânicos permite avaliar se os parâmetros estão dentro dos limites indicados pela legislação e não ultrapassam as tolerâncias, conforme BRASIL (2004). Além disso, permite que seja realizada a comparação das garantias entre diferentes fontes de fertilizantes orgânicos.

Entre os parâmetros, o índice pH e a relação C/N dão informações sobre o estado de decomposição da matéria orgânica do fertilizante. Para efeito prático, no processo de compostagem, considera-se que a matéria-prima crua tem reação ácida. Quando o pH está neutro ou próximo da neutralidade indica que o composto está bioestabilizado. O composto humificado, ou seja, decomposto, apresenta-se obrigatoriamente alcalino. Estas informações devem ser sempre associadas com outras, como por exemplo a relação C/N.

A relação C/N dá ideia do tempo de compostagem. Para material a ser decomposto, a relação C/N alta (acima de 30/1) indica necessidade de maior prazo de decomposição. Relação C/N entre 25/1 e 35/1 será mais favorável para uma rápida decomposição. Relação C/N baixa (entre 6/1 e 12/1, por exemplo) poderá provocar perda de nitrogênio amoniacal. No material curado ou semicurado, a relação C/N indica o grau de decomposição, ou seja, próximo a 18/1 o fertilizante está semicurado e de 18/1 a 10/1 o fertilizante está curado. A comparação entre diferentes fontes de fertilizantes orgânicos pode ser feita em função da concentração de nutrientes, em especial de N, P₂O₅ e K₂O e

o preço de mercado dos fertilizantes envolvidos. Para a comparação, deve-se levar em conta também a umidade de cada material.

Considerando a problemática da disposição de resíduos sólidos em abatedouros e frigoríficos e a necessidade de estudos complementares realizados em torno deste assunto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do fertilizante orgânico e adubação convencional na produção de biomassa verde de jambu.

Material e métodos

O experimento foi conduzido durante os meses de maio e julho de 2014, em casa de vegetação do Instituto de Estudos em Desenvolvimento Agrário e Regional (IEDAR) da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), no município de Marabá, Estado do Pará - Brasil. As coordenadas geográficas locais de referência são 05° 33'56" S de latitude, 49°08'75" W de longitude e 95 m de altitude. O clima da região é do tipo Afi, de acordo com classificação de Köppen, com duas estações climáticas bem definidas: uma chuvosa (dezembro-abril) e outra seca (junho-outubro). A precipitação média anual é de 1.925,7 mm, umidade relativa do ar de 80 %, e a temperatura varia de 23,3 a 32,7°C, sendo a média anual de 28,0 °C (ALMEIDA, 2007).

O solo utilizado no experimento foi classificado em Neossolo Flúvico e apresentava as seguintes características químicas na camada de 20 a 40 cm: pH (em H₂O) = 5,3; Al trocável (cmol_c dm⁻³) = 0,4; Ca+Mg (cmol_c dm⁻³) = 1; P- Mehlich 1 (mg dm⁻³) = 2; K (mg dm⁻³) = 19; Matéria orgânica = 10,6 g dm⁻³; V (%) = 32,3; m (%) = 28; Soma de bases = 1,0 (cmol_c dm⁻³); CTCt = 3,55 (cmol_c dm⁻³); CTC_e = 2,43 (cmol_c dm⁻³); argila = 260 g kg⁻¹, silte = 159 g kg⁻¹ e areia = 590 g kg⁻¹ (SILVA et al., 2009).

Empregou-se o desenho experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 4 x 2 x 2. Os fatores avaliados foram: a) substrato com calagem e sem calagem (dois níveis); b) substrato com adubo químico e sem adubo (dois níveis) e c) quatro níveis de fertilizante orgânico (0,0 %; 25,0 %; 50 % e 75 %), perfazendo 16 tratamentos. O experimento foi montado com oito repetições, perfazendo 128 parcelas experimentais. Cada parcela experimental foi constituída por um recipiente de garrafa pet.

Foram utilizadas plantas de Jambu (*acmella oleracea* [(L.) r. k. jansen]), obtidas a partir de sementes coletadas em área de cultivo, no município de Marabá, Estado do Pará. As sementes foram colocadas diretamente no substrato preparado para a produção do jambu.

O preparo do substrato foi realizado por meio das operações de coleta do solo, desterroamento, passado em peneira de 4 mm, com o objetivo de retirar o excesso de material indesejável como pedras, raízes, entre outros. No esterco bovino foram realizadas as etapas cura do material por noventa dias, seguida de passagem na peneira, com o objetivo de descartar material indesejável. Imediatamente, após essas operações de preparo, foram coletadas amostras de solo e esterco padronizadas para diagnosticar a fertilidade de ambos os materiais em conformidade com a metodologia Silva et al. (2009) e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2007), respectivamente.

A análise química do esterco bovino apresentou as seguintes características químicas: N=1,99; P₂O₅=0,57; Umidade=41,45; MO=55,18; C=23,08; Ca=0,82; Mg=0,13; S=0,39(% na matéria seca); Fe=1,35; Cu=20; Mn=240,3; B=9,3; Zn=100,3(mgkg⁻¹ de matéria seca); pHcacl₂= 6,26; C/N=12/1.

A quantidade de calcário foi calculada pelo método da saturação por bases, para elevar o solo a 70 % de saturação por bases, o que demandou a quantidade de 1,2 t.ha⁻¹, para correção de

20,0 cm de profundidade, com PRNT de 85 %. Com base nos resultados da análise do solo utilizado no substrato foi calculada a quantidade de calcário (4.2g/pet) e de fertilizantes químicos NPK (6.8g/pet) necessários para a nutrição do jambu, conforme manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Pará (CRAVO, 2007).

Após o plantio, foi realizada a primeira irrigação, com regador manual. Diariamente foi realizada a vistoria para a eliminação de plantas daninhas. 17 dias após a germinação do plantio foi realizado o desbaste de forma a permanecer de 10 a 12 plantas por recipiente. No 20º dia após a germinação foi realizada a adubação de cobertura nos vasos que receberam a adubação de plantio, sendo aplicada por recipiente a quantidade de 1,0 g de sulfato de amônio e 0,32 g de cloreto de potássio.

A colheita foi realizada 45 dias após o plantio das sementes. No dia da colheita não foi realizada a irrigação no experimento para evitar a influência do excesso de umidade na obtenção da massa da matéria verde. Inicialmente foi realizada a colheita da parte aérea, realizando o corte rente ao substrato, com acondicionamento em sacos de papel previamente identificados por tratamento e repetição, sendo imediatamente efetuadas as pesagens para se obter o peso da massa fresca.

Após a colheita da parte aérea, procedeu-se à retirada e lavagem das raízes com o auxílio de uma peneira de malha fina, passando água em baixa pressão, com mangueiras, para retirada do substrato; em seguida, o excesso de resíduos nas raízes foi removido com a lavagem em baldes e com o auxílio de pinças, logo depois foram identificadas em saco de papel. Ao final, foi efetuada a pesagem da massa fresca das raízes.

Os resultados do experimento foram submetidos à análise de variância pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Para análise dos dados empregou-se o software estatístico SISVAR versão 5.3 build.

Resultados e discussão

As análises dos resultados da produção da biomassa verde da parte aérea mostra que a adubação NPK proporcionou os melhores resultados quando combinada com a aplicação de 75 % do adubo orgânico, tanto com calagem quanto sem a calagem, evidenciando que com 75 % de adubo orgânico e com adubação NPK, o fósforo nutriente limitante para as principais culturas tem um efeito positivo na promoção de ganho de biomassa (Tabela 1). Esse resultado é plausível, pois devido ao alto poder tampão do solo, a adição da matéria orgânica permite corrigir alguns problemas de excessos e deficiências de nutrientes e de micronutrientes, muitos dos quais formam quelatos, regulando a disponibilidade para as plantas (SOUZA; ALCÂNTARA, 2007).

Tabela 1. Médias do peso da biomassa verde da parte aérea (PMVPA) e do peso da biomassa verde das raízes (PMVR) de jambu em função dos tratamentos avaliados.

Treatamento	Formulação do substrato	PMVPA	PMVR
T1	0% adubo orgânico x Sem CAL x Sem NPK	6,71 C	6,40 C
T2	0% adubo orgânico x Sem CAL x Com NPK	14,07 C	3,36 C
T3	0% adubo orgânico x Com CAL x Sem NPK	5,84 C	6,45 C
T4	0% adubo orgânico x Com CAL x Com NPK	72,39 B	14,44 B
T5	75% adubo orgânico x Sem CAL x Sem NPK	77,70 B	21,75 A
T6	75% adubo orgânico x Sem CAL x Com NPK	131,69 A	18,77 A
T7	75% adubo orgânico x Com CAL x Sem NPK	81,16 B	19,66 A
T8	75% adubo orgânico x Com CAL x Com NPK	133,74 A	19,20 A
cv%		18,28	28,68

Médias com as mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

Observa-se que somente a adubação NPK ou somente a calagem no substrato não produziu efeito positivo, sendo estatisticamente iguais ao tratamento somente com o uso do solo, os quais proporcionaram os menores pesos de massa verde da parte aérea, devido ao fato de que somente os nutrientes contidos no solo, com calcário ou com NPK, não conseguiriam satisfazer as necessidades nutricionais das plantas, gerando uma queda na produção à medida que as reservas do solo fossem utilizadas (MALAVOLTA et al., 2002). Sem a utilização do adubo orgânico, só se obteve resultado razoável quando o substrato foi feito com calagem e com adubação NPK e que mesmo assim foi estatisticamente igual à aplicação somente do adubo orgânico.

Ao confrontar o tratamento que recebeu apenas adubação NPK com o que recebeu somente o adubo orgânico, constata-se que o tratamento T5 teve um resultado superior ao T2, demonstrando o efeito positivo do fertilizante orgânico. Resultados semelhantes foram obtidos por Borges et al. (2013a), que ao analisarem diferentes adubos orgânicos no cultivo de jambu comparados com NPK, constataram que a produção de massa verde foi menor nos cultivos que receberam apenas adubação química NPK e superiores quando combinou-se adubação química com esterco bovino.

Corroborando os resultados desta pesquisa, Borges et al. (2013b) verificaram maior produção na matéria fresca do jambu quando utilizado o esterco bovino e a adubação química. Portanto, o fertilizante de resíduo de rúmen bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica se mostra eficiente, melhorando a estrutura do solo e aeração, favorecendo a fertilidade do solo, aumentando a produção de massa verde no cultivo de jambu por aumentar a quantidade de macro e micro nutrientes no solo. Quando avaliado somente o fator calagem, observa-se que não houve diferença estatística significativa ao ser comparado com a testemunha.

Portanto, a correção do solo em si não se mostrou suficiente para estimular o ganho de massa verde no jambu, entretanto, a calagem em si possui a capacidade de neutralizar a acidez do solo, melhorando a disponibilidade dos nutrientes para as plantas, diminuindo a toxidez do alumínio e manganês, melhorando a eficiência dos fertilizantes, acrescentando somente cálcio e magnésio. A calagem não tem como função fornecer nutrientes como o nitrogênio, que é essencial para a produção de massa verde, como identificado por Rodrigues et al. (2014) em experimento que tinha como um dos objetivos analisar a influência do nitrogênio na produção do Jambu.

Ao comparar o tratamento que recebeu calagem e adubo NPK com o tratamento que recebeu calagem e adubo orgânico, observa-se que apresentaram comportamento semelhantes para o ganho de massa verde, não apresentando diferenças estatísticas significantes. Comportamento semelhante aos apresentados na parte aérea pode ser observado na análise do peso médio da massa verde da raiz, tendo apenas se diferenciado pelo fato de que a produção de massa verde na raiz se demonstrou superior nos tratamentos que receberam 75 % de fertilizante orgânico de resíduo de rúmen bovino.

Rodrigues et al. (2014) evidenciaram um crescimento das variáveis matéria seca, número de folhas e flores no jambu quando cultivados com fertilizantes nitrogenados e fosfatados. Por outro lado, o papel que a matéria orgânica exerce na dinâmica de nutrientes, quando aplicado ao solo, promove um melhor desenvolvimento aos vegetais (BORGES et al., 2012) especialmente à cultura do jambu.

Conclusões

A calagem utilizada de forma isolada não propicia o aumento de massa verde da cultura do jambu.

Quando adicionado fertilizante orgânico de esterco bovino no solo com baixa fertilidade natural, ocorre aumento do peso médio da massa fresca do jambu em todos os tratamentos.

Quando se utiliza o fertilizante orgânico associado ao adubo NPK, obtém-se o melhor ganho de biomassa verde independentemente do uso da calagem.

Doses of organic and conventional fertilization in the development and productivity of Jambu culture

Abstract

The Jambu culture has nutritional requirements that can be met by both chemical and organic fertilizer. This study aimed to evaluate the efficiency of organic fertilizer waste cattle manure from slaughterhouses in the production of green biomass Jambu compared to conventional fertilization. The experiment was conducted in a greenhouse in the Research Institute for Agricultural and Regional Development of the Federal University of South and Southeast of Pará, in the city of Marabá, State of Pará - Brazil. The experimental statistical design was completely randomized with 8 (eight) treatments and eight (8) repetitions. As a result, it was observed that the lime used alone does not provide the increase of green mass culture studied. When added organic fertilizer from rumen waste with ground beef in low fertility, there is a linear increase in the average weight of fresh biomass jambu in all treatments. The organic fertilizer associated with NPK fertilizer afford the best green biomass gain regardless of the use of lime. Therefore, the combination of chemical and organic fertilizer promotes greater impact on biomass production of jambu plants.

Keywords: Organic waste. Chemical fertilizer. Biomass production. Unconventional vegetables. *Acmellia Oleracea*[(L.) R. K. Jansen].

Referências

ABREU, I. M. O.; JUNQUEIRA, A. M. R.; PEIXOTO, J. R.; OLIVEIRA, S. A. de. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, Supl. 1, p. 108-118, 2010. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cta/v30s1/18.pdf>>. Acesso em: 1 set. 2016.

BORGES, L. S.; GOTO, R.; LIMA, G. P. P. Produtividade e acúmulo de nutrientes em plantas de jambu, sob adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 83-94. 2013a. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/9604>>. Acesso em: 3 set. 2016.

BORGES, L. S.; GUERRERO, A. C.; GOTO, R.; LIMA, G. P. P. Exportação de nutrientes em plantas de jambu, sob diferentes adubações. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 107-116. 2013b. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/9685/12057>>. Acesso em: 18 set. 2016.

BORGES, L. S.; VIEIRA, M. A. R.; MARQUES, M. O. M.; VIANELLO, F.; LIMA, G. P. P. Influence of Organic and Mineral Soil Fertilization on Essential Oil of *Spilanthes oleracea* cv. Jambuarana. **American Journal of Plant Physiology**, v. 7, p. 135-142. 2012. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/73385>>. Acesso em: 10 set. 2016.

COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; DECARLI, L. D.; PELÁ, A.; SILVA C. J. da; MATTER, U. F.; OLIBONE, D. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, UAEA/UFVC v. 13, n. 1, p. 100 – 107, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n1/v13n01a15.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2016.

CRAVO, M. S.; VIÉGAS, I. J. M.; BRASIL, E. C. Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará. In: BOTELHO, S. M.; CHENG, S.; MATOS VIEGAS, I. J. **Recomendação de adubação e calagem para hortaliças**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. p. 190-191.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa da pecuária municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<http://bit.ly/lDmrHi> />. Acesso em: 11 mar. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa da pecuária municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2014. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2014/default.shtm>>. Acesso em: 11 mar. 2017.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL GOMES, F.; ALCARDE, J. C. Adubos e adubações. 2 ed. São Paulo: Nobel, 2002.p. 84-93.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). **Instrução Normativa SDA Nº 17**. Diário Oficial da União-Seção 1, nº 99, 24 de maio de 2007. Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos para Plantas e Condicionadores de Solo. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/legislacoes-e-metodos/fertilizantes-substratos/copy_of_INSTRUONORMATIVASDAN17DE21DEMAIODE2007.pdf/view>. Acesso em: 05 set. 2016.

PEREIRA, D. C.; WILSEN NETO, A.; NÓBREGA, L. H. P. Adubação orgânica e algumas aplicações agrícolas. **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 3, n. 2, p. 159-174, 2013. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/variascientiaagraria/article/view/3813>>. Acesso em: 10 set. 2016.

PEREIRA, M. F. S.; LINHARES, P. C. F.; MARACAJÁ, P. B.; MOREIRA, J. C.; GUIMARÃES, M. C. D. Desempenho Agrônômico de Cultivares de Coentro (*Coriandrum Sativum* L.) Fertilizado Com Composto. **Revista Verde**, Mossoró – RN – Brasil, v. 6, n. 3, p. 235 – 239, jul./set. 2011. Disponível em: <<http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/849>>. Acesso em: 10 set. 2016.

RODRIGUES, R. S.; CAMARGO, M. S.; NOMURA, E. S.; GARCIA, V. A.; CORREA, J. N.; VIDAL, T. C. M. Influence of the fertilization with nitrogen and phosphorus in the production of jambu (*Acmella oleracea* (L) R.K. Jansen). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, p. 71-76, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbpm/v16n1/a10v16n1.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2016.

SANTOS, K. P. dos; MERENCIO, F. F. M.; SILVA, R. M. da; ALVES JÚNIOR, M.; OLIVEIRA, F. K. D. Performance agronomic of coriander submitted the diferent fertilization in Altamira, Pará. **Revista Amazônia Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 8, n. 16, jan./jun. 2013. Disponível em: <http://www.bancoamazonia.com.br/images/arquivos/institucional/biblioteca/revista_amazonia/edicao16/R_16_Desempenho_Agronomico_do_C.pdf>. Acesso em: 10 set. 2016.

SENA, M. C. de; LEÃO, T. P.; VON BORRIES, G. F., TURNES, O. Análise de formulações npk fiscalizadas pelo MAPA, de 2008 a 2010. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 4, 1207-1214. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v38n4/17.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2016.

SILVA, A. N. **Manejo de resíduos sólidos industriais:** frigorífico de Araguaína – TO. 2011. 57 f. Monografia (Bacharelado em Administração) - Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

SILVA, F. C.; ABREU, M. F.; PEREZ, D. V.; EIRA, P. A. ; ABREU, C. A.; VAN RAIJ, B.; GIANELLO, C.; COELHO, A. M. ; QUAGGIO, J. A.; TEDESCO, M. J. ; SILVA, C. A.; CANTARELLA, H.; BARRETO, W. O. Parte 2. Capítulo 1. Métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. In: SILVA, F. C. (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 2. ed. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2009. p. 107-190.

SOUZA, R. B.; ALCÂNTARA, F. A. de. Adubação Orgânica. In: HENZ, G. P.; DE ALCANTARA, F. A.; RESENDE, F. V. **Produção Orgânica de Hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília – DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 113-127.

SUNADA, N. D. S.; ORRICO, A. C. A.; ORRICO JUNIOR, M. A. P.; CENTURION, S. R.; OLIVEIRA, A. B. D. M.; SENO, L. D. O. Composting of solid waste from poultry slaughterhouse. **Ciência Rural**, v. 45, n. 1, 178-183, jan. 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v45n1/0103-8478-cr-0103-8478cr20120261.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2016.

Histórico editorial:

Submetido em: 05/10/2016.

Aceito em: 17/07/2017.

Como citar:

ABNT

GAMA, R. T. da; GUIMARÃES, R. S.; DAMACENO, J. B. D.; CEDANO, J. C. C.; OLIVEIRA, M. F.; MORAIS, S. C. Doses de adubação orgânica e convencional no desenvolvimento e produtividade na cultura do jambu. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 2, p. 127-134, abr./jun. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181122>

APA

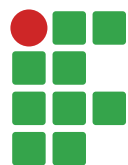
GAMA, R. T. da, GUIMARÃES, R. S., DAMACENO, J. B. D., CEDANO, J. C. C., OLIVEIRA, M. F. & MORAIS, S. C. (2018). Doses de adubação orgânica e convencional no desenvolvimento e produtividade na cultura do jambu. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (2), 127-134. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181122>

ISO

GAMA, R. T. da; GUIMARÃES, R. S.; DAMACENO, J. B. D.; CEDANO, J. C. C.; OLIVEIRA, M. F. E MORAIS, S. C. Doses de adubação orgânica e convencional no desenvolvimento e produtividade na cultura do jambu. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 2, pp. 127-134. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181122>

VANCOUVER

Gama RT da, Guimarães RS, Damaceno JBD, Cedano JCC, Oliveira MFE, Morais SC. Doses de adubação orgânica e convencional no desenvolvimento e produtividade na cultura do jambu. *Rev agrogeoambiental*. 2018. abr./jun.; 10(2): 127-134. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n220181122>



Diretrizes para autores

A Revista Agrogeoambiental publica apenas trabalhos originais e inéditos, que não estejam aguardando avaliação, revisão ou publicação por outro periódico. O trabalho pode ser submetido em qualquer época do ano através da plataforma on-line e, se aprovado, poderá ser publicado em uma das edições regulares da revista, que são disponibilizadas nos meses de março, junho, setembro e dezembro.

Tipos de trabalho

Artigo Científico: Trata-se de um relato completo de trabalho experimental. O texto deve representar processo de investigação científica coeso e propiciar seu entendimento, com exposição coerente das informações, de modo a possibilitar a reprodução do experimento. Deve ter entre 11 e 15 páginas.

Short Communication: Trata-se de um relato completo, porém mais conciso. Deve possuir os mesmos critérios de qualidade e relevância que o artigo científico e representar uma contribuição significativa para as áreas de abrangência do periódico. Deve ter entre 08 e 10 páginas.

Revisão bibliográfica: Trata-se da abordagem do estado da arte ou visão crítica de assuntos de interesse e relevância para a comunidade científica da área de abrangência do periódico. As discussões devem abordar os trabalhos mais relevantes e atuais da área. As submissões estão temporariamente suspensas.

Apresentação

- Documento odt (Open Document) ou doc (Microsoft Word 1997-2003).
- Páginas em tamanho A4.
- Todas as margens de 3 cm. Não numerada, sem cabeçalhos e/ou rodapés.
- Fonte Times New Roman, corpo 12, espaçamento simples entre linhas.
- O texto deve ser escrito em uma única coluna.

Estrutura e Organização

As seções mais comuns que compõem o artigo científico estão especificadas abaixo

- Título: Máximo de quinze palavras em letras minúsculas (exceto pela primeira letra).
- Subtítulos: Margem esquerda, com destaque em negrito, a numeração é opcional.
- Autoria: Serão aceitos, no máximo, seis autores por artigo e a Indicação de Autoria deve ser feita, conforme o modelo abaixo:

Nome completo do autor. Instituição, vínculo com a instituição (se houver). Cidade, estado e país de atuação profissional. E-mail. Telefone. Endereço para correspondência.

(Em trabalhos com dois ou mais autores, especificar a instituição, o vínculo institucional e o e-mail dos coautores.)

- **Resumo:** Com no máximo 250 palavras, deve ser coerente e apresentar o objetivo do trabalho.

- **Palavras-chave:** De três a seis palavras-chave, separadas por ponto final.

- **Introdução:** Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.

- **Material e métodos:** Deve apresentar a descrição do local, a data, o delineamento do experimento, indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental. Devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.

- **Resultados e discussão:** Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos. As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

- **Conclusão:** Deve apresentar as novas descobertas da pesquisa, sem comentários adicionais com verbos no presente do indicativo.

- **Agradecimentos:** Se houver, devem ser claros e objetivos, contendo o motivo do agradecimento.

- **Referências:** Devem seguir a NBR 6023:2002 da ABNT.

- **Normas bibliográficas:** Organize o artigo conforme as seguintes normas da ABNT:

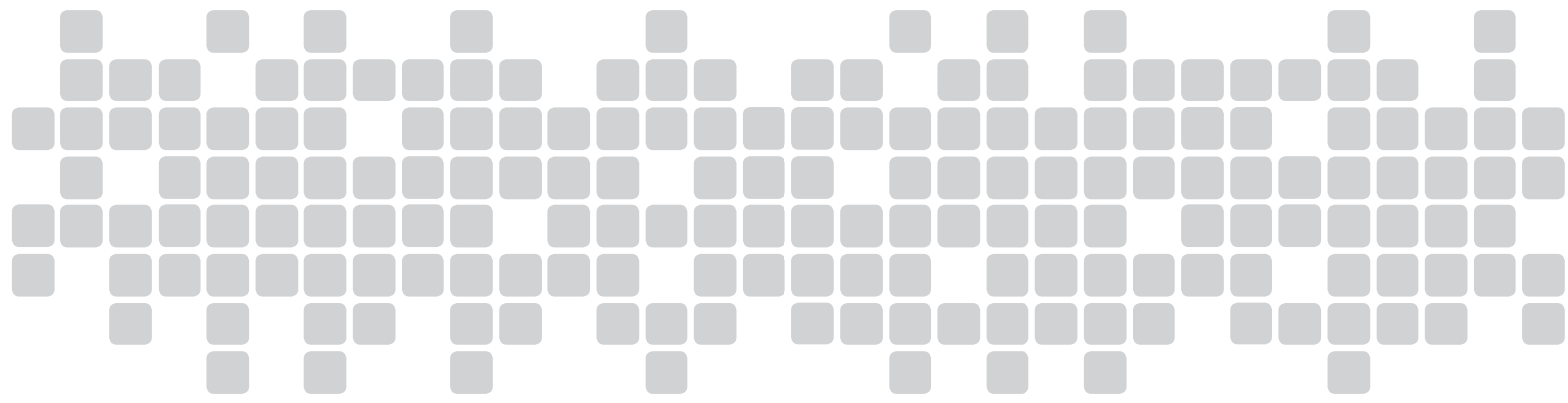
- > NBR 6023:2002 a referências bibliográficas.

- > NBR 10520:2002 a sistema autor/data de citação no corpo do texto de referências bibliográficas.

- Optional

- > NBR 6028:2003 a como elaborar resumos.

Para informações mais detalhadas acesse: <http://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br>



DIAGRAMAÇÃO:



Várzea Paulista - SP
Fone: (11) 4493 - 0665
atendimento@mwci.com.br
www.mwci.com.br