

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.4 – dezembro / 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.4 (dez.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

Miguel Angel Isaac Toledo del Pino

Assistentes editoriais

Kélica Andréa Campos de Souza
Alan Silva Fialho

Comissão editorial

Cristiane Fortes Gris
Jane Piton Serra Sanches
Wellington Marota Barbosa

Bibliotecária

Rosimeire Ribeiro

Estagiários

Giovanna Bruno de Oliveira
Rayana Motta Osório Esper

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

Arionaldo 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

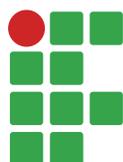
Danielle Martins Duarte Costa – IFSULDEMINAS / UNIFEI

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 Moraes 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

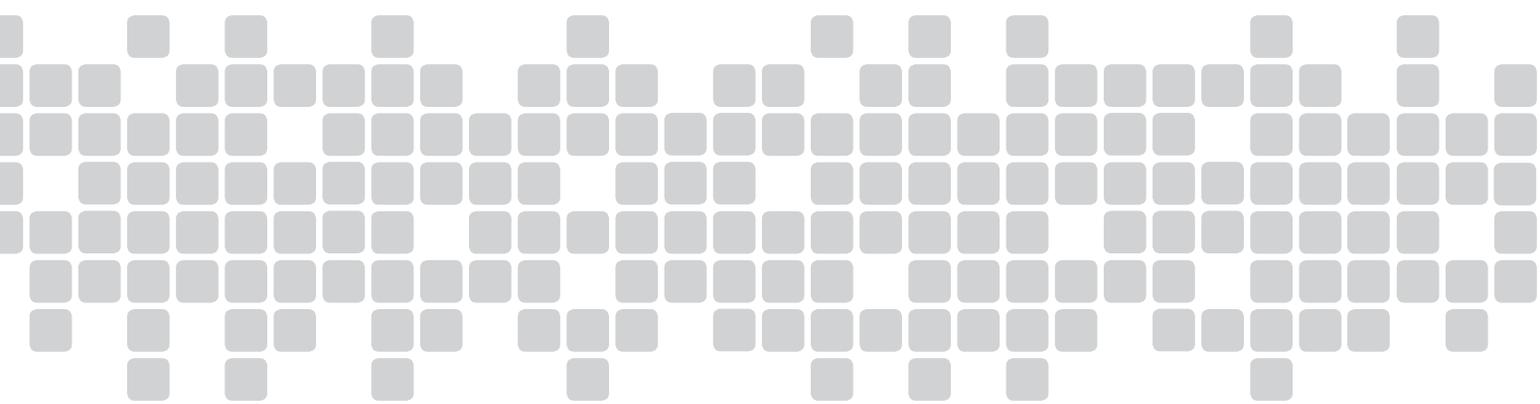
Lilian Vilela Andrade Pinto – IFSULDEMINAS
Luciana Faria – IFSULDEMIINAS
Luiz Eugenio Veneziani Pasin – UNIFEI
Marcos Caldeira Ribeiro – IFSUDESTE - MG
Marcos Magalhães de Souza – IFSULDEMINAS
Marcos Valério Gebra da Silva – FAJ
Miguel Angel Isaac Toledo del Pino – IFSULDEMINAS
Nara Cristina de Lima Silva – IFTM
Narayana de Deus Nogueira – 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 Moraes – IFSULDEMINAS
Walbert Júnior Reis dos Santos – IFSULDEMINAS
Walnir Gomes Ferreira Júnior – IFSULDEMINAS
Wellington Marota Barbosa – IFSULDEMINAS



Sumário

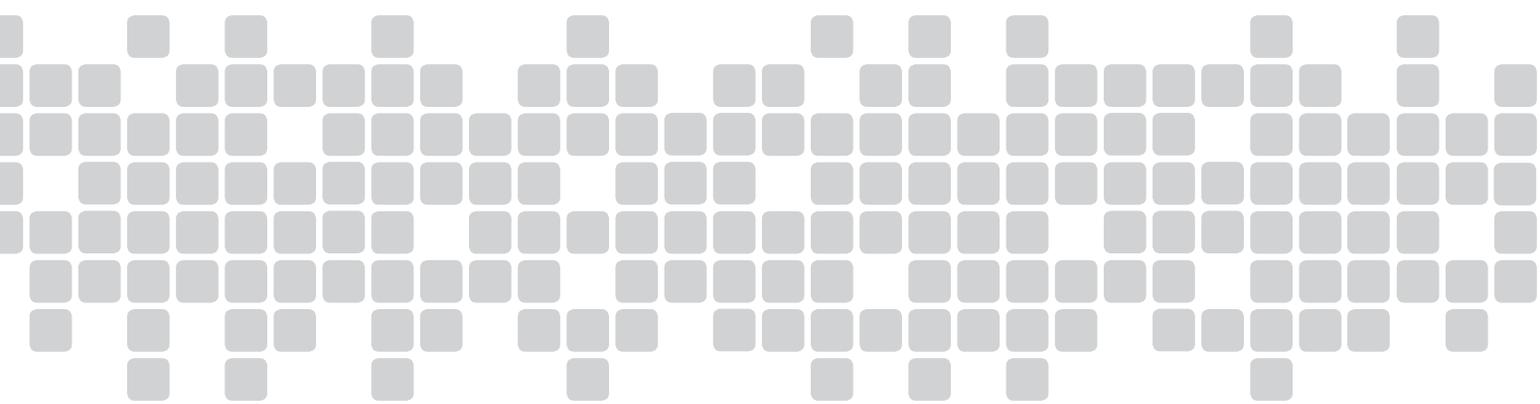
Artigos Científicos

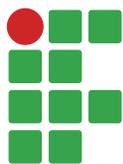
Qualidade e sustentabilidade: sistemas de certificação do café sob a ótica dos Pilares da Qualidade	9
Paulo Henrique Montagnana Vicente Leme, Cintia Loos Pinto	
Diagnóstico da qualidade físico-química do solo sob diferentes usos e manejos no sul de Minas Gerais	27
Cláudia Heluani de Sousa Antunes, Leidiane Portugal, João Paulo Maia, Renata Amato Moreira, Bruno Montoani Silva, Walbert Júnior Reis dos Santos	
Crescimento e produtividade de híbridos de milho semeados na segunda safra em Sinop (MT)	41
Ivan Vilela Andrade Fiorini, Cassiano Spaziani Pereira, Ezequiel Giese, Hécio Duarte Pereira, Felipe Ribeiro Resende, Adriano Alves da Silva	
Envelhecimento acelerado de sementes de alface produzidas no manejo orgânico em cultivo protegido e a céu aberto	55
Antônio de Amorim Brandão, Higino Marcos Lopes	
Seletividade de tembotrione aplicado em diferentes estádios fenológicos da cultura do milho safrinha	65
Luciano Bueno Mançanares, Acácio Gonçalves Netto, Jeisiane de Fátima Andrade, Jéssica Cursino Presoto, Ludimila Justina Ferreira da Silva, Saul Jorge Pinto de Carvalho	
Influência das variáveis climáticas na incidência da varíola do mamoeiro “Sunrise Golden” em diferentes densidades de cultivo sob manejo orgânico de produção	75
Thiago Cunha Silverio, Luiz Aurélio Peres Martelleto, Nilson Costa Rezende, Herton Chimelo Pivoto, Livia Israel Ferreira	
Alternative ground cover in lettuce production under tropical climate conditions	85
Ernandes Guedes Moura, Fábio de Sousa Silva, Rodrigo Fonseca da Silva, Fabrício Ribeiro Andrade, Jodean Alves da Silva, Ana Teresa Pereira da Silva	
Formas e estádios de aplicação de adubação nitrogenada no desenvolvimento e produtividade da soja	99
Cassiano Spaziani Pereira, Marcos Guilherme Trentin Filho, Ivan Vilela Andrade Fiorini, Helcio Duarte Pereira, José Roberto Rocha, Anderson Lange	
Avaliação quali-quantitativa de biogás em unidade de produção de suínos e seu reaproveitamento energético	113
Diego Bedin Marin, Alessandro Veira Veloso, Matheus Campos Mattioli, Jefferson Francisco Soares	
Relação entre cobertura e temperatura do solo em região periurbana do Cerrado	127
Renato Carneiro Fernandes da Silva, César Silva Lopes, Francienne Góis Oliveira, André Luís Teixeira Fernandes, Leonardo Campos de Assis	
Diretrizes para autores	135



A decorative horizontal band consisting 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 textured, digital appearance. The squares are centered horizontally across the page.

Artigos científicos





Qualidade e sustentabilidade: sistemas de certificação do café sob a ótica dos Pilares da Qualidade

Paulo Henrique Montagnana Vicente Leme¹

Cintia Loos Pinto²

Resumo

Qualidade e sustentabilidade são conceitos complexos, mas cada vez mais importantes no contexto da produção de alimentos. Neste cenário, os sistemas de certificações assumem papel importante de coordenação das diversas cadeias. Este trabalho utiliza a metodologia de análise dos pilares da qualidade proposta por Leme e Machado (2010) para analisar quatro certificações ligadas ao café: o Programa de Qualidade do Café (PQC), a certificação do Café do Cerrado, a certificação *Rainforest Alliance* e a certificação *Utz Certified*. O objetivo é unir os conceitos de certificação e qualidade sob a mesma perspectiva teórica, analisando como essas certificações abordam a qualidade em suas normas e diretrizes. Para isto, os pontos principais de cada programa de certificação foram analisados e sistematizados segundo o modelo proposto. O modelo dos pilares da qualidade demonstrou-se muito útil para sistematizar e analisar os objetos de estudo no que se refere aos principais aspectos ligados à certificação e à qualidade no agronegócio café.

Palavras-chave: Pilares da qualidade. Agronegócio. Cafeicultura. Certificados.

Introdução

A primeira década deste novo século trouxe novos e grandes desafios para o agronegócio. Os mercados deixaram de ser locais para se tornarem globais e os consumidores estão cada vez mais exigentes em relação a atributos ligados à segurança alimentar e à qualidade. Competitividade e marketing se tornaram ferramentas essenciais. O acesso a informações de qualidade e o próprio fluxo de informações entre produtores e consumidores se intensificaram, entretanto, esses dados estão dispersos em uma economia global sem fronteiras. A soja brasileira é consumida por chineses, o etanol de milho dos EUA é exportado para o Brasil, o café brasileiro perde sua identidade ao ser misturado com cafés de outras origens nos pacotes das gôndolas dos supermercados londrinos.

Do outro lado, consumidores exigentes, instruídos e ávidos por consumir produtos sócio e ambientalmente corretos ditam seus desejos e, de certa forma, seus anseios ajudam a estruturar e ordenar a cadeia. Normalmente, estes consumidores estão nos países desenvolvidos, como Estados Unidos da América, Japão e países da Europa. O varejo mundial, por sua vez, necessita de produtos de qualidade, com segurança alimentar garantida para evitar problemas com esses exigentes consumidores.

Para atender a esta demanda, surgiram inúmeras certificações para atestar ao consumidor disperso nas grandes cidades do mundo que determinado produto agrícola atende a padrões de segurança alimentar, sociais, ambientais e de qualidade. O termo “qualidade” é aplicado em diferentes

1 Universidade Federal de Lavras (UFLA), professor adjunto. paulo.leme@dae.ufla.br. Departamento de Administração e Economia (DAE/UFLA), Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras (MG).

2 Universidade Federal de Viçosa, professora. cintialoos@ufv.br.

contextos e dificilmente existe um conceito único a ser explorado na mente dos agentes da cadeia, dos consumidores e mesmo dos estudiosos. Porém, existe a demanda por produtos de “qualidade” nos mais diferentes mercados ao redor do globo.

No agronegócio do café, esta tendência é muito forte e existem diversas certificações que atestam tanto a produção agrícola quanto a produção industrial. São diversos os tipos de certificados: de cunho ambiental, como orgânicos e *bird friendly* (amigo dos pássaros) (<http://nationalzoo.si.edu/scbi/migratorybirds/coffee/>); com apelo socioambiental, *Rainforest Alliance* (<http://www.rainforest-alliance.org/>) e *Utz Certified* (<http://www.utzcertified.org/>); com apelo social, Comércio Justo (*Fairtrade*); de gestão e qualidade, como Café do Cerrado (<http://www.cafedocerrado.org/>), Programa de Qualidade do Café (PQC) (<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=15>) e o da Brazilian Specialty Coffee Association (BSCA) (<http://bsca.com.br/>).

Cada uma dessas certificações possui objetivos específicos e destina-se a um determinado tipo de cafeicultor e de consumidor (ou em alguns casos a indústria ou o varejo como fim). Algumas focam mais em alguns aspectos do que em outros, porém, como veremos neste artigo, elas possuem algo em comum: elas devem reduzir a assimetria de informações entre os elos da cadeia. Os perfis são diversos e cada uma delas busca ocupar um espaço na mente do consumidor final, ou seja, busca atender a um desejo ou a um interesse deste consumidor.

No caso dos cafés certificados, o objetivo final é ocupar um espaço no mercado que garanta um diferencial de preço em relação ao café não certificado. Esse diferencial, também chamado de “prêmio”, é que irá sustentar toda a cadeia de custódia que envolve a certificação, incluindo os custos operacionais da certificadora, dos exames laboratoriais, marketing, canais de comercialização e, por último, o investimento realizado pelo cafeicultor para se adequar ao sistema imposto pela certificação.

É impossível falar de certificação sem falar de gestão da qualidade ou de aspectos da qualidade. O conceito de qualidade é muito amplo e pode-se referir a diversos fatores inerentes ao sistema produtivo. Ela pode estar atrelada ao produto, ou seja, a qualidade de determinado bem refere-se ao modo como este foi produzido, atendendo a normas e padrões pré-estabelecidos. Também se refere ao produto quando descreve um produto de luxo, de alto valor agregado e que utiliza em sua confecção materiais raros ou especiais.

A qualidade pode-se referir ao processo produtivo, por exemplo, quando este atende a normas e padrões socioambientais ou quando possui um rigoroso sistema de controle de processos. Por fim, o conceito de qualidade deve estar intimamente ligado às demandas dos consumidores, buscando sempre atender a uma necessidade, um interesse ou desejo do usuário final. O consumidor precisa sentir e desejar este diferencial de qualidade para pagar um diferencial de preço, um prêmio, por este produto tão especial. A satisfação e a expectativa são termos-chave nesses casos.

As análises sobre a certificação e a qualidade dispostas acima permitem visualizar com clareza as diversas conexões que existem entre esses dois conceitos. Não se pode obter uma certificação sem um controle de qualidade que envolva produto ou processo produtivo. Da mesma forma, não é possível obter um diferencial de preço se o consumidor final não perceber que determinada certificação possui um atributo de qualidade que valha a pena ser adquirido.

Para encontrar esses pontos de junção das estratégias de coordenação sob a égide das certificações e do conceito de qualidade serão analisadas quatro certificações ligadas ao agronegócio café: o Programa de Qualidade do Café (PQC), a certificação do Café do Cerrado, a certificação *Rainforest Alliance* e a certificação *Utz Certified*. Essas certificações foram escolhidas por sua importância no agronegócio café e por sua relevância enquanto objetos de estudo para este trabalho.

A primeira certificação, do Programa de Qualidade do Café (PQC), refere-se à indústria de torrefação e moagem de café, ou seja, é o produto acabado para consumo. Esta certificação específica para o mercado brasileiro de café torrado e torrado e moído é única no mundo (LEME; MACHADO, 2010) e envolve aspectos de qualidade no sistema produtivo e nas características da bebida para consumo.

A segunda é uma certificação de origem que atesta que o café produzido na região do Cerrado de Minas Gerais segue os padrões estabelecidos pela coletividade dos produtores de café da região, atrelado portanto à origem do produto. Esta certificação se refere ao café em grão (café verde) e está ligada ao registro de indicação geográfica conferido pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI).

As outras duas certificações são de reconhecimento internacional e possuem grande relevância em aspectos ligados à produção sustentável. São as duas certificações mais importantes no agronegócio café atualmente. A certificação *Rainforest Alliance* foca suas ações principalmente em aspectos ligados à proteção do meio-ambiente enquanto a certificação *Utz Certified* foca em gestão das propriedades, unindo conceitos de responsabilidade social e boas práticas de manejo e produção.

O objetivo é agrupar os conceitos de certificação e qualidade em uma mesma perspectiva teórica, sob uma ótica de análise que permita aos agentes do agronegócio perceber com clareza que para se obter sucesso dentro de um processo de certificação, este deve estar fortemente atrelado aos conceitos de qualidade, sejam eles do produto, do processo produtivo ou relativos à percepção do consumidor sobre qualidade. Para realizar esta junção, utilizaremos o modelo teórico de análise proposto por Leme e Machado (2010), chamado de os pilares da qualidade.

Neste modelo de análise, Leme e Machado (2010) propõem uma visão integrada dos aspectos de produção e mercadológicos da qualidade, ou seja, ele consegue demonstrar como a qualidade no processo produtivo, a qualidade ligada aos aspectos físicos do produto e a qualidade na perspectiva do marketing (ou seja, na visão do consumidor) contribuem para uma visão integrada da qualidade. Essa visão holística possibilita uma maior compreensão sobre como essas dimensões afetam as diferentes percepções e conceitos sobre a qualidade.

Referencial teórico

Um importante referencial teórico no estudo das certificações é a Economia dos Custos de Transação (MACHADO, 2000; SOUZA, 2000; NASSAR, 2003; LEME; MACHADO, 2010). A Economia dos Custos de Transação (ECT) foi sistematizada por Williamson (1985; 1991), mas sua origem remonta a década de 30, quando Coase (1937) apontou um novo conceito - os custos de transação.

De forma simples, o custo de transação é o custo de fazer o sistema econômico funcionar. São os custos associados à coordenação das atividades econômicas, tais como os custos *ex ante*, para adquirir informações no mercado e tratar um negócio, e custos *ex post*, que estão associados ao acompanhamento e à execução de contratos (AZEVEDO, 1997; FARINA, 1997; 2000).

Para a ECT, os contratos são redigidos sob dois pressupostos comportamentais: as pessoas têm racionalidade limitada e podem agir com oportunismo. Como as transações diferem uma das outras, Williamson (1985; 1991) utilizou elementos objetivos e observáveis para caracterizá-las: os investimentos específicos realizados na transação, a frequência com que as transações são efetuadas e a incerteza que rege as negociações.

Conjugando os pressupostos comportamentais com esses três elementos que caracterizam as transações é possível identificar quais transações podem ser mais vulneráveis a ações oportunistas

por uma ou mais partes envolvidas e os seus respectivos custos sobre as demais partes (MACHADO, 2000).

Por sua vez, a especificidade de ativos é o atributo da transação que mais pesa nos custos de transação. Sendo assim, dependendo dos atributos da transação, diferentes custos podem ser incorridos, o que exige uma diferente estrutura organizacional para governá-las (AZEVEDO, 1997).

A estrutura de coordenação mais eficiente para cada tipo de transação é aquela que consegue minimizar os custos de transação. Quando a transação não exige especificidades de ativos e o preço é a única informação relevante, há poucos custos de transação. Neste caso, o mercado será a estrutura de coordenação preferível. Quando a transação tem alta especificidade de ativos e envolve informações complexas, criam-se relações de dependência entre dois agentes, com consequências danosas em termos de possibilidade de ruptura contratual. Assim, quando os agentes econômicos são instigados a fazer investimentos de uso específico, eles tendem a se organizar em estruturas verticalizadas (como a hierarquia, totalmente integrada verticalmente, ou então, uma estrutura híbrida, por meio de contratos formais ou informais) para evitar o custo de transação decorrente. Nesses casos, por meio de ações coordenadas, busca-se adaptação mais adequada que as condições de mercado (MACHADO, 2000; LEME; MACHADO, 2010).

Um ponto fundamental para compreendermos a visão das certificações sob a ótica da ECT é identificar o modo como os atores econômicos irão lidar com a assimetria de informações que podem gerar ações oportunistas em suas transações negociais de compra e venda de insumos e produtos ao longo da sua cadeia produtiva. Neste sentido, a ECT é uma teoria que ajuda a explicar e a resolver problemas de assimetria informacional por meio de arranjos organizacionais adequados para viabilizar transações de modo eficiente (LEME; MACHADO, 2010).

Neste contexto da ECT, podemos inferir que os padrões e certificações são importantes instrumentos de coordenação da cadeia produtiva. Eles comunicam informações para clientes e consumidores de forma consistente e confiável, diminuindo os custos de transação nas relações comprador vs. vendedor, uma vez que eliminam e reduzem a incerteza com relação à qualidade e criam incentivos à cooperação horizontal e vertical entre firmas (SOUZA, 2000; MACHADO, 2000; FARINA, 2003; NASSAR, 2003; LEME; MACHADO, 2010).

Para a certificação se efetivar, é preciso existir cooperação e coordenação entre os agentes pertencentes à cadeia, bem como incentivos para os agentes integrarem-se a um sistema de certificação. Segundo Nassar (2003),

certificação é a definição de atributos de um produto, processo ou serviço e a garantia de que eles se enquadram em normas predefinidas. Assim, a certificação envolve normas, seja na esfera privada, pública, nacional ou internacional (ambiente institucional) e um órgão certificador com poder de monitoramento e exclusão (ambiente organizacional). (NASSAR, 2003, p. 30)

Procurando definir o que é qualidade e como ela deve ser interpretada no atual contexto do agronegócio, o Quadro 1 resume algumas definições importantes encontradas na literatura sobre o tema com base em Reeves e Bednar (1994).

Quadro 1. Definições de qualidade

Excelência	<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade significa o melhor que se pode fazer, o padrão mais elevado de desempenho em qualquer campo de atuação.
Valor	<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade significa ter mais atributos; usar materiais ou serviços raros, que custam mais caro. • Qualidade como valor é conceito relativo que depende do cliente e seu poder aquisitivo.
Especificações	<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade planejada; projeto do produto; definição de como o produto ou serviço deve ser.
Conformidade	<ul style="list-style-type: none"> • Produto ou serviço de acordo com as especificações do projeto.
Regularidade	<ul style="list-style-type: none"> • Uniformidade; produtos ou serviços idênticos.
Adequação ao uso	<ul style="list-style-type: none"> • Qualidade de projeto e ausência de deficiências: projeto excelente e produto/ serviço de acordo com o projeto.

Fonte: Reeves e Bednar (1994)

Segundo Reeves e Bednar (1994), foram muitas as definições criadas para a qualidade em diferentes momentos e em resposta a novas e constantes demandas do mercado. Por outro lado, as novas definições não substituíram as antigas, todas as definições continuam sendo usadas até hoje. Desta forma, nenhuma definição de qualidade pode ser considerada como a melhor em todas as situações, pois cada definição possui tanto pontos fortes quanto fracos, a depender de critérios de medida e generalização, utilidade no gerenciamento e importância para o consumidor.

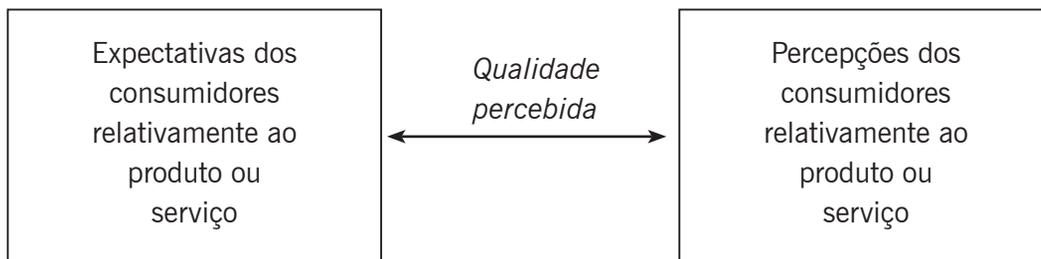
Slack et al. (1996, p. 552) propõem uma definição que procura resumir as várias abordagens da qualidade: “Qualidade é a consistente conformidade com as expectativas dos consumidores”.

A palavra *conformidade* indica que há necessidade de atender a uma especificação clara, garantindo que um produto ou serviço está conforme as especificações estabelecidas. *Consistente* implica que materiais, instalações e processos tenham sido projetados e controlados para garantir que o produto ou o serviço atenda às especificações, usando um conjunto mensurável de características. A expressão “*expectativas dos consumidores*” reconhece que um produto ou serviço precisam atingir as expectativas dos consumidores e que estas podem ser influenciadas pelo preço do produto (SLACK et al., 1996).

Os autores destacam ainda que as expectativas dos consumidores individuais podem ser diferentes. Experiências passadas, conhecimento individual e seu histórico vão dar formas às expectativas. Outro ponto importante é que a percepção do consumidor sobre um produto ou serviço também pode ser diferente. Sendo assim, a qualidade está nos olhos do observador e toda percepção de qualidade do consumidor é importante (SLACK et al., 1996).

Buscando uma conciliação entre as expectativas e percepções dos consumidores, a qualidade percebida pode ser definida como o grau de adequação entre as expectativas dos consumidores e a percepção deles do produto ou serviço, conforme a Figura 1.

Figura 1. Qualidade percebida - lacuna entre as expectativas dos consumidores e sua percepção do produto/serviço.



Fonte: Slack et al. (1996).

Por outro lado, Machado (2000) afirma que a marca é um redutor de custos de transação ao ajudar a identificar produtos e garantir um padrão de qualidade comparável, independente do local de compra. Assim, as marcas privadas e as marcas coletivas, associadas a especificações de origem ou produção, conseguem se apropriar de um diferencial de valor reconhecido pelo consumidor.

O consumidor percebe a qualidade pelas informações contidas no rótulo do produto. Por trás desses elementos mais visíveis, o produtor precisa ser capaz de produzir em conformidade com um dado padrão e obter certificação de terceira parte como garantia (Machado, 2000, p. 106).

O “efeito iceberg” (FIGURA 2) é uma analogia proposta por Machado (2000), em que o sinal visível de qualidade para o consumidor é composto de vários elementos “sinalizadores” da qualidade do produto. A parte não visível representa custos que a empresa ou a cadeia de agentes de um sistema agroindustrial (SAG) precisa assumir. Esta visão é importante, pois se encaixa perfeitamente nos conceitos anteriores acerca dos custos de transação e qualidade.

Figura 2. Os sinais da qualidade: o “efeito iceberg”.



Fonte: Machado (2000, p. 106).

O modelo de análise dos pilares da qualidade

O modelo dos pilares da qualidade proposto por Leme e Machado (2010) é resultado de dados empíricos e pesquisa de campo sobre a qualidade com abordagens teóricas que fornecem suporte para a compreensão do problema sob diferentes perspectivas. Os autores utilizaram este modelo para estudar exclusivamente a certificação do Programa de Qualidade do Café (PQC) da Associação Brasileira da Indústria do Café (ABIC), realizando um estudo com torrefadores de café brasileiros. A base do modelo está nos três pilares compreendidos como essenciais para o sucesso do programa de certificação:

- 1 – O primeiro pilar é o da “qualidade do produto”;
- 2 – O segundo pilar é o da “qualidade do processo”;
- 3 – O terceiro pilar é o “sinal de qualidade”, que pode também ser compreendido como a garantia para o consumidor de que existe a manutenção do padrão determinado pela certificação.

Figura 3. Os Pilares da Qualidade.



Fonte: Leme e Machado (2010).

De acordo com a proposta de Leme e Machado (2010), o terceiro pilar é o coração do modelo. A partir do sinal da qualidade é que surge uma ligação entre os três pilares da qualidade e o “efeito iceberg”, proposto por Machado (2000). Para a autora, o consumidor percebe a qualidade pelas informações contidas no rótulo do produto, especialmente sua marca. Para qualquer certificação, o símbolo que a identifica é o principal canal de comunicação com o consumidor final, representado

pelo selo de certificação. É este símbolo estampado na embalagem do produto que diferencia os atributos de qualidade contidos nele de um produto não certificado. Por ser o elo da cadeia de custódia, este pilar, o “sinal de qualidade”, é essencial para a análise.

Sob esta perspectiva, por trás desses símbolos visíveis, a empresa precisa ter a capacidade de produzir o café em conformidade com um padrão definido e obter uma certificação de terceira parte como garantia. Para tanto, ela deve fazer investimentos em estrutura física, como armazéns, equipamentos e pessoal qualificado.

Também deve fazer investimentos no controle total do processo produtivo, por meio de informações precisas sobre procedência e destino de cada produto de uma etapa da produção para outra. Machado (2000) define que esta parte não visível do “iceberg” são os custos para a empresa ao adotar a certificação e ainda:

A certificação, instrumento de controle externo ao sistema, torna-se mais abrangente porque não é simplesmente uma certificação de atributos do produto, mas também ratifica o seu processo de produção (MACHADO, 2000 p. 107).

Para sustentar os outros dois pilares (qualidade do produto e qualidade do processo), essenciais para a existência do terceiro, detalham-se, a seguir, as seis definições de qualidade de acordo com Reeves e Bednar (1994) apud Leme e Machado (2010).

No pilar 1 – “qualidade do produto”:

- Valor: esta definição aponta que qualidade é um conceito relativo, ou seja, se o consumidor estiver procurando preço baixo, ele pode estar disposto a comprar um produto de qualidade inferior;
- Conformidade: o produto deve atender às especificações determinadas pelo projeto inicial;
- Regularidade: os produtos obtidos são uniformes e idênticos, não existindo variação de qualidade.

No pilar 2 – “qualidade do processo”:

- Excelência: a qualidade do produto é a melhor possível, obtendo-se os maiores padrões de desempenho em todo o processo de produção;
- Especificações: qualidade significa o conjunto das características de um produto ou serviço, o seu padrão;
- Adequação ao uso: esta expressão foi criada por Joseph M. Juran (*fitness for use*) e abrange dois significados: qualidade de projeto e ausência de deficiências. A qualidade do projeto são as características do produto que atendem às necessidades ou interesses do cliente. Esta definição tem forte ligação com o significado principal do modelo, que é satisfazer aos consumidores de café por meio da qualidade em todos os seus aspectos.

A coordenação vertical entra no modelo reafirmando que a certificação por meio de atributos de qualidade requer uma maior integração entre os vários agentes da cadeia produtiva. Se não houver um fluxo de informação entre os agentes da cadeia de custódia de cada certificação, corre-se o risco de informações importantes serem perdidas durante o processo.

A última parte do modelo é a referente ao consumidor final. O conceito proposto por Slack et al. (1996) é o de “visão de qualidade”, ou seja, a empresa fornecedora ou o produtor possui uma visão acerca do que é a qualidade de seu produto. Assim sendo, ela busca sempre atender às expectativas de qualidade que o consumidor possui em relação ao café produzido.

Se o consumidor busca um café orgânico e, ao mesmo tempo, gourmet, a empresa deve buscar atender a esta expectativa da melhor maneira possível. Do outro lado, o consumidor, ao adquirir um dado produto e experimentá-lo, acaba por criar sua percepção de qualidade referente a esse produto.

Este conceito também é muito relativo, pois é claro que a expectativa do consumidor em relação ao produto influenciará sua percepção. Se o consumidor deseja consumir um café de qualidade superior e compra o mais caro, por indicação de um familiar, ele espera que este café realmente seja um produto extraordinário. Entretanto, ele pode não estar acostumado a um café de qualidade de bebida tipo “mole”, que costuma ser mais suave que o café tradicionalmente consumido no Brasil. Sendo assim, sua percepção de qualidade fica abaixo de sua expectativa, o que gera uma “lacuna de percepção de qualidade” (SLACK et al., 1996).

Se a percepção de qualidade do consumidor depende de sua expectativa em relação ao produto, quanto maior o número de informações ele possuir referente aos atributos de qualidade do café, menor será a lacuna entre sua percepção e sua expectativa sobre o produto; conseqüentemente, tem-se um consumidor satisfeito, ou seja, o marketing da certificação é essencial para que o consumidor compreenda o porquê de pagar mais caro pelo produto.

Neste ponto insere-se a ligação final do modelo com a prática. Tomando como base a ECT, o objetivo do programa é diminuir a assimetria de informação existente entre dois agentes: o consumidor final e o produtor.

Materiais e métodos

Para esta análise foram selecionadas quatro certificações ligadas ao agronegócio café: a certificação *Utz Certified* (<http://www.utzcertified.org/>), a *Rainforest Alliance Certified* (<http://www.rainforest-alliance.org/>), a certificação do Café do Cerrado (<http://www.cafedocerrado.org/>) e o Programa de Qualidade do Café (PQC) (<http://www.abic.com.br/publico/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=15>). As duas primeiras foram escolhidas por sua importância internacional no mercado do café e estão ligadas à produção sustentável. A certificação da ABIC foi escolhida por ser a única certificação ligada à indústria de torrefação e moagem de café. E a certificação do Cerrado de Minas Gerais foi escolhida por ser a mais importante indicação geográfica ligada ao café.

Realizou-se uma pesquisa qualitativa exploratória com análise documental (TRIVINOS, 1987), com o objetivo de levantar os principais aspectos ligados a essas certificações no tocante à qualidade. Os dados levantados foram agrupados e analisados dentro do modelo dos pilares da qualidade proposto por Leme e Machado (2010) com base na análise de seu conteúdo e categorização, como proposto pelos autores.

Resultados e discussão

Abaixo são apresentados os pontos principais que descrevem as certificações estudadas, seu histórico e contextualização. O objetivo é analisar como a essência de cada programa de certificação se encaixa no modelo dos Pilares da Qualidade.

Programa de Qualidade do Café

A ABIC tem se destacado no cenário nacional como um importante agente no agronegócio café desde o início da década de 1990, por meio de ações que têm aumentado o consumo de café

Torrado e Moído (T&M) no país. Naquela época, uma de suas principais estratégias foi o lançamento do Programa do “Selo de Pureza”, cujo objetivo era coibir as fraudes e garantir a pureza do produto, visando mudar a visão do consumidor brasileiro acerca da qualidade do produto (MÁRIO et al., 2001; SAES, 1998).

Além do instrumento da certificação de pureza implementado pela ABIC, no final dos anos 90, houve uma tendência mundial de valorizar o segmento de cafés diferenciados, sejam eles pela qualidade, como os *gourmets* e *premium*, seja pelo processo de produção, como os descafeinados, orgânicos e outros. Essa tendência vem sendo reforçada com o surgimento de diversas cafeterias especializadas na comercialização de cafés superiores e *espresso*.

Deste modo, o Programa de Qualidade do Café (PQC) é uma evolução do Programa de Pureza da ABIC e tem como objetivo dar continuidade ao crescimento do consumo interno de café obtido a partir da década de 1990. Para isso, a ABIC apostava no aumento da qualidade ofertada ao demonstrar para o mercado consumidor as diferenças de qualidade do café T&M com a rotulagem do produto para, assim, implementar novos padrões de consumo no mercado (LEME; MACHADO, 2010; ABIC, 2010).

Por meio do PQC pretende-se garantir a melhoria da qualidade do café T&M por meio de três pontos fundamentais: o primeiro deles é a utilização de grãos de café iguais ou melhores que o tipo 8 (Classificação Oficial Brasileira- COB), com limitação rigorosa para a existência de no máximo 20% de grãos defeituosos (Pretos, verdes-ardidos- PVA) e com pureza garantida. Outro ponto de destaque é o controle da preservação das características iniciais do café. Essas características devem ser indicadas pelo fabricante no “Perfil do sabor”. Para tal, amostras têm que ser coletadas no mercado anualmente para garantir o padrão da qualidade.

Além de garantir o estabelecimento de um padrão mínimo de qualidade, por meio de uma “nota global” mínima dada ao café, o PQC coloca a possibilidade de segmentar os produtos certificados de acordo com a qualidade da bebida. Assim, dependendo do resultado da análise, obtida por testes sensoriais realizados nos laboratórios credenciados, o produto pode obter um selo diferenciado, o “selo da qualidade superior” ou o “selo da qualidade gourmet”.

O simples fato de possuir um requisito mínimo de certificação imprime a existência da qualidade, pois exige-se uma qualidade mínima tanto para o produto certificado quanto para o processo de produção, que deve atender às normas estabelecidas pelo programa.

Por último, a indústria deve possuir uma “garantia de boas práticas no processo”. Essa garantia é assegurada pela realização de auditorias periódicas nas torrefadoras por organismos certificadores credenciados e independentes.

Como resultados do Programa de Qualidade do Café, a ABIC almeja a qualidade em todas as suas esferas, pois, a partir dos dados levantados pelos organismos certificadores, ela pretende realizar *benchmarking*, de modo que isso possa contribuir para elevar o padrão de qualidade da indústria de café T&M nacional. Este ponto é fundamental e demonstra um grande objetivo em longo prazo: a qualificação das empresas para competir no concorrido mercado internacional.

Como objetivo final, o PQC almeja a satisfação dos consumidores brasileiros, ensinando-os a tomar um café de qualidade comprovada e, deste modo, serem mais exigentes. Com a qualidade, a ABIC pretende tornar o mercado brasileiro no maior mercado consumidor de café T&M do mundo até o ano de 2010 (ABIC, 2010).

Café do Cerrado de Minas Gerais

A certificação do Café do Cerrado de Minas Gerais é uma certificação coordenada pela Federação dos Cafeicultores do Cerrado (antigo Conselho das Associações de Cafeicultores do Cerrado - CACCER). Esta certificação faz parte das exigências necessárias para que os cafeicultores possam outorgar a indicação de procedência do café do Cerrado de Minas Gerais.

A indicação de procedência é uma modalidade de indicação geográfica (IG), sendo uma das formas encontradas pelos produtores de se organizarem para garantir que um produto reconhecido de dada região seja produzido de forma consistente e com qualidade.

A IG é um nome, ou um termo, que se refere a um local geográfico particular. É usada para identificar produtos que têm qualidade e reputação únicas devido a sua origem geográfica. Os consumidores podem associar a origem à alta qualidade do produto e, como resultado, este produto poderá ter um preço maior na gôndola do supermercado. Como exemplos, podemos citar vários produtos ao redor do mundo: o champanhe francês, os vinhos tintos da região de Bourdeaux, na França, os charutos cubanos, o presunto de Parma, na Itália, o queijo Roquefort, o chá de Darjeeling, na Índia, o café da região de Blue Mountain na Jamaica, o café da Colômbia, o café de Veracruz, no México, entre muitos outros produtos (KRUCKEN, 2009).

Tanto o processo de certificação quanto o processo de indicação geográfica agem profundamente na estrutura de produção do sistema. As certificações, de modo geral, estão mais focadas no processo produtivo dentro da porteira, ou seja, agem creditando apenas uma unidade produtiva.

O Cerrado Mineiro foi a primeira região a empreender esforços coletivos visando à valorização da imagem de seu café. Foi por meio das ações do Conselho das Associações de Cafeicultores do Cerrado (CACCER), criado em 1992, que foi implementado o primeiro certificado de origem do café no Brasil, a indicação de procedência do “Café do Cerrado” (SAES, 1997; ZYLBERSZTAJN et al., 2001).

Esta certificação busca valorizar o café produzido na região do Cerrado Mineiro. Ela possui um código de conduta que inclui boas práticas agrícolas, responsabilidade social e ambiental e mecanismos de rastreabilidade. Possui também uma graduação de adequação à certificação, que concede um número de estrelas de acordo com o nível alcançado pelo produtor, indo de 1 a 4. Esta graduação funciona como um incentivo para os produtores.

Em uma segunda etapa existe a certificação do produto café verde (matéria-prima), que inicialmente atesta a origem do cerrado, com rastreabilidade desde a fazenda até o armazém. Existe também a caracterização sensorial da bebida de acordo com o regulamento de uso da certificação, baseado na escala de pontuação da Specialty Coffee Association of America (SCAA).

Rainforest Alliance

A certificação *Rainforest Alliance*, coordenada no Brasil pelo Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (IMAFLORA), é uma certificação socioambiental para identificar produtos e empreendimentos certificados com base na Norma para a Agricultura Sustentável (LIMA et al., 2008). De forma geral, é possível dizer que esta certificação está mais direcionada para aspectos ambientais e sociais ligados principalmente às condições de trabalho nas lavouras.

A Rede de Agricultura Sustentável (RAS), conhecida internacionalmente por *Sustainable Agriculture Network* (SAN), é uma rede latino-americana composta por organizações não governamentais conservacionistas, entre elas o Imaflora, seu representante no Brasil. A RAS promove a responsabilidade socioambiental de atividades agrícolas por meio de projetos e da certificação da Agricultura

Sustentável. Sua missão é integrar agricultura produtiva, conservação da biodiversidade e desenvolvimento humano. A rede é responsável por elaborar as normas para a agricultura, priorizando cultivos de grande impacto socioambiental. No Brasil, o Imaflora aplica tais normas nos empreendimentos que pretendem receber a certificação e submete os resultados à Sustainable Farm Certification (SFC), a organização certificadora que irá definir sua aprovação ou não (IMAFLOA, 2010).

De acordo com o Imaflora, o sistema desta certificação baseia-se nos 10 princípios da agricultura sustentável:

- Sistema de gestão ambiental e social;
- Conservação de ecossistemas;
- Proteção da vida silvestre;
- Conservação dos recursos hídricos;
- Tratamento justo e boas condições de trabalho;
- Saúde e segurança ocupacional;
- Relações com as comunidades;
- Manejo integrado do cultivo;
- Manejo e conservação do solo;
- Gerenciamento integrado de resíduos.

Utz Certified

A certificação *Utz Certified* possui como foco o manejo das propriedades de forma profissional e os aspectos socioambientais ligados à produção. Existe um código de conduta que determina padrões de práticas ambientais e sociais responsáveis, incluindo rastreabilidade e administração dos empreendimentos. A certificação foca esforços no gerenciamento da lavoura, na redução dos custos de produção, no aumento da qualidade e da produtividade. O objetivo é fornecer um produto de qualidade para o mercado, remunerando os produtores de maneira adequada (UTZ CERTIFIED, 2007).

A Utz é um dos principais programas de certificação do café no mercado internacional. Ela foi fundada em 1997 por produtores de café guatemaltecos e uma torrefadora europeia, a Ahold Coffee Company, com o objetivo de bonificar torrefadores e marcas para atender ao crescimento da demanda por cafés que garantissem a responsabilidade na produção (BLISKA; PEREIRA; GIOMO, 2007).

Na língua maia Quiché, da Guatemala, *Utz Kapeh* (seu nome original) significa 'café bom'. A Utz é aberta a todas as escalas de produção e tipos de administração, incluindo empresas estatais (UTZ CERTIFIED, 2007).

A Utz compreende práticas agrícolas adequadas para a produção de café e para o bem-estar dos trabalhadores, incluindo o acesso à saúde e à educação. De certa forma, ressalta mais a produção responsável do que a agricultura sustentável. Seu programa de certificação envolve critérios econômicos, sociais, culturais e ambientais. Os critérios econômicos se referem ao monitoramento e gerência de processos e negócios de forma eficiente e efetiva, instrução e treinamento adequados dos empregados e rastreabilidade do café na fazenda. Os critérios sociais e culturais envolvem o pagamento aos trabalhadores de acordo com as leis nacionais, assistência médica aos trabalhadores e seus familiares e liberdade de expressão cultural. Os critérios ambientais envolvem a preservação permanente do solo, das fontes sustentáveis de energia e das fontes de água (BLISKA; PEREIRA; GIOMO, 2007).

Análise

Com o intuito de analisar como cada certificação se encaixa dentro do modelo dos pilares da qualidade proposto por Leme e Machado (2010), apresenta-se o quadro abaixo. Cada certificação foi analisada de acordo com critérios estabelecidos pelo modelo de análise.

Para cada item, dentro do pilar da qualidade, julgou-se a ausência ou presença de cada um dos critérios utilizados por cada certificação. Marcou-se com um “X” quando o item está presente e é importante para determinado selo e “0” quando o item é ausente ou não é considerado como fundamental pela certificadora em seus critérios de avaliação.

Quadro 2. Análise das certificações utilizando o modelo dos pilares da qualidade:

		PQC	Rainforest Alliance	Café do Cerrado	Utz Certified	
PILARES DA QUALIDADE	Pilar Qualidade do Produto					
	1	Atributos sensoriais	X	0	X	0
	2	Qualidade da matéria-prima	X	0	0	0
	3	Controle de qualidade do produto	X	0	X	0
	4	Segmentação qualidade	X	0	X	0
	5	Manutenção do padrão	X	0	0	0
	Pilar Qualidade do Processo					
	1	Normas de controle do processo	X	X	X	X
	2	Rastreabilidade	0	X	X	X
	3	Ganhos gestão/econômicos	X	0	X	X
	4	Ganhos ambientais	0	X	X	X
	5	Ganhos de produtividade	0	0	X	X
	Pilar Sinal de Qualidade					
	1	Marketing – consumidor final	0	0	0	0
	2	Selo de identificação	X	X	X	X
	3	Relações públicas	X	X	X	X
	4	Propaganda	0	0	0	0
	5	Reconhecimento do consumidor	0	X	X	0

Fonte: Elaborado pelos autores (2016).

Dentro do pilar “qualidade do produto” as certificações do PQC e do Café do Cerrado destacam-se. Ambas atestam a qualidade sensorial do produto, realizando inclusive um controle desta qualidade. Estabelecem também uma segmentação por atributos de qualidade. No PQC existem três categorias (tradicional, superior e gourmet), para as quais se leva em consideração uma nota global que varia de 0 a 10.

No Café do Cerrado, utiliza-se de uma escala reconhecida internacionalmente para classificar a bebida, de 0 a 100. Os cafés, de acordo com sua nota, podem ser classificados como “café rastreados”, de 50 a 74 pontos na escala e quando possuem nota acima de 75 pontos podem receber o certificado de “Café do Cerrado”. E ainda, unindo a classificação por número de defeitos, o CACCER

estabeleceu uma escala que também considera outros atributos relativos ao produto, classificando o Café do Cerrado em três padrões: Ouro, Prata e Bronze. As certificações *Rainforest Alliance* e *Utz Certified* não possuem normas relativas à qualidade do produto.

No pilar “qualidade do processo” destacam-se as certificações do Café do Cerrado e *Utz Certified*, nas quais tem-se claramente uma associação entre normas de controle, ganhos de gestão e produtividade. Essas certificações valorizam aspectos ligados ao gerenciamento da lavoura cafeeira. A rastreabilidade é outro ponto importante e não é forte apenas no PQC. Os ganhos ambientais da gestão são muito enfatizados, principalmente pela *Rainforest Alliance*, mas o Café do Cerrado e a *Utz Certified* também consideram os aspectos ambientais em suas certificações.

O pilar “sinal de qualidade” é, com certeza, o mais difícil de ser avaliado, pois para sua plena verificação seriam necessárias pesquisas de mercado com consumidores finais, o que não foi realizado neste trabalho. De maneira geral, percebe-se que todas as certificações não realizam campanhas específicas com o consumidor final e se valem do uso de estratégias de relações públicas para realizar ações de marketing. Obviamente, elas focam suas estratégias principalmente para seus clientes diretos, compradores de matéria-prima café verde, no caso das certificações *Rainforest Alliance*, Café do Cerrado e *Utz Certified*, e varejo, no caso do PQC.

Considerações finais

Este trabalho atingiu seu objetivo ao analisar os pontos principais das certificações do Programa de Qualidade do Café, Café do Cerrado, *Rainforest Alliance* e *Utz Certified*, ligados aos aspectos teóricos da qualidade conforme modelo proposto por Leme e Machado (2010). De fato, este tipo de análise serve para identificar como cada certificação considera a questão da qualidade dentro de seu escopo de trabalho. Deste modo, podemos comprovar que o conceito de qualidade é amplo e no caso do agronegócio café pode envolver uma série de atributos ligados ao processo produtivo e ao produto final, seja ele o café verde ou o café torrado e torrado e moído.

Esta análise pode mostrar alguns caminhos a serem seguidos pelas certificações. Quando analisamos o conceito de qualidade vemos que existe uma forte ligação com atributos sensoriais do produto. É claro que de alguma maneira as normas relativas à qualidade no processo produtivo influem na qualidade final do produto, porém, vale lembrar que o consumidor final é fortemente atraído por atributos intrínsecos ao produto e pode deixar atributos ligados à qualidade no processo produtivo em segundo plano, o que pode ser uma dificuldade de inserção no mercado de certificações ligadas ao processo sustentável, como é o caso da *Utz* e da *Rainforest Alliance*. Mais uma vez, a qualidade deve ser compreendida como uma perspectiva sob a ótica do consumidor sobre determinado produto, portanto, se ele entende que o processo produtivo é mais importante que atributos intrínsecos, sua necessidade ou interesse serão atendidos, em pleno acordo com o proposto no modelo.

Vale chamar atenção também para os ganhos secundários do processo de certificação, ou seja, a redução dos custos de produção e aumento da produtividade. Nas certificações do PQC, Café do Cerrado e *Utz Certified*, o foco nos ganhos obtidos por meio do melhor controle da produção e gerenciamento são claros. Deste modo, quando o adotante da certificação (cafeicultor ou industrial) pensa nos ganhos obtidos, ele não deve considerar apenas o adicional de preço, e sim os ganhos administrativos e de produtividade que o processo como um todo lhe traz. Sob esta ótica, a rastreabilidade é um processo fundamental, pois requer uma grande organização do agente certificado.

De uma forma ou de outra, todas as certificações analisadas neste trabalho devem investir na educação do consumidor final. Todas se apoiam firmemente em relações públicas como uma eficiente

ferramenta de marketing, porém, esforços para cativar o consumidor final impulsionam toda a cadeia em torno da certificação e conferem-na um poder considerável na cadeia de custódia.

Em nenhum momento este trabalho teve como objetivo comparar as certificações ou dizer que uma possa ser superior a outra, pelo contrário, cada uma delas usa os conceitos de qualidade adequados ao seu propósito e compará-las pode ser errôneo. Caberá aos industriais e cafeicultores definirem qual certificação melhor se encaixa aos seus objetivos mercadológicos.

Como sugestão para pesquisas futuras, considera-se importante realizar avaliações com os organismos certificadores e com os industriais e cafeicultores certificados, para verificar na prática as hipóteses levantadas por este estudo. Outro trabalho fundamental será o de analisar como estas e outras certificações estão sendo percebidas pelos consumidores finais, tentando estabelecer se as certificações estão preenchendo as lacunas de percepção de qualidade.

Quality and sustainability: coffee certification systems under the perspective of the quality pillars

Abstract

Quality and sustainability are complex concepts, but increasingly important in the context of the global food production. In this scenario, the certification systems play an important role in coordinating the various chains. The present study uses the methodology of the quality pillars proposed by Leme and Machado (2010) to analyze four certifications connected with coffee: the Coffee Quality Program (CQP), Café do Cerrado certification, Rainforest Alliance and Utz Certified. The objective is to unify both certification and quality concepts under the same theoretical model framework, analyzing how those certifications see quality under their rules and guidelines. In order to achieve this objective, the main points of each certification program were analyzed and systematized according to the model. In general, the quality pillars model showed themselves as very useful to frame the objects of this study in relation to certification and quality aspects in the coffee agribusiness.

Keywords: Quality Pillars. Agribusiness. Coffee production. Certificates.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ-ABIC. **Programa de Qualidade do café ABIC – Selo de qualidade Passo a Passo**. 2010. Disponível em: <<http://www.abic.com.br>>. Acesso em: 10 out. 2010.

AZEVEDO, P. F. de. Economia dos custos de transação. In: FARINA, E. M. M. Q. ; AZEVEDO, P. F. de; SAES, M. S. **Competitividade: mercado, estados e organizações**. São Paulo: Singular, p. 71-111, 1997.

BLISKA, F. M. M.; PEREIRA, S. P.; GIOMO, G. S. **Do grão à xícara: como a escolha do consumidor afeta cafeicultores e meio ambiente**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2007. 59p.

COASE, R. H. **The Nature of the Firm**. Chicago: University Press, 1988. Cap. 2 -The firm, the market and the law. Trabalho original publicado em 1937.

FARINA, E. M. M. Q. Regulamentação, política antitruste e política industrial. In: FARINA, E. M. M. Q.; AZEVEDO, P. F.; SAES, M. S. M. **Competitividade: mercado, estado e organizações**. São Paulo. Pensa/Singular, 1997.

FARINA, E. M. M. Q. Organização industrial no agribusiness. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (Org.). **Economia e gestão dos negócios agroalimentares: indústria de alimentos, indústria de insumos, produção agropecuária, distribuição**. São Paulo: Pioneira, p. 39-60, 2000.

FARINA, E. M. M. Q. Padronização em sistemas agroindustriais. In: ZYLBERSTAJN, D.; SCARE, R. F. **Gestão da qualidade no agribusiness**. São Paulo: Atlas, p. 18-29, 2003.

LEME, P. H. M. V.; MACHADO, R. T. M. Os Pilares da Qualidade: o processo de implementação do Programa de Qualidade do Café (PQC). **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 12, n. 2, 2011.

LIMA, A. C. B.; KEPPE, A. L. N.; MAULE, F. E.; SPAROVEK, G.; ALVES, M. C.; MAULE, R. F. **Impacto da certificação da Rede de Agricultura Sustentável (RAS) em fazendas de café**. Estudo de caso no Cerrado e no Sul de Minas Gerais, 1-56, 2006.

MACHADO, R. T. M. **Rastreabilidade, tecnologia da informação e coordenação de sistemas agroindustriais**. 2000. Tese (Doutorado em Administração) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000. doi:10.11606/T.12.2000.tde-27122002-151411.

MARIO, T. M. C. **Dinâmica comportamental dos consumidores de café: um fator gerador de ações mercadológicas**. 2002. 152f. Dissertação (Mestrado em Organizações, Mudança Estratégica e Gestão) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2002.

NASSAR, A. M. Certificação no Agribusiness. In: ZYLBERSZTAJN, D.; SCARE, R. F. (Org.). **Gestão da qualidade no agribusiness: estudos e casos**. São Paulo: Atlas, 2003.

NORMAS PARA O USO DO SELO RAINFOREST ALLIANCE CERTIFIED. Rede de Agricultura Sustentável. Imaflora, 2007.

PALMIERI, R. H. **Impactos socioambientais da certificação Rainforest Alliance em fazendas produtoras de café no Brasil**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

PROGRAMA DE CERTIFICAÇÃO CAFÉ DO CERRADO - CÓDIGO DE CONDUTA DA PROPRIEDADE PRODUTORA. Disponível em: <http://www.cafedocerrado.com.br/intranet/docs/Norma_Certificacao_Cafe_do_Cerrado_Protocolo_v13.0.pdf>. Acesso em: 07 out. 2018.

REDE DE AGRICULTURA SUSTENTÁVEL – RAS. **Certificação Agrícola 2010**. Disponível em: <http://www.imaflora.org/index.php/certificado/agricola_ras>. Acesso em: 20 nov. 2010.

REEVES, C. A.; BEDNAR, D. A. Defining quality: alternatives and implications. **Academy of Management Review**, v. 19, n. 3, p. 419-445, 1994.

SAES, M. S. M.; JAYO, M. “Caccer: Coordenando ações para a valorização do café do cerrado”. In: SEMINÁRIO ANUAL DO PENSA, 7., 1997, Águas de São Pedro. **Anais...** Águas de São Pedro: editora, 1997.

SAES, M. S. M.; FARINA, E. M. M. Q. **Associação Brasileira da Indústria de Café – ABIC: Ações conjuntas e novos desafios frente a reestruturação de mercado.**

SEMINÁRIO INTERNACIONAL PENSA DE AGRIBUSINESS, 8., 1998.

SLACK, N. **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, M. C. M. Produtos orgânicos. In: _____. **Economia e gestão dos negócios agroalimentares.** São Paulo: Pioneira, 2000. Cap. 17.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa científica social: a pesquisa qualitativa em educação. O positivismo. A fenomenologia. o Marxismo.** São Paulo: Atlas, 1987.

UTZ CERTIFIED – Código de conduta. 2007. Disponível em: <http://www.utzcertified.org/>. Acesso em: 22 nov. 2015.

WILLIAMSON, O. Comparative economic organization: the analysis of discrete structural alternatives. **Administrative Science Quarterly.** 36, p. 269-296, june, 1991.

WILLIAMSON, O. **The economic institution of capitalism.** New York: The Free Press, 1985.

ZYLBERSTAJN, D.; NEVES, M. F. **Economia e gestão dos negócios agroalimentares.** São Paulo: Pioneira, p. 428, 2000.

Histórico editorial:

Submetido em: 11/01/2017

Aceito em: 19/09/2017

Como citar:

ABNT

Leme, P.H.M.V; Pinto, C.L. Qualidade e sustentabilidade: sistemas de certificação do café sob a ótica dos Pilares da Qualidade. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 4, p. 9-26, abr./jun.
DOI:<http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181159>

APA

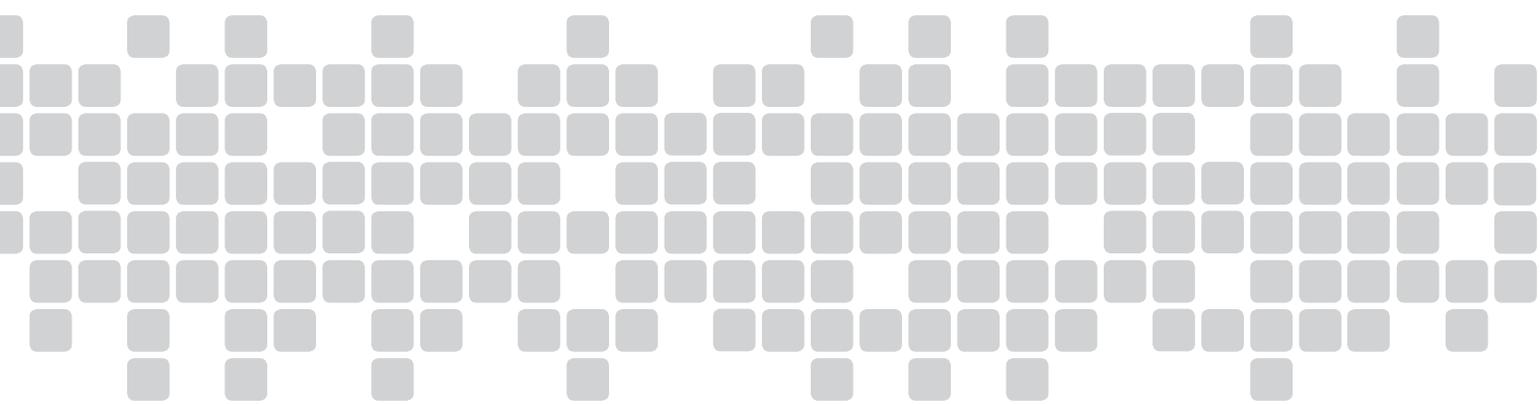
Leme, P. H. M. V & Pinto, C. L. (2018) Qualidade e sustentabilidade: sistemas de certificação do café sob a ótica dos Pilares da Qualidade. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (4), 9-26.
DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181159>

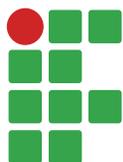
ISO

Leme, P. H. M. V e Pinto, C. L. Qualidade e sustentabilidade: sistemas de certificação do café sob a ótica dos Pilares da Qualidade. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 4, pp. 9-26. Eissn 2316-1817.
DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181159>

VANCOUVER

Leme PHMV, Pinto CL. Qualidade e sustentabilidade: sistemas de certificação do café sob a ótica dos Pilares da Qualidade. *Rev agrogeoambiental*. 2018 abr./jun.; 10(4): 9-26. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181159>





Diagnóstico da qualidade físico-química do solo sob diferentes usos e manejos no Sul de Minas Gerais

Cláudia Heluani de Sousa Antunes¹

Leidiane Portugal²

João Paulo Maia³

Renata Amato Moreira⁴

Bruno Montoani da Silva⁵

Walbert Júnior Reis dos Santos⁶

Resumo

Os diferentes sistemas de cultivo causam alterações nas propriedades do solo, com transformações em sua estrutura, que podem modificar sua qualidade. Com o propósito de analisar alterações nas propriedades físico-químicas sob diferentes usos da terra em Latossolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo, avaliaram-se áreas de produção do IFSULDEMINAS, *Campus* Muzambinho. Os sistemas de cultivo avaliados foram lavoura cafeeira, monocultivo de milho, pastagem e mata nativa. Os parâmetros analisados foram: densidade do solo (Ds), estabilidade de agregados, teor de matéria orgânica (MO), pH e cálcio (Ca^{2+}). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos. Análise de variância foi realizada, sendo as médias dos diferentes tratamentos (uso do solo) comparadas pelo Teste Tukey e, quando significativas, ao Teste F. Os resultados obtidos demonstram aumento ($P < 0,05$) na Ds entre as áreas amostradas na camada de 5-10 cm sobre a área de pastagem. A estabilidade de agregados, expressa por meio do diâmetro médio geométrico (DMG), decresceu ($P < 0,05$) na área de monocultivo de milho, comparada aos demais usos. O teor de MO não diferiu ($P > 0,05$) entre os tratamentos, tampouco correlacionou-se com o DMG. Houve correlação negativa ($r = -0,969$; $P < 0,031$) entre o DMG e Ca, DMG e pH ($r = -0,684$; $P < 0,041$) se tratando da área em uso de pastagem. Assim, conclui-se que os diferentes sistemas de cultivo causam alterações nas propriedades do solo, podendo resultar em compactação e implicar o aumento da suscetibilidade à erosão.

Palavras-chave: Densidade do solo. DMG. Níveis de cálcio. Sistemas de manejo do solo.

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), *Campus* Muzambinho, discente em Engenharia Agrônômica. claudiaheluani@outlook.com; Estrada de Muzambinho, km 35, s/n, Bairro Morro Preto, Caixa Postal 02, CEP: 37.890-000, Muzambinho, MG, Brasil.

2 IFSULDEMINAS, *Campus* Muzambinho, discente em Engenharia Agrônômica. leidiane.portugal@hotmail.com.

3 IFSULDEMINAS, *Campus* Muzambinho, discente em Engenharia Agrônômica. joaopaulomaianr@gmail.com.

4 Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Fitotecnia, engenheira agrônoma/mestranda em Fitotecnia. renata_amato@hotmail.com.

5 Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Ciência do Solo (DCS), professor pesquisador. montoani@gmail.com.

6 IFSULDEMINAS, *Campus* Muzambinho, professor pesquisador. walbert.santos@ifsulde Minas.edu.br.

Introdução

O Brasil possui elevada atividade agrícola e pecuária, sendo ambas responsáveis por importante sustentação da economia nacional. Apesar do arrefecimento da economia, o setor agropecuário seguiu em trajetória distinta à queda do PIB e subiu 1,8% em 2015. A expressiva atividade agropecuária no PIB, de 4,46% a preços correntes em 2015, apesar de parecer pouco, trouxe influência relevante para o desempenho econômico do país (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2016).

Nestas atividades são observadas a adoção de vários sistemas de uso e manejo do solo. Agricultores e pecuaristas são os responsáveis pela adoção dos diferentes sistemas, ficando a cargo dos profissionais da área sua avaliação e consequente sugestão de aplicação de estratégias para o uso sustentável (BILIBIO; CORRÊA; BORGES, 2010).

As práticas de manejo adotadas no desenvolvimento das atividades agropecuárias ocasionam importantes mudanças na qualidade física do solo, a qual pode ser constatada, por exemplo, pela estabilidade dos agregados e pela densidade do solo (Ds), entre outros fatores considerados indicadores da qualidade do solo (BISWAS et al., 2017). De acordo com Sá et al. (2000), a estabilidade de agregados é o fator que mais se correlaciona com a suscetibilidade do solo à erosão. Sua alteração para índices menores afeta negativamente a infiltração, retenção de água, aeração e resistência de penetração das raízes, resultando em maior suscetibilidade a perdas de solo e em compactação devido à baixa resistência mecânica (REICHERT; REINERT; BRAIDA, 2003).

Pesquisas demonstram que a intensificação do uso do solo, o elevado peso das máquinas agrícolas utilizadas e a superlotação de animais (superpastejo), ou seja, diferentes atividades agropecuárias levam a alterações significativas, geralmente desfavoráveis, nas propriedades físico-químicas do solo (CAVALIERI et al. 2006). Tais alterações são mais significativas principalmente quando realizadas por um longo período de tempo, afetando a qualidade da terra (FREDDI et al., 2007). Entre essas alterações podemos citar a compactação do solo, o surgimento de processos erosivos (COSTA et al., 2008), a diminuição dos teores de matéria orgânica (MO), nutrientes (CREMON et al., 2009), entre outras.

Em solos ácidos de regiões tropicais e subtropicais a calagem é prática comum de manejo da fertilidade do solo, sendo associada indiretamente ao aumento do rendimento das culturas (ALBUQUERQUE et al., 2000). A elevação do pH tem influência positiva na atividade microbiana, disponibilidade de fósforo (P) e redução da fitotoxidez do alumínio (Al) e manganês (Mn), repercutindo na absorção de nutrientes (ERNANI et al., 1998). Em contrapartida, a calagem altera alguns atributos de natureza eletroquímica e física de solos muito intemperizados.

Os agregados, por meio de diferentes agentes cimentantes, unem-se sucessivamente no solo originando agregados de maior complexidade e, conseqüentemente, maior tamanho (SILVA NETO et al., 2010). Nesse contexto, de acordo com a formação pedogênica de agregados com predominância de cátions monovalentes no complexo de troca, o efeito do cálcio (Ca^{2+}) será agregante. Por outro lado, quando predominam cátions trivalentes, o efeito do Ca^{2+} é de provocar a dispersão (MORELLI; FERREIRA, 1987).

Considerando a estreita relação dos diferentes usos da terra com a qualidade física do solo, objetivou-se, com a realização deste trabalho, estudar a Ds, estabilidade de agregados, teor de MO, pH e Ca^{2+} em Latossolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo, sob influência de diferentes cultivos.

Material e métodos

O presente estudo foi conduzido em áreas de produção no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), *Campus* Muzambinho (MG), situado na latitude 21° 20'47" Sul e longitude 46° 32'04" Oeste, com altitude média de 1.033 metros, durante agosto de 2015 a julho de 2016. O clima do local é classificado como Cwb, temperado úmido, segundo a classificação de Köppen, com inverno seco e verão moderadamente quente (SÁ JÚNIOR et al., 2012). A precipitação acumulada foi de 1.790,5 mm e 1.652,2 mm nos anos de 2015 e 2016, respectivamente, valores esses considerados dentro da normalidade climatológica e temperatura média anual de 18 °C (APARECIDO; SOUZA, 2015; 2016).

Foram estudadas quatro áreas com diferentes usos, sendo uma área em lavoura experimental cultivada com café (A1) avaliada na linha de plantio A1a e entrelinha A1b, área de produção de milho (A2), área de pastagem (A3) e área de mata nativa (A4), esse último uso utilizado como referência nas comparações. A Tabela 1 apresenta o histórico de uso e manejo das áreas e a Tabela 2 a classificação e características físicas dos solos.

Tabela 1. Características de uso e manejo do solo das áreas usadas neste estudo.

Áreas de avaliação	Características
A1	<ul style="list-style-type: none"> - Lavoura de café – <i>Coffea arabica</i> L., cultivar Catuaí Amarelo; - Área: 0,067 hectares, espaçamento de 2,5 metros (entre linhas) × 1,0 metro (entre plantas); - Implantação: 2011 com preparo convencional do solo (aração e gradagem); - Atividades de manejo convencionais realizadas manualmente; - Utilização de braquiária nas entre linhas como planta de cobertura; - Com base na análise de solo na última aplicação (2015) dispensou-se a calagem (V% 67,4) e fósforo; - Realizada adubação com NPK (25-00-25) – 150 g planta⁻¹; - Classificação do solo: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico.
A2	<ul style="list-style-type: none"> - Milho em monocultivo; híbrido 30f53 - Pioneer - Área: 4,0 hectares, espaçamento de 0,6 metros (entre linhas) × 0,6 metros (entre plantas); - Implantação do monocultivo: 2011 com preparo convencional do solo (aração e gradagem); - Plantio todo o ano sem revolvimento e subsolagem (30 cm) a cada quatro anos; - Atividades de manejo realizadas com uso de maquinário especializado; - Classificação do solo: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico.
A3	<ul style="list-style-type: none"> - Pastagem - vegetação composta por <i>Brachiaria decumbens</i> implantada há 28 anos, relevo forte ondulado e declividade média de 30%; - Área: 0,95 hectares amostrados de um total de 7 hectares; - Atividades de manejo: pastejo contínuo e sistema extensivo de bovinos, sem controle de lotação; - Histórico: há 20 anos foram aplicadas 26 toneladas de gesso e há 5 anos o solo foi preparado com manejo convencional (aração e gradagem) e curvas de nível renovadas; - Classificação do solo: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico.
A4	<ul style="list-style-type: none"> Mata nativa; Classificação do solo: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico.

A1: Cultivo de café; A2: Cultivo de milho; A3: Pastagem; A4: Mata nativa.

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

Tabela 2. Classes de solo, horizontes do solo (H), profundidade dos horizontes, granulometria e textura.

Uso ¹	Classe ²	Horizonte	Profundidade (cm)	Granulometria (g kg ⁻¹)			Textura
				Areia	Silte	Argila	
A1	LVAd	A	0-20	400	80	520	argilosa
		Bw	30-120	390	100	510	argilosa
A2	LVAd	A	0-18	310	190	500	argilosa
		Bw	36-120	250	100	650	argilosa
A3	PVAd	A	0-15	380	115	470	argilosa
		Bt	15-80	310	120	570	argilosa
A4	PVAd	A	0-20	660	90	250	média
		Bt	40-80	480	70	450	argilosa

¹A1: Cultivo de café; A2: Cultivo de milho; A3: Pastagem; A4: Mata nativa.

²LVAd: Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico; PVAd: Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico.

Fonte: Santos et al. (2013).

Para as avaliações dos atributos físicos do solo foram coletadas amostras com estrutura indeformada em quatro pontos aleatórios para cada sistema de manejo. Na determinação da Ds utilizou-se de anel volumétrico de 77,78 cm³ nas profundidades de 0-5 e 5-10 e no ponto médio da camada de 10-20 cm. Seguindo a metodologia, a massa de sólidos coletada em volume conhecido foi levada para estufa por 24 horas à temperatura de 105 °C até atingir peso constante. A seguir, quantificou-se a massa de solo seco para determinação da Ds, por meio da equação 1.

$$Ds = Ms/V \quad (1)$$

em que:

Ms: massa de solo seco

V: volume do anel volumétrico

Foram coletados monólitos de solo da camada de 0-20 cm, com quatro repetições por manejo, nos quais foi utilizado o método de peneiramento úmido descrito pela Embrapa (2011) para obtenção dos agregados e determinação da estabilidade desses. Para a lavoura cafeeira, a amostragem foi efetuada apenas na projeção da copa. As análises de estabilidade de agregados foram realizadas no Laboratório de Física e Conservação do Solo da Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus Sete Lagoas*.

O solo amostrado foi fracionado, observando-se os pontos de fraqueza. Após secagem, os monólitos foram transpassados em peneiras de 8,00 e 4,75 milímetros. O solo retido na peneira de 4,75 mm foi pesado, constituindo 25 gramas de amostra em placas de *Petri*, e pré-umedecidos por capilaridade com auxílio de papel-filtro. A separação dos agregados em classes de tamanho (2,0; 1,0; 0,5; 0,25 e 0,105 mm) foi feita pela desagregação e peneiramento em meio úmido, utilizando agitador mecânico tipo *Yoder*. Os agregados obtidos em cada classe de tamanho foram secos em estufa a 110

°C e pesados. Os resultados foram expressos em porcentagem. Como índice de agregação, adotou-se o diâmetro médio geométrico (DMG) obtido conforme Mazurak (1950) por meio da equação 2.

$$DMG = 10^{\sum(n \log d) \div \sum n} \quad (2)$$

em que:

n: porcentagem de agregados em cada classe de tamanho

d: diâmetro médio da classe de agregados

Para a determinação de Ca, MO, pH e textura foram encaminhadas amostras ao Laboratório de Análise de Solo e Tecido Vegetal do IFSULDEMINAS, *Campus* Muzambinho, conforme metodologia da Embrapa (2011).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 4×3 (quatro usos da terra \times três profundidades de amostragem), com quatro tratamentos (A1, A2, A3 e A4) e quatro repetições por tratamento. Os dados (DMG, Ds, MO, pH e cálcio) são apresentados como média \pm desvio-padrão (DP).

Após o teste de normalidade dos resíduos (*Shapiro-Wilk*) e homocedasticidade das variâncias (*Levene*), a análise de variância (ANOVA) foi realizada, sendo as médias dos diferentes tratamentos (uso do solo) e das diferentes profundidades comparadas pelo Teste Tukey e, quando significativas, pelo Teste F. Correlações lineares de *Pearson* entre DMG e MO assim como com o teor de Ca e pH foram realizadas.

Um nível de significância de 5 % foi considerado como indicativo de diferença significativa. Toda análise estatística foi realizada utilizando o pacote estatístico *IBM® SPSS for Windows®*, versão 20.0.0 (IBM®, 2012).

Resultados e discussão

Os usos do solo avaliados diferiram ($P < 0,05$) em relação a Ds, notadamente na camada de 5-10 cm (TABELA 3). Tendo em vista os valores de referência sob mata nativa, verifica-se nessa profundidade que o valor mais alto para a Ds foi observado na área sob pastagem. Isto pode ser explicado pelo efeito do pisoteio do gado.

Tabela 3. Dados (média \pm DP) de densidade do solo (g cm^{-3}) em diferentes áreas de utilização e em diferentes profundidades.

Áreas de avaliação (A)	Profundidade (P) (cm)			Média	Valor de P		
	0-5	5-10	10-20		A	P	A x P
Mata Nativa	0,95 \pm 0,06 b	1,06 \pm 0,03 aAB	1,13 \pm 0,03 a	1,05 \pm 0,02	0,360	0,153	0,022
Pastagem	1,06 \pm 0,10	1,15 \pm 0,04 A	1,08 \pm 0,06	1,10 \pm 0,05			
Milho	1,12 \pm 0,16 a	1,13 \pm 0,07 aAB	0,97 \pm 0,09 b	1,07 \pm 0,10			
Cafeeiro na linha	0,96 \pm 0,09 b	0,98 \pm 0,11 abB	1,13 \pm 0,13 a	1,02 \pm 0,10			
Cafeeiro entre linha	1,02 \pm 0,12	1,08 \pm 0,09 AB	1,07 \pm 0,11	1,06 \pm 0,08			
Média	1,02 \pm 0,12	1,08 \pm 0,09	1,07 \pm 0,11				

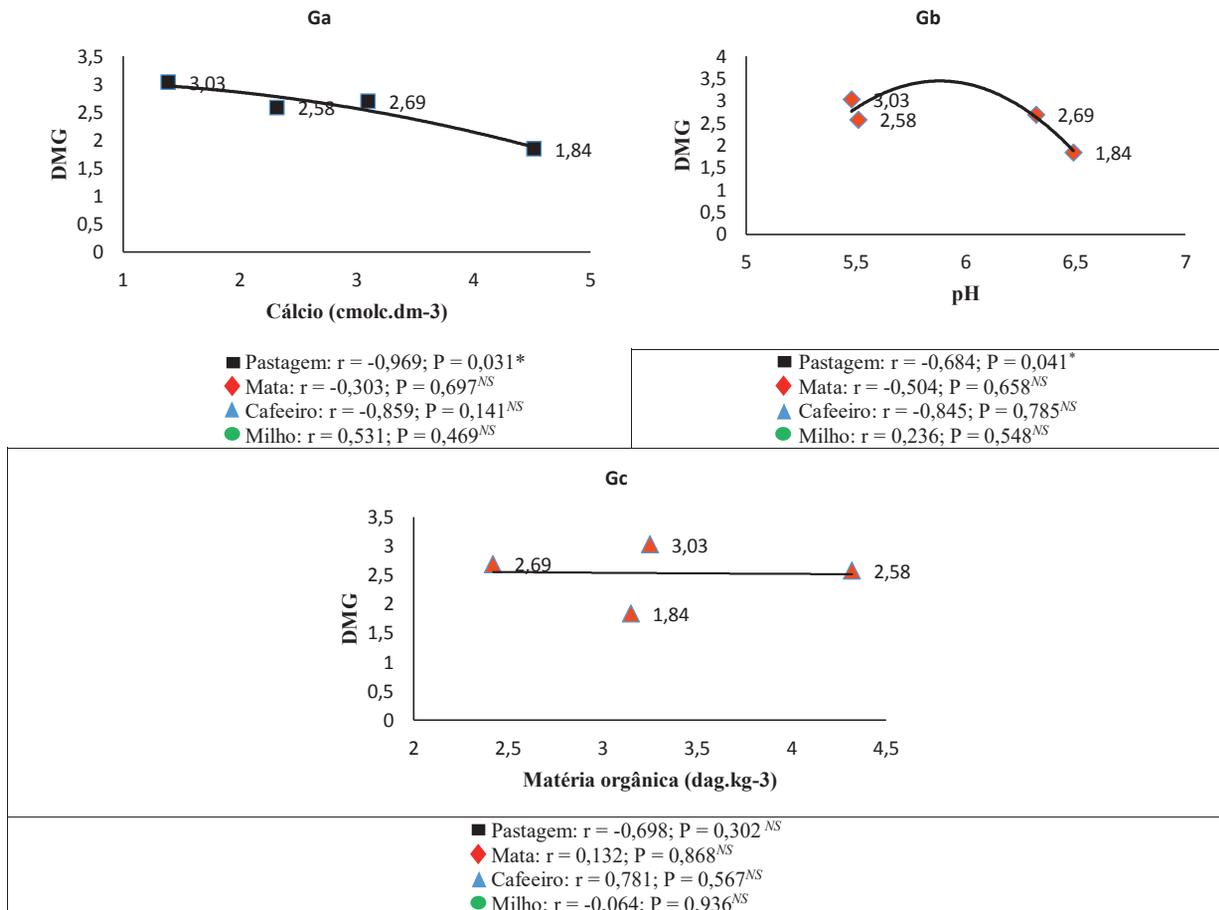
^{A,B,a,b} Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo Teste Tukey ($P < 0,05$).

Dados sem letras referem-se à ausência de significância pelo Teste Tukey ($P > 0,05$).

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

A Ds de 1,15 g cm⁻³ observada não caracteriza compactação, uma vez que o limite crítico de Ds é 1,21 gcm⁻³ para solos da classe textural argilosa, o que restringe o alongamento da raiz (REYNOLDS et al., 2002). Adicionalmente à grande produção de biomassa vegetal na superfície do solo e principalmente pela intensa renovação do sistema radicular abundante e permanente, a área de pastagem possui elevada capacidade de acúmulo da MO, não diferida da mata (FIGURA 1), agindo na manutenção dos atributos físicos do solo (GAZOLLA et al., 2015).

Figura 1. Dados de dispersão e correlação entre o Diâmetro Médio Geométrico (DMG) e Cálcio (Ga); entre DMG e pH (Gb) e entre DMG e Matéria Orgânica (Gc).



^{a,b,A,B,C} Letras minúsculas referem-se a diferenças pelo Teste Tukey (P<0,05) para a variável DMG (eixo y) e letras maiúsculas referem-se a diferenças pelo Teste Tukey (P<0,05) para as variáveis Ca²⁺, pH e MO e em todos os gráficos (eixo x).

Fonte: Elaborado pelos autores (2017).

O maior DMG (P<0,05) observado foi na área de pastagem, demonstrando que mesmo com maior Ds comparada aos outros usos, a pastagem possui maior resistência à erosão (FIGURA 1). Deste modo, quanto menor o revolimento do solo, maior é a sua capacidade de agregação. Spera et al. (2009), citados por Melloni, Melloni e Vieira (2013), corroboraram essa afirmação ao estudarem pastagens perenes e pastagens/lavouras anuais.

Houve correlação negativa ($r=-0,969$; $P<0,031$) entre o DMG e o nível de cálcio do solo utilizado para pastagem. Isso pode ser explicado pela aplicação do calcário em menor quantidade. Assim, o menor aporte de Ca^{2+} implicou permanência de Al. Esse último é muito importante na floculação da argila, portanto, na agregação do solo. Ademais, a correlação negativa ($r=-0,684$; $P<0,041$) entre o DMG e o pH reflete a diminuição da hidratação das partículas em função da substituição do H^+ por Ca^{2+} no complexo de troca, favorecendo a floculação (FIGURA 1) (FONTES et al., 1995).

Rosa Junior et al. (2006), ao estudarem o efeito do uso de calcário em pastagens e culturas anuais, verificaram que seu uso para elevar a saturação por bases a 100% produziu efeitos inversos e proporcionais para os valores de grau de floculação. Os autores sugeriram que isso pode ter ocorrido em função dos maiores valores obtidos para pH sob essas condições.

Verificaram-se correlações negativas entre DMG e cálcio, DMG e pH para os usos mata e cafeeiro e positivas para milho; entretanto, todas não significativas ($P>0,05$) (FIGURA 1). Entre os diferentes usos foi registrado que os valores de MO não diferem entre si ($P>0,05$), portanto, não houve correlação ($P>0,05$) entre DMG e MOS (FIGURA 1), demonstrando que a intensidade, tempo e cobertura de cada uso contribuíram para a sua reposição. Ademais, por estar em uma região de altitude, o clima ameno pode ter contribuído para a manutenção da MO. Ellsworth, Clapp e Blake (1991), ao avaliarem a variabilidade temporal na estrutura do solo sob cultivo de milho e soja, ressaltam que tal influência das práticas de manejo sobre a estrutura do solo é complexa e requer amostragem durante vários ciclos.

Independente do uso e sistema de manejo adotado, na profundidade de 0-5 cm, os menores valores de Ds foram observados, exceto para a área de milho (TABELA 3). Isso pode ser decorrente da menor exposição de camadas mais profundas à ação de microrganismos decompositores da MOS associado ao menor aporte (GAZOLLA et al., 2015). Na área de milho, a menor Ds foi verificada na profundidade de 10-20 cm, podendo ser resultado da subsolagem efetuada na área a cada quatro anos.

Foram registradas diferenças significativas ($P<0,05$) entre as profundidades para a mesma área na Ds, ao menos para os usos pastagem e café entre linha. Tais resultados apontam que os efeitos desses usos foram similares até a profundidade de 20 cm (TABELA 3).

As diferentes posições de amostragem na cultura do cafeeiro quando comparadas mostraram-se não significativas ($p>0,05$). Como se esperava haver diferença entre as posições no sistema de manejo, o resultado reflete que esse atributo não foi pertinente para quantificar o efeito do manejo na estrutura do solo, corroborando Carmo et al. (2011). Esse fato pode ser decorrente do recente estabelecimento da cultura não provocando modificações nesse atributo físico do solo, além de ter a maior parte dos manejos de forma manual.

Para a mata nativa, a maior Ds ($P<0,05$) nas camadas de 5-10 cm e 10-20 cm, quando comparada à de 0-5 cm, deve-se provavelmente à maior deposição de MO na superfície do solo e também à estrutura em blocos nessa camada, deixando-a mais densa, em contrapartida à estrutura grumosa da camada superior. A mesma situação foi observada na área de café amostrada na linha, em que a menor densidade da camada superior é, possivelmente, resultante da liberação de exsudatos orgânicos pelas raízes das plantas que também atuam como agentes de agregação e aos fatores supracitados (TABELA 3) (HARRIS et al., 1966).

A agregação do solo, por meio do DMG, no cafeeiro (2,69 mm) foi equivalente à verificada na mata nativa (2,58 mm), assim como para os valores médios de Ds (TABELA 3), demonstrando não degradação de sua qualidade, a qual está relacionada com as formas de manejo do cafeeiro, corrobo-

rando Theodoro et al. (2003) que, ao avaliarem as mudanças químicas e físicas em solo submetido a diferentes sistemas de manejo do cafeeiro, verificaram que a D_s não diferiu entre os manejos de café ($1,22 \text{ g cm}^{-3}$) e a D_s da vegetação natural.

A área de monocultivo de milho apresentou menor ($P < 0,05$) DMG (1,84 mm) comparada aos demais usos. A subsolagem realizada na área aliada às atividades de manejo e colheita por máquinas contribuem para a desagregação do solo. De acordo com Araújo, Goedert e Lacerda (2007), a estabilidade de agregados diminui à medida que o manejo é intensificado.

De acordo com Salton et al. (2008), sistemas de manejo do solo com pastagens permanentes ou em rotação com lavoura em plantio direto favorecem a formação de agregados estáveis de maior tamanho em relação a sistemas apenas com lavouras. Tais dados confirmam o encontrado no presente estudo, no qual menor estabilidade foi verificada na lavoura de milho em monocultivo e maior DMG (3,03 mm) em pastagens perenes.

Conclusões

A área sob pastagem apresentou aumento na D_s , na camada de 5-10 cm, quando comparada aos demais sistemas de cultivo avaliados. Assim, sugere-se esse ser o uso que mais implica compactação.

O uso intenso do solo, sob monocultivo de milho, apresentou menor estabilidade de agregados. Tal fato elucidou o feito negativo do preparo convencional do solo sob o risco de erosão.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), *Campus* Muzambinho, pela concessão da Bolsa Institucional de Iniciação Científica às autoras Cláudia e Leidiane (Edital nº 01/2015) e pelo apoio financeiro na execução do projeto. À Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), *Campus* Sete Lagoas, pelo auxílio na realização de análises do projeto.

Diagnosis of the physical-chemical quality of the soil under different uses and management in the South of Minas Gerais

Abstract

Different cropping systems cause changes in soil properties, with transformations in the structure of soil, which can modify its quality. Aiming to analyze changes in physical-chemical properties under different land uses in Red-Yellow Latosol and Red-Yellow Argisol, production areas of IFSULDEMINAS, Muzambinho Campus, were evaluated. The evaluated cropping systems were coffee plantations, maize monoculture, pasture and native forest. Soil density (S_d), aggregate stability, organic matter content (OM), pH and calcium (Ca^{2+}) were the parameters analyzed. Experimental design was completely randomized with four treatments. Analysis of variance was performed and means of the different treatments (land use) were compared by Tukey Test and when significant to F Test. Results showed an increase ($P < 0.05$) in the S_d in the evaluated areas compared with the pasture area for the 5-10 cm layer. The aggregates stability, expressed by means of geometric mean diameter (GMD), decreased ($P < 0.05$) for the maize monoculture area compared to other land uses. The OM

content did not differ ($P > 0.05$) between the treatments nor did it correlate to GMD. There was a negative correlation ($r = -0.969$, $P < 0.031$) between GMD and Ca^{2+} and between GMD and pH ($r = -0.684$, $P < 0.041$) when dealing with the area under pasture. Therefore, it is concluded different cropping systems cause changes in soil properties which may result in compaction and increased susceptibility to erosion.

Keywords: Soil density. GMD. Levels of calcium. Soil management systems.

Referências

ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTANA, E. C. Propriedade físicas e eletroquímicas de um latossolo bruno afetadas pela calagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 295-300, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832000000200006&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 01 nov. 2017.

APARECIDO, L. E. O.; SOUZA, P. S. **Boletim Climático nº 29-33**, dez. 2015.

APARECIDO, L. E. O.; SOUZA, P. S. **Boletim Climático nº 34-40**. Muzambinho, dez. 2016.

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 1099-1108, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832007000500025&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 01 nov. 2017.

BILIBIO, W. D.; CORRÊA, G. F.; BORGES, E. N. Atributos físicos e químicos de um latossolo, sob diferentes sistemas de cultivo. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 817-822, jul./ago. 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542010000400004&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 05 nov. 2017.

BISWAS, S.; HAZRA, G. C.; PURAKAYASTHA, T. J.; SAHA, N.; MITRAN, T.; ROY, S. S.; BASAK, N.; MANDAL, B. Establishment of critical limits of indicators and indices of soil quality in rice-rice cropping systems under different soil orders. **Geoderma**, v. 292, p. 34-48, Apr. 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706117300101>>. Acesso em: 30 out. 2017.

CARMO, D. L. do; NANNETTI, D. C.; DIAS JÚNIOR, M. S.; SANTO, D. J. E.; NANNETTI, A. N.; LACERDA, T. M. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com caféiro em três sistemas de manejo no sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 991-998, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832011000300033&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 27 nov. 2017

CAVALIERI, K. M. V.; TORMENA, C. A.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONÇALVES, A. C. A.; COSTA, A. C. S. da. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho Distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 137-147, jan./fev. 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832006000100014>. Acesso em: 06 nov. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Perspectivas para a agropecuária – Safra 2016/2017. **Perspectiva Agropecuária**, Brasília, v. 4, p. 1-129, set. 2016. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>>. Acesso em: 06 nov. 2017.

COSTA, F. S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 323-332, jan./fev. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832008000100030>. Acesso em: 05 nov. 2017.

CREMON, C.; ROSA JÚNIOR, E. J.; SERAFIM, M. E.; ONO, F. B. Análise micromorfológica de agregados de um Latossolo Vermelho Distroférrico sob diferentes sistemas de manejo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 1, p. 139-146, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1807-86212009000100021&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 06 nov. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed., Brasília: Embrapa, 2011. 212p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/990374/1/ManualdeMtdosdeAnilise-deSolo.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2016.

ELLSWORTH, T. R.; CLAPP, C. E.; BLAKE, G. R. Temporal variations in soil structural properties under corn and soybean cropping. **Soil Science**, v. 151, p. 405-416, June, 1991. Disponível em: <https://journals.lww.com/soilsci/Abstract/1991/06000/Temporal_Variations_in_Soil_Structural_Properties.2.aspx>. Acesso em: 05 nov. 2017

ERNANI, P. R.; NASCIMENTO, J. A. L.; OLIVEIRA, L. C. Increase of grain and green matter of corn by liming. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 275-280, apr./jun. 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v22n2/13.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2017.

FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; BEUTLER, A. N.; ARATANI, R. G.; LEONEL, C. L. Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 627-636, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n4/a03v31n4>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

FONTES, M. P. F.; GJORUP, G. B.; ALVARENGA, R. C.; NASCIF, P. G. S. Calcium Salts and Mechanical Stress Effects On Water-Dispersible Clay of Oxisols. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 59, n. 1, p. 224-227, 1995.

GAZOLLA, P. R.; GUARESCHI, F. R.; PERIN, A.; PEREIRA, M. G.; ROSSI, C. Q. Frações da matéria orgânica do solo sob pastagem, Sistema plantio direto e integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 693-704, mar./abr. 2015. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/download/16159/16108>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

HARRIS, R. F.; CHESTERS, G.; ALLEN, O. N. Dynamics of soil aggregation. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 18, n. 1, p. 107-169, 1966. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065211308606495>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

IBM® Corp. Released. **SPSS® Statistics for Windows**. Version 20.0, Release 20.0.0. Armonk, New York: IBM Corp., 2012.

MAZURAK, A. P. Effect of gaseous phase on water-stable synthetic aggregates. **Soil Science**, v. 69, n. 2, p. 135-148, feb. 1950. Disponível em: <https://journals.lww.com/soilsci/Citation/1950/02000/Effect_of_Gaseous_Phase_on_Water_Stable_Synthetic.5.aspx>. Acesso em: 06 nov. 2017.

MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; VIEIRA, L. L. Uso da terra e a qualidade microbiana de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1678-1688, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v37n6/24.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 27, p. 29-48, jul./dez. 2003. Disponível em: <http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.whoos.com.br/downloads/Producao_Artigos/5.pdf>. Acesso em: 02 nov. 2017.

REYNOLDS, W. D.; BOWMAN, B. T.; DRURY, C. F.; TAN, C. X.; LU, X. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. **Geoderma**, v. 110, n. 1/2, p. 131-146, nov. 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706102002288>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

ROSA JUNIOR, E. J.; MARTINS, R. M. G.; ROSA, Y. B. C. J.; CREMON, C. Calcário e gesso como condicionantes físico e químico de um solo de cerrado sob três sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 1, p. 37-44, 2006. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/2170>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

SÁ JUNIOR, A. de; CARVALHO, L. G. de; SILVA, F. F. da; ALVES, M. C. Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 108, n. 1, p. 1-7, apr. 2012. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00704-011-0507-8>>. Acesso em: 01 nov. 2017.

SALTON, J. C. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 11-21, jan./fev. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832008000100002>. Acesso em: 11 nov. 2017.

SÁ, M. A. C. de.; LIMA, J. M. de.; SILVA, M. L. N.; DIAS JUNIOR, M. D. S. Comparison of methods for aggregate stability studies in soils. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 9, p. 1825-1834, Sept. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2000000900015>. Acesso em: 06 nov. 2017.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. V.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. rev.ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p

SILVA NETO, L. F. da.; SILVA, I. F. da.; INDA, A. V.; NASCIMENTO, P. C. do.; BORTOLON, L. Atributos físicos e químicos de agregados pedogênicos e de coprólitos de minhocas em diferentes classes de solos da Paraíba. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 6, p. 1365-1371, nov./dez. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542010000600002&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 06 jun. 2016.

THEODORO, V. C. A.; ALVARENGA, M. I. N.; GUIMARAES, R. J.; SOUZA, C. A. S. Alterações químicas em solo submetido a diferentes formas de manejo do cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 6, p. 1039-1047, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v27n6/19198.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2017.

Histórico editorial:

Submetido em: 23/05/2017.

Aceito em: 28/09/2017.

Como citar:

ABNT

Antunes, C. H. S.; Portugal, L.; Maia, J. P.; Moreira, R. A.; Silva, B. M.; Santos, W. J. R. Diagnóstico da qualidade físico-química do solo sob diferentes usos e manejos no Sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 4, p. 27-40, dez. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181225>

APA

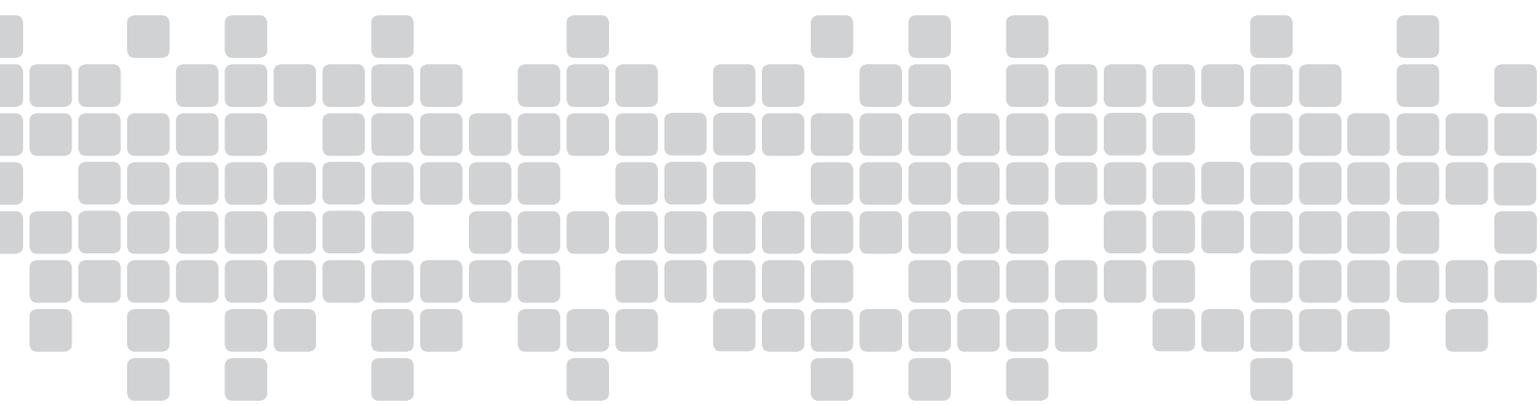
Antunes, C. H. S., Portugal, L., Maia, J. P., Moreira, R. A., Silva, B. M. & Santos, W. J. R. (2018). Diagnóstico da qualidade físico-química do solo sob diferentes usos e manejos no Sul de Minas Gerais. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (4), 27-40. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181225>

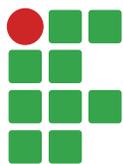
ISO

Antunes, C. H. S., Portugal, L., Maia, J. P., Moreira, R. A., Silva, B. M. e Santos, W. J. R. Diagnóstico da qualidade físico-química do solo sob diferentes usos e manejos no Sul de Minas Gerais. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 4, pp. 27-40. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181225>

VANCOUVER

Antunes CHS, Portugal L., Maia, JP, Moreira, RA, Silva, BM, Santos, WJR. Diagnóstico da qualidade físico-química do solo sob diferentes usos e manejos no Sul de Minas Gerais. *Revista Agrogeoambiental*. 2018 dez.; 10(4): 27-40. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181225>





Crescimento e produtividade de híbridos de milho semeados na segunda safra em Sinop (MT)

Ivan Vilela Andrade Fiorini¹

Cassiano Spaziani Pereira²

Ezequiel Giese³

Helcio Duarte Pereira⁴

Felipe Ribeiro Resende⁵

Adriano Alves da Silva⁶

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento e a produtividade de híbridos de milho semeados na segunda safra em Sinop (MT). Assim, foram instalados seis experimentos semeados em intervalos de 7 dias em Sinop (MT). O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 6 (três híbridos e seis épocas de semadura). Os três híbridos simples e precoces utilizados foram: Maximus, Truck (Syn7316) e Status (Syn7205), e as épocas de semadura ocorreram em intervalos de 7 dias a partir da data base de 26/01/2014. As épocas de semaduras em Dias Após a Data Base (DADB) foram: 1^a-26/01/2014 (0 DADB); 2^a-02/02/2014 (7 DADB); 3^a-09/02/2014 (14 DADB); 4^a-16/02/2014 (21 DADB); 5^a-23/02/2014 (28 DADB) e 6^a-02/03/2014 (35 DADB). Foram analisados o diâmetro de colmo, a altura de plantas, a área foliar, o teor relativo de água nas folhas e a produtividade de grãos. Os híbridos não diferiram para as características avaliadas, assim como não houve interação entre híbridos e épocas de semadura. O fator épocas de semadura afetou significativamente todas as características. As semaduras tardias realizadas dos 21 aos 35 DADB no ano agrícola 2013/2014 proporcionaram incrementos na produtividade de grãos.

Palavras-chave: *Zea Mays* L. Teor relativo de água. Sucessão de culturas. Área foliar.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é um dos grãos mais versáteis produzidos e consumidos no mundo, pois é usado como componente em rações, na alimentação humana e na indústria alimentícia, devido ao seu potencial nutricional e preço acessível (TONIN et al., 2009). O Brasil na safra 2016/17 teve a

1 Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), *Campus* Sinop, pós-doutorando e pesquisador associado ativo. ivanvaf@yahoo.com.br. Avenida Jacarandás, 6471, Parque das Ararás, Sinop (MT), CEP: 78.557-456.

2 Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), *Campus* Sinop, professor de Agronomia. cassianospaziani@yahoo.com.br.

3 Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), *Campus* Sinop, agrônomo. ezequielgiese@yahoo.com.br.

4 Universidade Federal de Lavras (UFLA), mestrado em Fitotecnia. hhelciopassos@yahoo.com.br.

5 Universidade Federal de Lavras (UFLA), graduando em Agronomia. feliperibeiroresende@gmail.com.

6 Centro Universitário de Formiga (UNIFOR-MG), professor titular I. adrianoas@msn.com.

produção total de 96 milhões de toneladas de grãos de milho; o milho cultivado na segunda safra após a cultura da soja representou 60 % desse total, cerca de 61 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB, 2017).

Além do aumento em volume de produção e participação na produção total de milho no Brasil, a segunda safra tem aumentado seus níveis de produtividade em todas as regiões produtoras de milho no Brasil, principalmente devido ao aperfeiçoamento das técnicas de cultivo e ao elevado potencial produtivo dos modernos híbridos utilizados (CRUZ et al., 2010).

A época da semeadura do milho segunda safra ocorre entre os meses de janeiro e março, dependendo do planejamento da época de implantação do ciclo da cultura de verão, no caso, a soja verão (FORSTHOFER et al., 2006). A produção agrícola é diretamente influenciada pelas condições climáticas, em especial, a temperatura do ar, precipitação pluvial e radiação solar (AZEVEDO et al., 2014). Em estudos de época de semeadura deve-se levar em consideração, além da disponibilidade hídrica, a temperatura e a radiação solar, fatores que interferem na fenologia da planta e afetam o seu desenvolvimento, influenciados nas diferentes regiões do país pela latitude, altitude e fenômenos climáticos como “El Niño” e “La Niña”, o que torna cada região única na sua época ideal de cultivo (SANGOI et al., 2007).

As condições climáticas do milho segunda safra não são as mais favoráveis devido às condições climáticas nos diferentes anos agrícolas. A “segunda safra” só é hoje uma realidade devido principalmente a pesquisas de adaptação de cultivo, que reduziram os ciclos das culturas de verão e do próprio milho (SANGOI et al., 2016).

Uma das informações requeridas para o melhor desempenho da cultura na segunda safra é a definição da época de semeadura mais adequada, definida pela interação sinérgica entre o genótipo e o ambiente, em que a melhor época de semeadura deve ser aquela que proporciona o maior crescimento vegetativo, sem limitações hídricas, atingindo por consequência maiores produtividades (GONÇALVES et al., 2002).

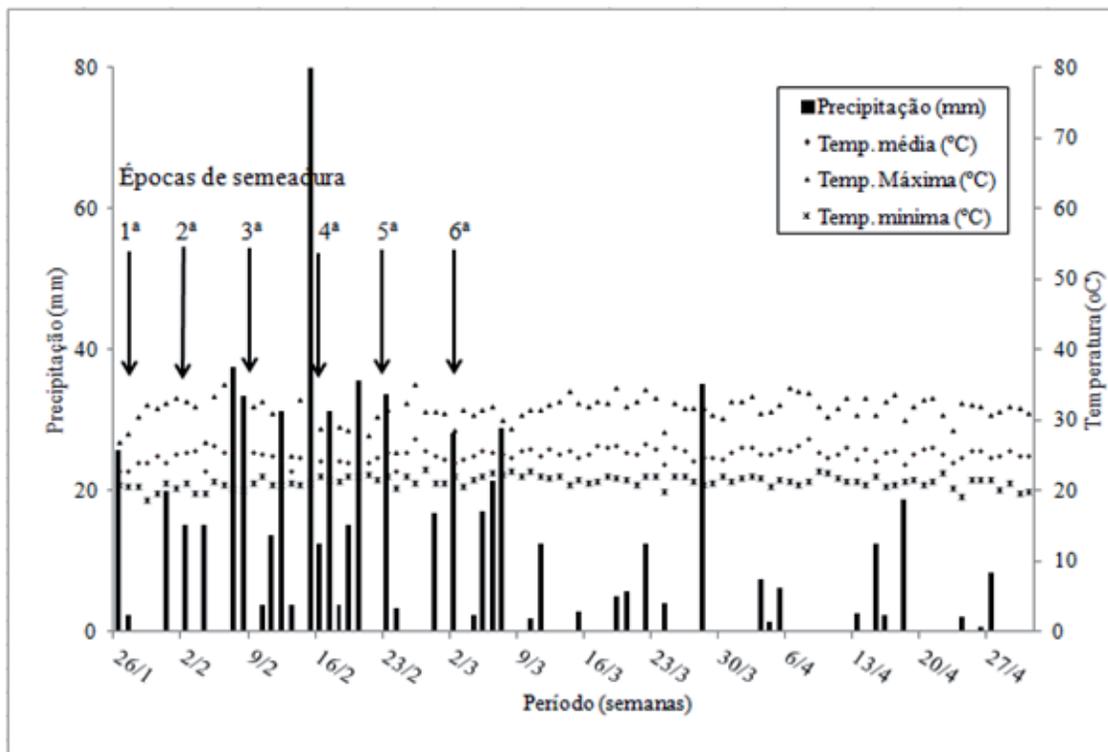
Várias são as dúvidas dos produtores no processo de produção do milho segunda safra, por exemplo, a escolha da cultivar a ser utilizada e a definição das épocas mais adequadas para a semeadura. Os períodos de crescimento e de desenvolvimento da cultura do milho são influenciados pelos fatores climáticos (PINHO et al., 2007), limitando à época de semeadura do milho segunda safra. Embora a época de semeadura do milho segunda safra mais recomendada seja a partir do final de janeiro após a colheita da soja, os produtores a postergam até o fim de fevereiro e começo de março para a produção de grãos (SANS et al., 2001; GONÇALVES et al., 2002). Devido a essa variação, é esperado efeito negativo no crescimento e desenvolvimento da planta, podendo haver reflexos na produtividade. Deve-se cada vez mais buscar informações de épocas de semeadura nas diversas regiões brasileiras, para que os riscos de perda fiquem o mais próximo de zero e, com isso, seja possível interferir no sistema como um todo, gerando informações para a safra de “verão” e da “segunda safra”, visando liberar a área no tempo certo para cada cultivo.

Diante do exposto, há poucas informações científicas confiáveis na literatura nacional sobre as épocas limites de semeadura de milho após o cultivo da soja na região do norte de Mato Grosso. O conhecimento das melhores épocas de semeadura é fundamental para o aumento da produtividade da cultura do milho segunda safra. Desta forma, o objetivo foi avaliar o crescimento e a produtividade nas épocas de semeadura do milho segunda safra em sucessão à soja (janeiro a março) de três híbridos de milho em seis épocas de semeadura de segunda safra, na região norte de Mato Grosso.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na área experimental do curso de Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) *Campus* de Sinop (MT), na segunda safra do ano agrícola 2013/2014, localizada nas coordenadas 11°51'51" S e 55°30'09" O, a 345 m de altitude. O clima da região, segundo classificação de Koppen (1948), é do tipo Am com precipitação pluvial média anual de 2.000 mm ano⁻¹, temperatura média anual de 25 °C e umidade relativa do ar média anual de 66 % (ROLIM et al., 2007). Os dados climáticos de precipitação pluviométrica e temperaturas durante todo o período abrangido pelos experimentos foram obtidos na estação meteorológica da UFMT em Sinop (MT) (FIGURA 1).

Figura 1. Precipitação (mm) e Temperaturas (°C) durante o período de 26 de janeiro a 27 de abril de 2014, UFMT, Sinop (MT). Segunda safra do ano agrícola 2013/2014.



Fonte: Elaboração dos autores (2017).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial de 3 x 6 (três híbridos e 6 épocas de semeadura). Os três híbridos simples utilizados nos seis experimentos foram Maximus, Truck (syn7316) e Status (syn7205), cujas descrições técnicas estão na Tabela 1. As seis épocas de semeadura ocorreram em intervalos de sete dias a partir da data base de 26/01/2014 expressa em Dias Após a Data Base (DADB): 1ª-26/01/2014 (0 DADB); 2ª-02/02/2014 (7 DADB); 3ª-09/02/2014 (14 DADB); 4ª-16/02/2014 (21 DADB); 5ª-23/02/2014 (28 DADB) e 6ª-02/03/2014 (35 DADB). As parcelas foram constituídas por quatro linhas de semeadura de cinco metros de comprimento com espaçamento entre linhas de 0,45 m, considerando como área útil as duas linhas centrais.

Tabela 1. Especificações técnicas e comerciais para os híbridos utilizados. Sinop (MT). Segunda safra do ano agrícola 2013/2014.

Híbrido	Base genética	Nível de Investimento	Graus dia	Ciclo
Maximus	Híbrido Simples	Alto	890	Precoce
Status	Híbrido Simples	Alto	890	Precoce
Truck	Híbrido Simples	Médio	890	Precoce

Fonte: Elaboração dos autores (2017).

O solo da área experimental classifica-se como Latossolo Vermelho Distrófico argiloso e os resultados da análise química (0-20 cm de profundidade) foram: pH em H₂O (6,0), Matéria Orgânica (36,5 g kg⁻¹), P (1,4 mg dm⁻³), K (16 mg dm⁻³), S (4,31 mg dm⁻³), Ca (27 mmol_c dm⁻³), Mg (17 mmol_c dm⁻³), CTC a pH 7 (7,21 mmol_c dm⁻³), V (59,78%). A análise física do solo obteve 308; 141 e 551 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente.

A área nos anos anteriores ao experimento era cultivada exclusivamente com soja no cultivo de verão em sistema de cultivo mínimo. A adubação na semeadura dos experimentos baseou-se na análise de solo com o uso de 500 kg ha⁻¹ do formulado 04-20-20, correspondendo a 50 kg ha⁻¹ de N, 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de K₂O. Aos 20 dias após a emergência, realizou-se a adubação de cobertura com nitrogênio (N) e enxofre (S), realizadas a lanço de forma manual com 140 kg ha⁻¹ de N e 45 kg ha⁻¹ de S. O controle de plantas daninhas foi realizado com uso de herbicidas à base de Glyphosate, na dose de 1920 g. ia. ha⁻¹. Após o preparo, dessecação e adubação da área, realizou-se a semeadura manual nas diferentes épocas com uma população de 60 mil plantas ha⁻¹ após desbaste.

O crescimento vegetativo das plantas foi avaliado no estágio reprodutivo R1 medido em seis plantas representativas da área útil da parcela. A altura das plantas foi avaliada em metros (m), com o auxílio de uma trena medida a partir da base do colmo no solo até a folha bandeira. O diâmetro de caule foi obtido com auxílio de um paquímetro digital, medindo o diâmetro do colmo das plantas em milímetros (mm) a 5 cm acima do nível do solo. Após a coleta da parte aérea das plantas no campo, as amostras foram levadas ao Laboratório de Nutrição Animal e Forragicultura pertencente ao curso de Zootecnia da UFMT. No Laboratório, as folhas foram destacadas e obteve-se a área foliar em m² com o auxílio de um integrador de área foliar LICOR modelo LI -3010; posteriormente, foi calculado o índice de área foliar (IAF) pela relação entre a AF e área útil de cada planta. Determinou-se o teor relativo de água das folhas (TRA) segundo metodologia proposta por TURNER (1986). Para esta variável foram coletadas antes do nascer do sol, manualmente, três folhas totalmente expandidas do terço médio das plantas. Após a coleta, as folhas foram colocadas em sacolas plásticas e acondicionadas em caixa de isopor com gelo para evitar perda de água pelas folhas, que foram imediatamente transportadas até o laboratório para as análises. No laboratório, com o auxílio de um anel circular de metal com 1.3 cm de diâmetro, foram retirados três discos de tecidos foliares, evitando a presença de nervuras ou qualquer tipo de dano nas folhas. Esses discos foram, em seguida, pesados em balança de precisão (0.0005g), obtendo a massa fresca (m_f). Logo após, os mesmos discos foram colocados em um béquer com água destilada por 12 horas até atingir a turgescência, quando foram pesados para mensurar a massa túrgida (m_t). Por fim, os discos foram acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa de circulação forçada a 60 °C até atingirem o peso constante, obtendo assim a massa seca (m_s). Com os valores de m_f , m_t e m_s pode-se calcular o TRA com o auxílio da expressão:

$$\text{TRA (\%)} = \left[\frac{(mf-ms)}{(mf-ms)} \right] * 100$$

Para a produtividade de grãos realizou-se a colheita quando as espigas encontravam-se no estágio R6. Como caráter morfológico para a colheita, foi utilizada a formação da camada negra na base dos grãos. Os grãos foram pesados, avaliados em relação ao seu teor de umidade, e os dados referentes à produtividade em kg ha⁻¹ foram corrigidos para umidade padrão de 13%.

Não havendo nenhuma restrição às pressuposições da análise da variância, os dados foram submetidos à ANOVA conjunta pelo Teste F (p<0,05). Mediante Teste F significativo, procedeu-se à análise de regressão com auxílio do software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011). Os modelos para ajuste das equações de regressão foram escolhidos com base na significância dos efeitos.

Resultados e discussão

Na Figura 1, verifica-se que as temperaturas oscilaram entre 19 °C e 35 °C, com média ao longo do período de 22,84 °C. O parâmetro meteorológico com maiores variações durante o período de condução dos experimentos foi a precipitação pluvial, que na média mensal atingiu os valores acumulados de 395 mm em fevereiro, 180 mm em março, 62 mm em abril, 28 mm em maio, 16 mm em junho e 0 mm em julho, não sendo limitante ao crescimento, desenvolvimento e produtividade da cultura do milho segunda safra para a maioria das épocas de semeadura analisadas. Segundo Sangoi et al. (2007), a semeadura do milho segunda safra é extremamente dependente das variações da temperatura, radiação solar e principalmente a precipitação, uma vez que o milho segunda safra é semeado no final do verão, quando fica mais suscetível às limitações climáticas.

As características altura de plantas, diâmetro de colmo, índice de área foliar, teor relativo de água nas folhas e produtividade de grãos foram influenciadas pelas diferentes épocas de semeadura. Não foram encontradas diferenças significativas entre os híbridos avaliados assim como para a interação híbridos e épocas de semeadura (TABELA 2).

Tabela 2. Resultados médios da análise de variância para as características altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), índice de área foliar (IAF), teor relativo de água (TRA) e produtividade de grãos (PROD), Sinop (MT). Segunda safra do ano agrícola 2013/2014.

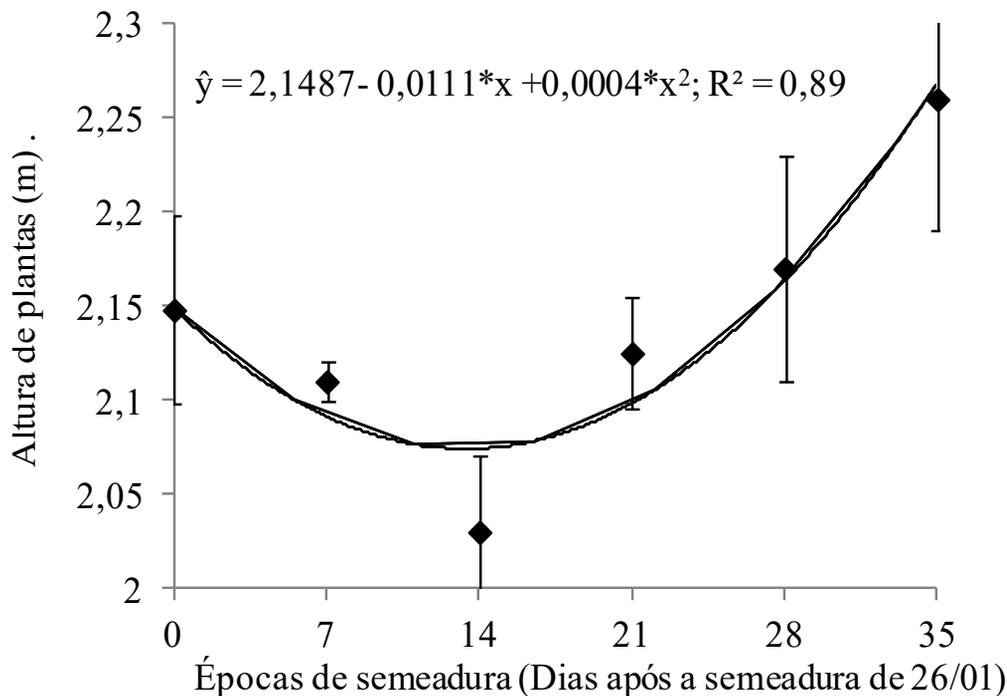
Fonte de variação	Quadrados Médios				
	AP	DC	IAF	TRA	PROD
Épocas	0,073**	24,300**	0,031*	812,348**	4451252,720*
Híbridos	0,025	3,107	0,019	270,823	3567724,915
Épocas*Híbridos	0,016	8,701	0,011	51,251	2333610,191
Média Geral	2,14	18,84	0,46	79,87	6153,62
CV (%)	6,27	11,01	20,77	13,24	12,80

* Significativo pelo Teste F ao nível de 5% de probabilidade; ** Significativo pelo Teste F ao nível de 1% de probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores (2017).

A altura das plantas e o diâmetro do colmo variaram conforme modelo quadrático no decorrer das épocas de semeadura. O ponto mínimo para a variável altura de plantas situou-se aos 13,87 DADB (FIGURA 2). As semeaduras mais tardias tenderam a proporcionar plantas mais altas. Atribuiu-se este fato aos períodos de maiores intensidades luminosas, com menores índices de pluviosidade observados nas épocas mais tardias, favorecendo maiores taxas fotossintéticas. O milho por ser uma planta de metabolismo fotossintético C4 responde positivamente ao aumento da intensidade luminosa (LANDAU et al., 2009), garantindo o suprimento hídrico adequado. Esse comportamento também foi evidenciado por Carmo et al. (2013), que avaliaram o desenvolvimento de plantas de milho com sombreamento, 50 e 100 % de luminosidade. Os autores observaram que as plantas com 50 % de luminosidade aos 35 dias após a emergência apresentavam 76,79 cm, enquanto as plantas que receberam 100 % da luminosidade apresentavam 117,68 cm, uma diferença superior a 53 %. Assim como no presente trabalho, Pinotti (2013) também não observou diferença na altura das plantas de duas cultivares de milho semeado em três épocas (Janeiro, Fevereiro e Março) e quatro diferentes populações de plantas.

Figura 2. Altura de plantas (m) avaliadas no estágio R1 em seis épocas de semeadura na segunda safra do ano agrícola 2013/2014, Sinop (MT).

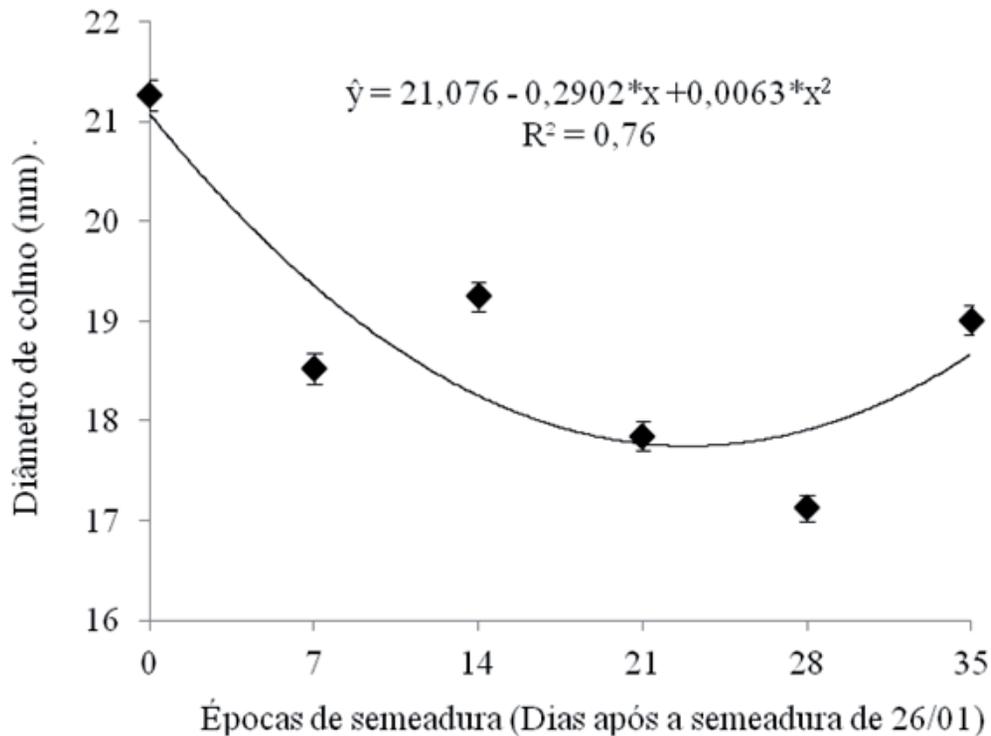


Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Para o diâmetro de colmo, o ponto de mínimo valor ocorre próximo às épocas de semeadura intermediárias, aos 23 DADB (FIGURA 3). A primeira época de semeadura foi favorecida por altos índices pluviométricos, o que pode proporcionar às plantas maiores TRA e, conseqüentemente, maior pressão de turgescência, facilitando o crescimento/alongamento celular. Pinotti (2013) também ob-

servou menores diâmetros de colmo em época de semeadura tardia de milho safrinha realizada em março, comparadas às semeaduras de janeiro e fevereiro.

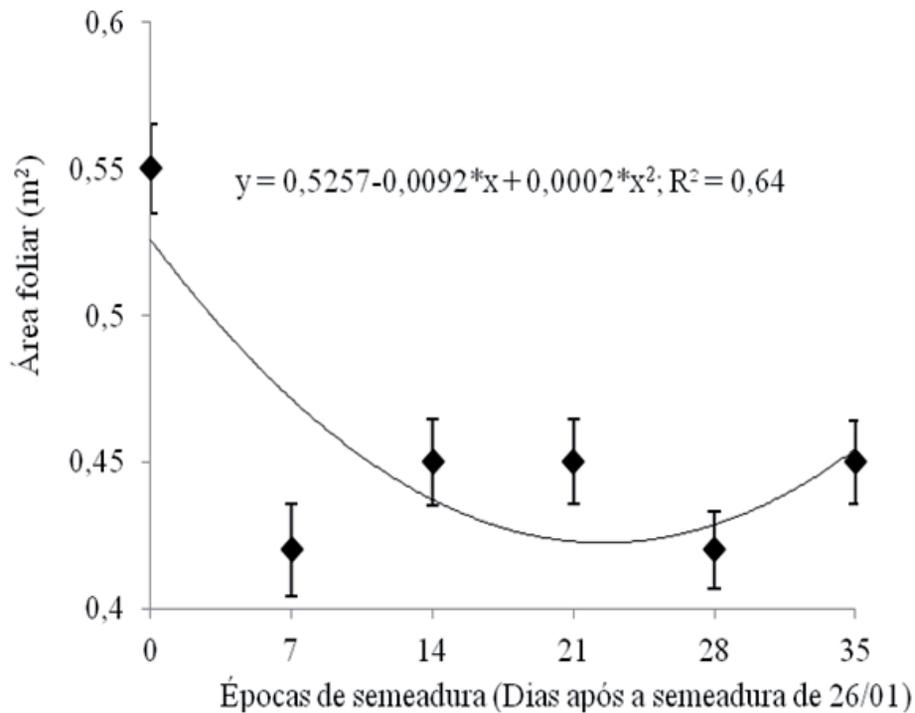
Figura 3. Diâmetro de colmo (mm) avaliado no estágio R1 em seis épocas de semeadura na segunda safra do ano agrícola 2013/2014, Sinop (MT).



Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Para o índice de área foliar (IAF), o ponto de mínimo valor estimado ocorre aos 23 DADB (FIGURA 4). As condições climáticas favoráveis às plantas nas primeiras épocas de semeadura refletiram maiores valores de área foliar, registrados no início dos experimentos. A partir da época 7 DADB, as altas precipitações registradas e, conseqüentemente, menores intensidades luminosas levaram a um menor desenvolvimento vegetativo das plantas, que pode ser notado pelos menores valores de área foliar. Segundo Penariol et al. (2003), quando o milho é semeado entre os meses de janeiro e março, grandes diferenças no crescimento vegetativo são verificadas, devido às condições climáticas impostas às plantas. Os meses de chuva, de janeiro a março, geralmente são os meses com maiores quantidades de insolação astronômica, o que pode não ocorrer na prática, devido aos altos períodos e volumes das precipitações pluviais (SILVA et al., 2010).

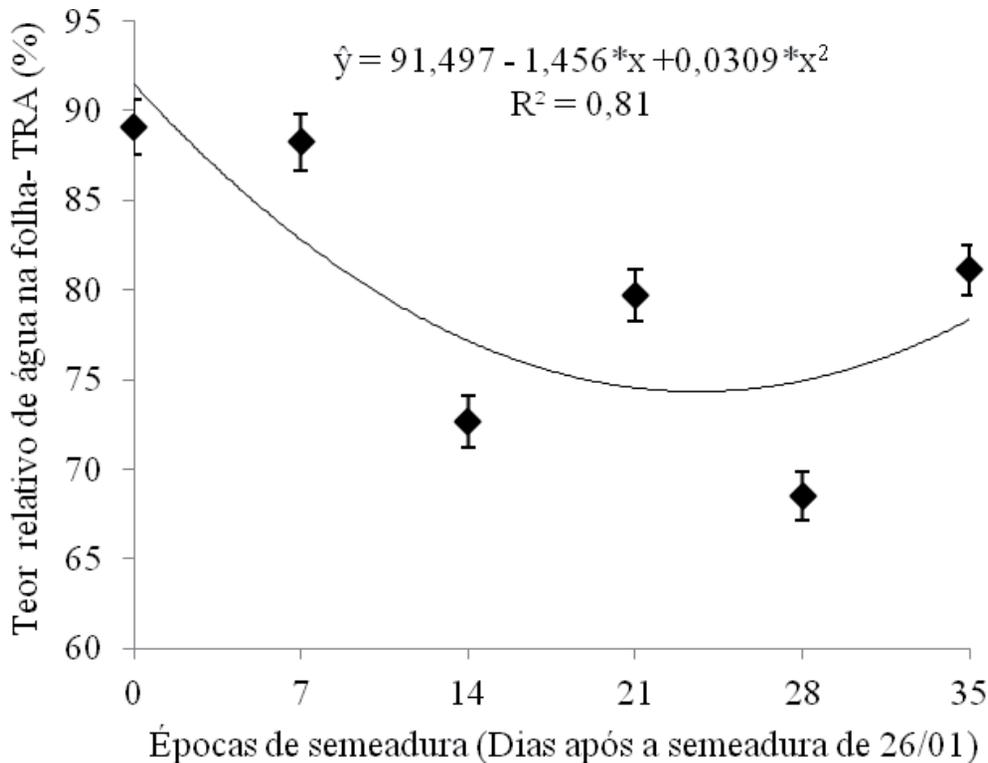
Figura 4. Área foliar (m²) avaliada no estágio R1 em seis épocas de semeadura na segunda safra do ano agrícola 2013/2014, Sinop (MT).



Fonte: Elaboração dos autores (2017).

O teor relativo de água (TRA) nas folhas de milho, no estágio fenológico R1, teve seus menores valores próximos às épocas intermediárias de semeadura, com ponto mínimo estimado segundo a equação ajustada aos 23 DADB (FIGURA 5). Os maiores valores de TRA no início dos experimentos coincidem com os meses com as maiores precipitações registradas, assim como encontrado por Kunz et al. (2007), em que tratamentos não irrigados com menor disponibilidade hídrica em relação aos irrigados apresentaram também menores TRAs.

Figura 5. Teor relativo de água na folha -TRA (%) avaliado no estádio R1 em seis épocas de semeadura na segunda safra do ano agrícola 2013/2014, Sinop (MT).

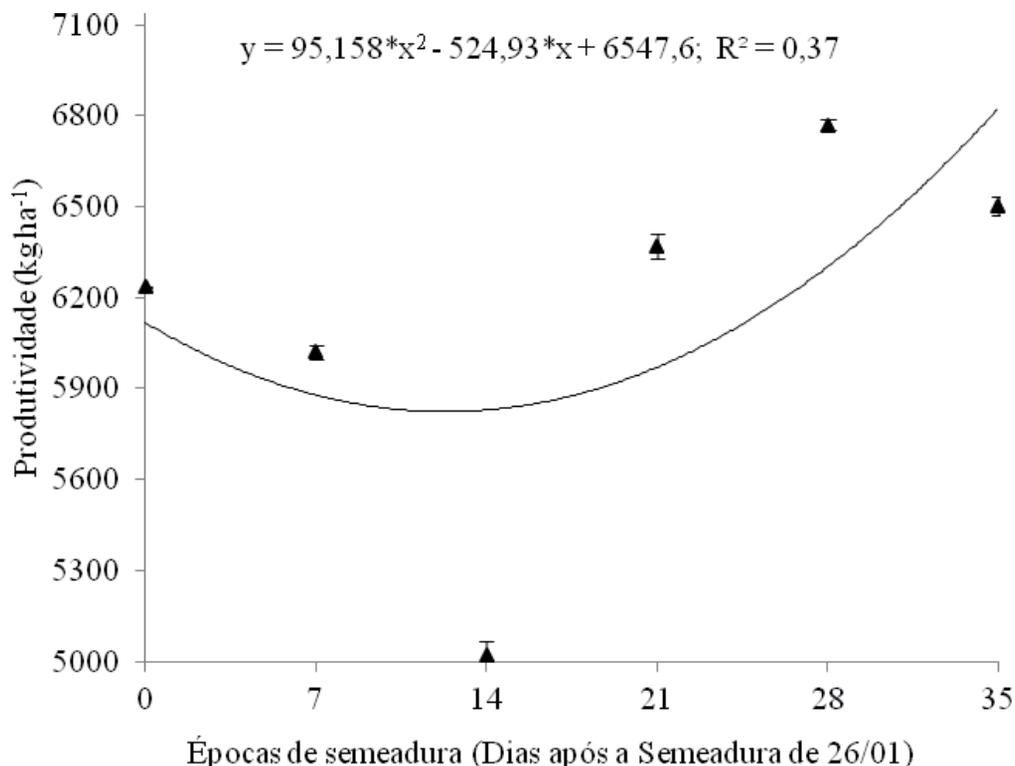


Fonte: Elaboração dos autores (2017).

O menor valor de TRA observado (74,34%) aos 28 DADB pode ter ocorrido devido à redução da taxa pluviométrica com a ocorrência de estresse hídrico durante vários dias consecutivos, ocorrido a partir do período de pré-pendoamento, que ocasionou uma redução do potencial hídrico do solo com redução do teor de água na planta. Segundo Kang et al. (2002), a partir do TRA de 80 %, caracteriza-se a ocorrência de estresse hídrico associado à redução de área foliar. Os autores observaram que esses parâmetros foram afetados significativamente nessa cultura pelo estresse hídrico, conforme esperado.

O comportamento das características altura de plantas, diâmetro de colmo, área foliar e TRA está associado com a precipitação ocorrida na região de Sinop (MT). Desta forma, a redução do regime hídrico reduziu tanto o teor de água nos tecidos quanto os valores das variáveis. Sabe-se que a água tem importância fundamental no metabolismo das plantas, transporte de solutos, fotossíntese, entre outras funções essenciais às plantas (SANGOI et al., 2016).

Para a produtividade de grãos ocorreram baixos níveis de radiação solar, devido a períodos prolongados de altas precipitações nas fases de crescimento, desenvolvimento e enchimento de grãos das plantas semeadas na terceira época de semeadura aos 14 DADB, fato que levou à maior queda na produtividade de grãos nesse período com posterior acréscimo nas semeaduras tardias (FIGURA 6). As maiores produtividades estão relacionadas ao maior crescimento vegetativo e capacidade fotossintética do dossel. No caso do presente trabalho, as precipitações hídricas não foram consideradas um fator limitante, devido à presença de chuvas até mesmo após o período do florescimento. De acordo com Cruz et al. (2010), após o início do período reprodutivo, chuvas esporádicas já são suficientes para a manutenção da produtividade, contribuindo nesta fase para o enchimento de grãos.

Figura 6. Produtividade (kg ha^{-1}) de grãos em seis épocas de semeadura na segunda safra do ano agrícola 2013/2014, Sinop (MT).

Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Demétrio et al. (2008) verificaram que a redução da intensidade luminosa, especialmente entre V12 e R1, provocou redução na produtividade, atuando nos componentes da produção número e massa de grãos. Isto ocorre porque neste período define-se o tamanho das espigas e a formação de estilo-estigma, ou seja, o número potencial de grãos. Amaral Filho et al. (2005) também observaram redução no número de grãos por espiga em situações de redução de incidência luminosa próxima ao florescimento, atribuindo este efeito à menor produção de fotoassimilados, o que conseqüentemente reduz a produtividade. Além disso, a polinização também é afetada pela presença de luz solar (Demétrio et al., 2008). Com ausência de luz ocorre também o fechamento dos estômatos, provocado pela limitação da condutância do CO_2 nas folhas, diminuindo a fotossíntese e a produção de reservas de carboidratos (Lopes et al., 2011). As maiores produtividades ocorreram nas épocas mais tardias de semeadura (21, 28 e 35 DADB) conforme Figura 6.

A produtividade de grãos obtida neste estudo variou de 5.000 a 6.800 kg ha^{-1} , com média de 6.153 kg ha^{-1} . Tais valores de produtividade de grãos do milho segunda safra são considerados altos, segundo a produtividade média do estado e do Brasil (CONAB, 2017). Possivelmente, esses bons valores de produtividade ocorreram devido aos bons níveis de nutrientes no solo, precipitação pluvial satisfatória durante o desenvolvimento da cultura na maioria das épocas de semeadura analisadas e ao fato de a área ser cultivada anteriormente com soja por vários ciclos. Resultados de pesquisas no país demonstram que o milho segunda safra possui potencial de produtividade superior a 6.000 kg ha^{-1} , cultivado ou não em sucessão à soja, dependendo do correto manejo e de fatores climáticos favoráveis ao crescimento, desenvolvimento e produtividade (CRUZ et al., 2010; SICHOCKI et al., 2014; FIORINI et al., 2015; SILVA et al., 2015). Segundo Cruz et al. (2010), a maior frequência é

de lavouras com rendimentos entre 5.000 e 7.000 kg ha⁻¹ cultivadas com híbridos simples e de ciclo precoce após a cultura da soja, igualmente à situação aqui estudada.

Mais estudos são necessários acerca de épocas de semeadura do milho de segunda safra, englobando diferentes híbridos em diferentes anos agrícolas a fim de verificar a influência do clima da região no crescimento e produtividade da cultura do milho segunda safra após o cultivo da soja.

Conclusões

As épocas de semeadura do milho segunda safra influenciaram a altura de plantas, diâmetro de colmo, área foliar, teor relativo de água nas folhas e produtividade de grãos.

As semeaduras tardias realizadas dos 21 aos 35 DADB no ano agrícola 2013/2014 proporcionaram maiores incrementos na produtividade de grãos.

Growth and yield of maize hybrids sowed off-season in Sinop (MT)

Abstract

The objective of this work was to evaluate the growth and yield of maize hybrids sowed “off-season” in Sinop (MT). Therefore, six experiments were sowed at a 7-day interval in Sinop (MT). The experimental design was randomized, in complete blocks, with four replications in factorial scheme 3 x 6 (three hybrids e six sowing times). The three single early crosses used were: Maximus, Truck (Syn7316) and Status (Syn7205), and the sowing times took place at a 7-day interval, starting on 01/26/2014. The sowing times in Days After the Base Date (DABD) were: 1st – 01/26/2014 (0 DABD); 2nd - 02/02/2014 (7 DABD); 3rd - 02/09/2014 (14 DABD); 4th – 02/16/2014 (21 DABD); 5th – 02/23/2014 (28 DABD) and 6th – 03/02/2014 (35 DABD). It was analyzed plant height, stem diameter, leaf area, leaf relative water content and grain yield. The hybrids did not differ for the traits analyzed, furthermore there was no interaction between the hybrids and the sowing times. Yet, sowing season affected significantly all traits. The latest sowing period performed from 21 to 35 DABD in the agricultural year 2013/2014 provided grain yield increases.

Keywords: *Zea Mays* L. Relative water content. Crop succession. Leaf area.

Referências

AZEVEDO, P. V.; SABOYA, L. M. F.; DANTAS NETO, J.; OLIVEIRA, F. S.; BEZERRA, J. R. C.; FARIA, C. H. A. Disponibilidade energética para a cultura da cana-de-açúcar nos tabuleiros costeiros do estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 10, p. 1031-1038, 2014. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br/revista/v18n10/v18n10a07.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2017.

AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, Densidade Populacional e Adubação Nitrogenada na Cultura do Milho. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 467-473, 2005. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbcs/v29n3/25747.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2014.

CARMO, E. L.; GONÇALVES JÚNIOR, D.; SILVA, T. R.; GOULART, M. M. P.; SANTOS, C. B.; SILVA, V. R.; Desenvolvimento de plantas de milho sobre condições de sombreamento. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 7, n. 2, p. 1-7, 2013. Disponível em: <<http://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/386/354>>. Acesso em: 09 jul. 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: safra 2016/2017: 8º Levantamento da safra 2016/2017**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_04_17_17_20_55_boletim_graos_abr_2017.pdf_boletim_portugues_-_maio_de_2017.pdf>. Acesso em: 12 maio 2017.

CRUZ, J. C.; SILVA, G. H. da; PEREIRA FILHO, I. A.; GONTIJO NETO, M. M.; MAGALHÃES, P. C. Caracterização do cultivo de milho safrinha de alta produtividade em 2008 e 2009. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 9, n. 2, p. 177-188, 2010. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/311/pdf_140>. Acesso em: 15 out. 2016.

DEMÉTRIO, C. S.; FORNASIERI FILHO, D.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA, D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v43n12/v43n12a08.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2016.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2015.

FIORINI, F. V. A.; VON PINHO, R.; CAMARGOS, R.; SANTOS, A.; FIORINI, I. Relação entre a perda de água dos grãos e características agrônômicas de híbridos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 14, n. 1, p. 88-100, 2015. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/535/pdf_120>. Acesso em: 04 nov. 2017.

FORSTHOFER, E. L.; SILVA, P. R. F.; STRIEDER, M. L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.; SILVA, A. A. Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes sistemas de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p. 399-407, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v41n3/29110.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2016.

GONÇALVES, S. L.; CARAMORI, P. H.; WREGEL, M. S.; SHIOGA, P.; GERAGE, A. C. Épocas de semeadura do milho “safrinha”, no Estado do Paraná, com menores riscos climáticos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p.1287-1290, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Sergio_Goncalves2/publication/274960224_E_pocas_de_semecadura_do_milho_safrinha_no_Estado_do_Parana_com_menores_riscos_climaticos/links/552d654d0cf21acb092174a1.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2017.

KANG, S.; SHI, W.; CAO, H.; ZHANG, J. Alternate watering in soil vertical profile improved water use efficiency of maize (*Zea mays* L.). **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 77, p. 31-41, 2002. . Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(02\)00047-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(02)00047-3)>. Acesso em: 08 fev. 2016.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la Tierra**. México: Fondo de Cultura Economica, 1948. 478 p.

KUNZ, J. H.; BERGONCI, J. I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; HECKLER, B. M. M.; CO-MIRAN, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 11, p. 1511-1520, 2007. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/7727/4646>>. Acesso em: 20 out. 2017.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A.; SANTANA, D. P. Clima e solo. In: CRUZ, J. C. (Ed.). **Cultivo do milho**. 5. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009, (Sistemas de produção, n. 1).

LOPES, M. S.; ARAUS, J. L.; VAN HEERDEN, P. D. R.; FOYER, C. H. Enhancing drought tolerance in C4 crops. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 62, p. 3135-3153, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/jxb/err105>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; COICEV, L.; BORDIN L., FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 2, p. 52-60, 2003. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/59/pdf_357>. Acesso em: 10 ago. 2017.

PINHO, R. G. Von; VASCONCELOS, R. C. de; BORGES, I. D.; RESENDE, A. V. de. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 235-245, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/%0D/brag/v66n2/07.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

PINOTTI, E. B. **Avaliação de cultivares de milho em função de populações de plantas e épocas de semeadura**. 134f. 2013. Tese (Doutorado em Agronomia)- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2013.

ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Koppen e Thornthwaite e sua aplicabilidade da determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/bragantia/volumesonline.php>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; GRACIETTI, M. A.; BIANCHET, P.; HORN, D. Sustentabilidade do colmo em híbridos de milho de diferentes épocas de cultivo em função da densidade de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 1, n. 2, p. 1, 2002.

SANGOI, L.; SCHMITT, A.; ZANIN, C. G. Área foliar e rendimento de grãos de híbridos de milho em diferentes populações de planta. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, p. 263-271, 2007. Disponível em : <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/231/pdf_402>. Acesso em: 10 ago. 2017.

SANS, L. M. A.; ASSAD, E. D.; GUIMARÃES, D. P.; AVELLAR, G. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de milho na Região Centro-Oeste do Brasil e para o Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 527-535, 2001. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/485595>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

SILVA, A. G.; DUARTE, A. P.; PIEDADE, R. C.; COSTA, H. P.; MEIRELES, K. G. C.; BORGES, L. P. Inoculação de sementes de milho safrinha com *Azospirillum* e aplicação de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 14, n. 3, p. 358-370, 2015. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/690/pdf_434>. Acesso em: 10 ago. 2017.

SILVA, P. R. F.; PIANA, A. T.; MAASS, L. B.; SERPA, M. S.; SANGOI, L.; VIEIRA, V. M.; ENDRIGO, P. C., JANDREY, D. B. Adequação da densidade de plantas à época de semeadura em milho irrigado. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 9, p. 48-57, 2010. Disponível em: <<http://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5285/3495>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

SICHOCKI, D.; GOTT, R. M.; FUGA, C. A. G.; AQUINO, L. A. R.; RUAS, A. A.; NUNES, P. H. M. P. Resposta do milho safrinha a doses de nitrogênio e de fósforo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 1, p. 48-58, 2014. Disponível em: <http://rbms.cnpms.embrapa.br/index.php/ojs/article/view/446/pdf_81>. Acesso em: 10 ago. 2017.

TONIN, J. M.; BRAGA, M. J.; COELHO, A. B. Efetividade de hedge do milho com contratos futuros da BM&F: uma aplicação para a região de Maringá, PR. **Revista de Economia, Curitiba**, v. 35, n. 31, p. 115-140, 2009. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/economia/article/view/17053/11248>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

TURNER, N. C. Adaptation to water deficits: A changing perspective. **Australian Journal of Plant Physiology**, Toowoomba, v. 13, p. 175-190, 1986. Disponível em: <<https://doi.org/10.1071/PP9860175>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

Histórico editorial:

Submetido em: 31/03/2017

Aceito em: 06/10/2017

Como citar:

ABNT

Fiorini, I. V. A.; Pereira, C. S.; Giese, E.; Pereira, H. D.; Resende, F. R.; Silva, A. A. Crescimento e produtividade de híbridos de milho semeados na segunda safra em Sinop (MT). **Revista Agrogeambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 4, p. 41-54, dez. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181196>

APA

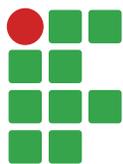
Fiorini, I.V.A., Pereira, C.S., Giese, E., Pereira, H.D., Resende, F. R. & Silva, A.A. (2018) Crescimento e produtividade de híbridos de milho semeados na segunda safra em Sinop (MT). *Revista Agrogeambiental*, 10 (4), 41-54. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181196>

ISO

Fiorini, I. V. A.; Pereira, C. S.; Giese, E.; Pereira, H. D.; Resende, F. R. e Silva, A. A. Crescimento e produtividade de híbridos de milho semeados na segunda safra em Sinop (MT). *Revista Agrogeambiental*, 2018, vol. 10, n. 4, pp. 41-54. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181196>

VANCOUVER

Fiorini, IVA, Pereira, CS, Giese, E, Pereira, HD, Resende, FR, Silva, AA. Crescimento e produtividade de híbridos de milho semeados na segunda safra em Sinop (MT). *Rev agrogeambiental*. 2018 dez.; 10(4): 41-54. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181196>



Envelhecimento acelerado de sementes de alface produzidas no manejo orgânico em cultivo protegido e a céu aberto

Antônio Amorim Brandão¹

Higino Marcos Lopes²

Resumo

As sementes de alface podem ser produzidas em condições naturais a pleno sol ou em casas de vegetação, onde o ambiente de cultivo pode interferir no vigor das sementes. Neste contexto, o envelhecimento acelerado com solução salina de NaCl (EASS) tem-se mostrado eficiente para determinação da qualidade das sementes. Desta forma, objetivou-se avaliar a influência do ambiente de cultivo e de cultivares no vigor das sementes de alface produzidas no manejo orgânico e em dois municípios do estado do Rio de Janeiro. Utilizou-se de delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2 x 7), com 4 repetições, sendo dois ambientes (cultivo protegido e céu aberto) e sete cultivares de alface. O experimento foi conduzido em Seropédica e Avelar (RJ) e avaliados separadamente. As sementes foram submetidas ao teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl. As sementes foram mantidas em câmara úmida com solução salina por 72 h a 41°C. Após o período de envelhecimento, as sementes foram colocadas para germinar. Determinou-se a umidade das sementes antes e após o envelhecimento. Houve diferenças entre o grau de umidade das sementes pré-EASS no município de Seropédica e pós-EASS em Avelar. Pelo teste de EASS, conclui-se que a segunda contagem do teste de germinação possibilitou separar melhor os lotes de sementes de alface. A produção em cultivo protegido proporcionou sementes de maior vigor, tanto em Seropédica, quanto em Avelar. Entretanto, as cultivares Grand Rapids e Maravilha Quatro Estações produziram sementes de alto vigor em ambos ambientes de cultivo.

Palavras-chave: Vigor. Hortaliças. *Lactuca sativa* L.

Introdução

A alface é uma das mais importantes espécies olerícolas produzidas, tanto em volume de produção quanto em renda financeira, estando entre as cinco primeiras nesses quesitos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS - ABCSEM, 2014). Essa importância reflete diretamente na demanda por sementes. No ano de 2012, a alface ocupou a quinta posição em volume de sementes comercializadas no Brasil (ABCSEM, 2014), sendo a folhosa mais cultivada em sistema convencional e orgânico.

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pós-graduação em Fitotecnia, doutorando, toniagrack@hotmail.com. BR 465, Km 07, Seropédica, RJ, CEP 23851-970.

² Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia; Departamento de Fitotecnia, professor titular. higinomlopes@gmail.com.

Ao passo que aumenta a consciência do mercado consumidor com relação à segurança alimentar, em especial os produtos hortícolas com resíduos de agrotóxicos, cresce a demanda por orgânicos. Porém, atualmente o mercado de sementes orgânicas é incipiente e não atende à crescente demanda, ficando o agricultor obrigado a utilizar sementes convencionais em seus cultivos (JOVCHELEVICH; MOREIRA; LONDRES, 2014).

Como grande parte da produção de sementes de alface no país é realizada a pleno sol, o local de produção é dependente de clima, exigindo uma estação seca bem definida, que deve coincidir com a colheita. Essa característica pode ser um problema para agricultura familiar, pois distancia a produção de sementes dos campos de produção da hortaliça. Uma alternativa para locais onde o clima é considerado desfavorável pode ser o cultivo protegido em casas de vegetação, onde o agricultor possui maior controle dessas condições, proporcionando sementes de melhor qualidade.

A determinação da qualidade fisiológica das sementes, principalmente para o armazenamento, ganha destaque no manejo orgânico, pois permite fornecer sementes de qualidade por maior período. Nesse contexto, os testes de vigor são de extrema importância, visto que poucos trabalhos abordam o tema para sementes de alface e pouco se conhece a respeito das interações entre os ambientes de cultivo e o manejo no vigor das sementes. Entre os testes de vigor, o envelhecimento acelerado mostra-se uns dos mais sensíveis e eficientes para determinação do vigor das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Para sementes pequenas, como as de alface, o teste de envelhecimento acelerado pode causar danos excessivos a essas devido à grande variação no teor de água após o teste, provocando redução drástica na germinação (PANOBIANCO; MARCOS FILHO, 2001). Assim, para melhor resultado no teste devem-se utilizar técnicas que limitem a absorção de água pelas sementes, como na utilização de solução saturada de NaCl, e que permitem a obtenção de umidades relativas inferiores às verificadas no envelhecimento acelerado convencional, sendo mais adequado para esse tipo de semente (JIANHUA; McDONALD, 1997).

Desta forma, objetivou-se avaliar a influência do ambiente de cultivo e de cultivares no vigor das sementes de alface produzidas em manejo orgânico e em dois municípios do estado do Rio de Janeiro.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Sementes do Instituto de Agronomia (IA) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), município de Seropédica (RJ). Foi avaliado o vigor de lotes de sementes de cultivares de alface produzidas em manejo orgânico, em cultivo protegido e a céu aberto, nos municípios de Seropédica (RJ) e Avelar (RJ), no ano de 2013, com colheita realizada em outubro do mesmo ano. As cultivares utilizadas foram: Elisa, Regina 3500 e Vera do grupo lisa; Grands Rapids, Deyse e Maravilha quatro estações do grupo crespa e Grandes Lagos do tipo americana.

As sementes foram submetidas a determinações do grau de umidade, estabelecido pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$, durante 24 horas, com duas amostras, com 1 g de sementes para cada tratamento, antes e após os períodos de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS) (BRASIL, 2009). O EASS foi realizado em caixas de plástico transparente ($11 \times 11 \times 3,5$ cm), contendo em seu interior uma tela metálica acoplada e uma tela de nylon sobreposta para dar suporte às sementes e 40 mL de água destilada por igual quantidade de solução saturada de NaCl (40g em 100 mL de água) (JIANHUA; McDONALD, 1997). Após tampadas, as sementes foram mantidas no

interior de câmaras de envelhecimento a 41 °C durante 72 horas. Decorrido o período de envelhecimento, as sementes foram colocadas para germinar.

Germinação: quatro repetições de 50 sementes foram semeadas em caixas de plástico transparente (11 × 11 × 3,5 cm) sobre papel de filtro umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes o seu peso seco. As caixas foram mantidas em câmara de germinação a 25 °C constantes, com fotoperíodo de oito horas. Realizou-se a primeira contagem aos quatro dias e a segunda aos sete, avaliando a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial (2 x 7), com 4 repetições, sendo dois ambientes (cultivo protegido e céu aberto) e sete cultivares. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott Knot ($P \leq 0,05$), separadamente para cada município, por meio do Sistema de Análise Estatística SISVAR, versão 4.6 para microcomputadores (FERREIRA, 2003).

Resultados e discussão

Para as sementes produzidas no município de Seropédica, em cultivo protegido, o grau de umidade pré-EASS foi inferior para as cultivares Grandes Lagos, Deyse e Maravilha Quatro Estações. A céu aberto, a cultivar Grandes Lagos foi inferior às demais. Após o procedimento de EASS, o grau de umidade das sementes não apresentou diferença significativa entre as cultivares. Para as sementes produzidas no distrito de Avelar, não houve diferença estatística entre as cultivares pré-EASS tanto para cultivo protegido quanto para céu aberto. Pós-EASS no cultivo protegido, as cultivares Regina 3500 e Deyse foram estaticamente semelhantes e inferiores às demais. A céu aberto, constatou-se umidade inferior às demais na cultivar Elisa (TABELA 1).

Tabela 1. Umidade (%) das sementes antes e após o teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl (EASS).

CULTIVAR	SEROPÉDICA			
	CULTIVO PROTEGIDO		CÉU ABERTO	
	PRÉ-EASS	PÓS-EASS	PRÉ-EASS	PÓS-EASS
Elisa	7,39 A	7,73 A	7,20 A	7,66 A
Regina 3500	7,42 A	7,98 A	7,15 A	7,58 A
Maravilha Quatro Estações	6,82 B	7,89 A	7,04 A	8,25 A
Grand Rapids	7,16 A	7,59 A	7,07 A	7,03 A
Deyse	6,94 B	8,41 A	7,05 A	8,02 A
Vera	7,35 A	7,38 A	7,13 A	8,11 A
Grandes Lagos	6,96 B	7,82 A	6,61 B	6,90 A
CV	6,19			

CULTIVAR	AVELAR			
	CULTIVO PROTEGIDO		CÉU ABERTO	
	PRÉ-EASS	PÓS-EASS	PRÉ-EASS	PÓS-EASS
Elisa	7,05 A	8,64 A	6,76 A	7,65 B
Regina 3500	7,06 A	7,99 B	6,71 A	9,21 A
Maravilha Quatro Estações	7,23 A	8,68 A	6,70 A	9,38 A
Grand Rapids	7,31 A	9,09 A	6,99 A	9,85 A
Deyse	7,05 A	8,19 B	6,68 A	9,01 A
Vera	6,94 A	8,73 A	6,64 A	9,23 A
Grandes Lagos	7,40 A	8,58 A	6,90 A	9,32 A
CV	2,89			

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: Elaboração do autor (2016).

As diferenças na absorção de água pelas sementes quando expostas à atmosfera úmida no teste de envelhecimento acelerado podem acarretar variações acentuadas no teor de água das sementes. As sementes utilizadas não passaram por classificação por tamanho, sendo que este pode interferir na absorção diferenciada de água. Para Powell (1995), alguns estudos conduzidos com espécies de sementes relativamente pequenas, como as de hortaliças, têm apresentado resultados menos consistentes devido à variação muito acentuada no grau de umidade ao final do período de envelhecimento. Sementes pequenas absorvem água de forma mais rápida e desuniforme em relação às sementes maiores durante o período de envelhecimento, o que pode acelerar o processo de deterioração ou apresentar variação de dados entre as sementes de uma mesma amostra e interferir na precisão dos resultados (JIANHUA; MCDONALD, 1997; BHÉRING et al., 2006).

Segundo Marcos Filho (1999), um dos principais indicadores da uniformidade das condições de envelhecimento acelerado é o grau de umidade das sementes ao final do teste, sendo que variações de 3 a 4 % entre amostras são consideradas toleráveis. No trabalho desse autor, as cultivares que foram semelhantes ficaram dentro desse valor de referência e os que diferiram superaram esse valor.

Os resultados da Tabela 1 assemelham-se aos obtidos por Santos et al. (2011) em lotes de sementes de alface em duas cultivares. No referido trabalho, a umidade das sementes passou de 7,2 % para 8,4 %, antes e pós-EASS, respectivamente. Por outro lado, no trabalho de Barbosa (2011), o aumento no grau de umidade foi maior, passando da média de 6 % para 11 % de umidade após o envelhecimento por 72 horas, com melhores resultados para indicação de vigor.

De acordo com Vieira (2012), em sementes de beterraba, as temperaturas mais elevadas, associadas aos maiores percentuais de umidade nas sementes, provocaram maior deterioração. Isso ocorre porque o grau de umidade influencia a ocorrência dos diferentes processos metabólicos que as sementes podem sofrer, ao passo que a temperatura afeta a velocidade dos processos bioquímicos (MARCOS FILHO, 2005).

Quanto à avaliação do potencial fisiológico das sementes de alface pelo teste de envelhecimento acelerado com solução salina de NaCl, no município de Seropédica, em cultivo protegido, observa-se que os resultados para as cultivares Regina 3500 e Deyse foram estatisticamente iguais e inferiores às demais cultivares, considerando a primeira contagem de germinação (TABELA 2). Os

menores valores de plântulas normais na primeira contagem foram para as cultivares Deyse, Vera e Grandes Lagos, de ciclo longo, quando a produção foi a céu aberto (TABELA 2).

Tabela 2. Porcentagens (%) de plântulas normais na primeira e segunda contagem de cultivares de alface submetidas ao teste de envelhecimento acelerado em solução saturada de NaCl.

SEROPÉDICA				
CULTIVAR	CULTIVO PROTEGIDO	CÉU ABERTO	CULTIVO PROTEGIDO	CÉU ABERTO
	1ª contagem (%)		2ª contagem (%)	
Elisa	86,50 Aa	63,50 Cb	93,00 Ba	70,50 Cb
Regina 3500	81,00 Ba	78,00 Ba	81,00 Ca	82,50 Ba
Maravilha Quatro Estações	94,00 Aa	90,00 Aa	98,50 Aa	94,50 Aa
Grand Rapids	93,00 Aa	90,50 Aa	96,50 Aa	92,50 Aa
Deyse	70,50 Ba	37,00 Db	79,50 Ca	47,00 Db
Vera	86,00 Aa	36,50 Db	91,00 Ba	48,00 Db
Grandes Lagos	86,50 Aa	25,00 Db	88,00 Ba	33,50 Eb
CV (%)	5,23			

AVELAR				
CULTIVAR	CULTIVO PROTEGIDO	CÉU ABERTO	CULTIVO PROTEGIDO	CÉU ABERTO
	1ª contagem (%)		2ª contagem (%)	
Elisa	91,00 Ba	58,00 Ab	97,00 Aa	87,00 Ab
Regina 3500	95,00 Aa	57,50 Ab	98,00 Aa	89,00 Ab
Maravilha Quatro Estações	99,00 Aa	48,00 Bb	99,00 Aa	69,50 Bb
Grand Rapids	97,00 Aa	28,00 Cb	99,50 Aa	76,00 Bb
Deyse	98,50 Aa	64,00 Ab	100,00 Aa	90,00 Ab
Vera	97,50 Aa	59,00 Ab	97,50 Aa	88,00 Ab
Grandes Lagos	89,50 Ba	24,00 Cb	93,00 Aa	91,00 Aa
CV (%)	6,68			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Fonte: Elaboração do autor (2016).

Pelos resultados de segunda contagem observa-se que houve o agrupamento das cultivares em três grupos com relação ao vigor das sementes para cultivo protegido, um a mais do que na avaliação de primeira contagem. As cultivares Grand Rapids e Maravilha Quatro Estações foram semelhantes e superiores estatisticamente às demais. Menores valores foram das cultivares Regina 3500 e Deyse. Para cultivo a céu aberto, os resultados possibilitaram estratificar as cultivares em cinco grupos. Novamente, as cultivares Grand Rapids e Maravilha Quatro Estações foram superiores estatisticamente, seguidas da cultivar Regina 3500 e a cultivar Grandes Lagos, que apresentou o menor valor na avaliação de segunda contagem do EASS. Essas cultivares foram consideradas pouco resistentes ao pendoamento e de ciclo mais curto, fazendo com que a colheita ocorresse antes do início do período das chuvas, proporcionando sementes com a mesma qualidade fisiológica que as sementes produ-

zidas em cultivo protegido. A elevação por longo período do grau umidade das sementes provocada por precipitação, próximo ao estado de maturação fisiológica, causa severos danos à qualidade das sementes.

No Distrito de Avelar, as cultivares Elisa e Grandes Lagos foram semelhantes entre si e inferiores às demais no cultivo protegido para o parâmetro primeira contagem de germinação. No cultivo a céu aberto, o teste possibilitou separar os lotes de sementes em três grupos quanto ao vigor pela primeira contagem. As cultivares Elisa, Regina 3500, Deyse e Vera foram semelhantes e superiores às demais. O vigor das sementes foi maior na produção em cultivo protegido para todas as cultivares avaliadas, considerando os resultados de primeira contagem (TABELA 2).

Na avaliação de segunda contagem, na produção a céu aberto, as sementes das cultivares Grand Rapids e Maravilha quatro estações foram estatisticamente inferiores às demais, para segunda contagem. Em Avelar, o cultivo protegido foi estatisticamente superior à produção a céu aberto, para todas as cultivares, com exceção da cultivar Grandes, com resultados semelhantes para os dois ambientes de cultivo (TABELA 2).

Para determinação do potencial fisiológico das sementes de alface, a avaliação da germinação das sementes na segunda contagem aos sete dias possibilitou estratificar melhor as cultivares, principalmente as que foram produzidas a céu aberto (TABELA 2). De maneira geral, houve maior variação de vigor entre as cultivares no cultivo a céu aberto. Nessas condições, a avaliação na segunda contagem é mais indicada para determinação do vigor de sementes de alface.

A ocorrência de precipitação na época de colheita tanto na região de Seropédica quanto na de Avelar foi desfavorável para produção de sementes de alface a céu aberto para cultivares de ciclo longo, quando o transplante das mudas ocorre no outono-inverno. Todavia, em cultivo protegido, produziram-se sementes de alface com alta qualidade fisiológica independente das cultivares, sendo uma alternativa para a produção de sementes de elevada qualidade fisiológica.

Conclusões

A segunda contagem do teste de germinação, após o envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, possibilitou separar melhor os lotes de sementes de alface.

A produção em cultivo protegido proporcionou sementes de maior vigor, tanto em Seropédica, quanto em Avelar, pelo teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl.

As cultivares que produziram sementes de alto vigor, pelo teste de envelhecimento acelerado com solução saturada de NaCl, foram a Grand Rapids e Maravilha Quatro Estações em ambos ambientes de cultivo.

Agradecimentos

À Faperj, pelo auxílio financeiro ao projeto: Processo: E-26/110.445/2014 (PRODUÇÃO E QUALIDADE DE SEMENTES DE ALFACE SOB CULTIVO ORGÂNICO EM DUAS LOCALIDADES DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO EM DUAS ÉPOCAS DO ANO).

Accelerated aging of lettuce seeds produced under organic cultivation in greenhouse and in the open sky

Lettuce seeds can be produced in natural conditions under full sun and in controlled conditions in greenhouses, where the cultivation environment can interfere with seed vigor. In this context, the accelerated aging with NaCl solution has proven efficient for determining the quality of the seeds. Therefore, the objective of this study is to evaluate the influence of cultivation environment and cultivars vigor of lettuce seeds produced in organic management, in two cities in the state of Rio de Janeiro. The design was completely randomized in a factorial scheme (2 x 7), with four replications, with two environments (protected and open cultivation) and seven lettuce cultivars. The experiment was conducted in Seropédica and Avelar cities (RJ), and the statistical analyzes were performed distinctly on each of them. The seeds were subjected to accelerated aging test with saturated NaCl solution and they were kept in a humid chamber with saline for 72 h at 41 °C. After the aging period, the seeds were germinated. There were differences between the moisture content of the pre EASS seeds in Seropédica and post EASS in Avelar. Seeds produced in the greenhouse presented better results than those produced in the field for both Seropédica and Avelar cities. However, Grand Rapids and Wonder Four Seasons cultivars showed high vigor for both the seeds produced in the greenhouse and in the field.

Keywords: Vigour. Vegetables. *Lactuca sativa* L.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. **2º Levantamento de dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil:** ano base 2012. Holambra, 2014. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/imagens_noticias/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20completa%20dos%20dados%20da%20cadeia%20produtiva%20de%20hortali%C3%A7as%20-%2029MAIO2014.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2017.

BARBOSA, R. M. **Envelhecimento Acelerado em Sementes de Alface - Accelerated Aging in Lettuce Seeds.** Ciência Rural, Santa Catarina, v. 41, n. 1, p. 1899–1902, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0103=84782011001100008-&lng=en&nrm=i&tlng-pt> Acesso em: 20 fev. 2014.

BHÉRING, M. C.; DIAS, D. C. F. S.; VIDIGAL, D. S.; NAVEIRA, D. S. P. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de pimenta. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 64-71, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222006000300010&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em: 26 fev. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Produção Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para Análise de Sementes.** Brasília, DF: Mapa/Acessoria de comunicação social, 2009. 399p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf> Acesso em: 26 jan. 2013.

FERREIRA, D. F. **Software Sisvar**: Versão 4.6 (Build 6.0). Lavras: DEX/UFLA, 2003. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/danielff/prog.htm>>. Acesso em: 6 fev. 2014.

JIANHUA, Z.; McDONALD, M. B. The saturated salt accelerated aging test for small seeded crops. **Seed Science and Technology**, v. 25, p. 123-131, 1997.

JOVCHELEVICH, P.; MOREIRA, V. R. R.; LONDRES, F. Rede de sementes biodinâmicas reconstruindo a autonomia perdida na produção de hortaliças. **Revista Agriculturas**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 38-44, 2014. Disponível em: <<http://aspta.org.br/wp-content/uploads/2014/05/Caderno-ANA-Sementes-2014-ABD.pdf>>. Acesso em: 6 fev. 2017.

MARCOS-FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 3, p. 1-24.

MARCOS-FILHO J. Deterioração de sementes. In: _____ **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Edição: 1 Piracicaba: FEALQ, 2005. Cap.8, p. 291-352.

PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Envelhecimento acelerado e deterioração controlada em sementes de tomate. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 525-531, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103=90162001000300014-&lng=en> Acesso em: 26 jan. 2017.

POWELL, A. A. The controlled deterioration test. In: VERTER HA. **Seed vigor testing seminar**. Zürich: ISTA, 1995. p. 73-87.

SANTOS, F.; TRANI, P. E.; MEDINA, P. F.; PARISI, J. J. D. Teste de envelhecimento acelerado para avaliação da qualidade de sementes de alface e almeirão. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 2, p. 322-30, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222011000200015&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 26 jan. 2017.

VIEIRA, R. D. Deterioração controlada para avaliar o potencial fisiológico de sementes de beterraba. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 379-84, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-5362012000300004&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 26 jan. 2017.
Histórico editorial:

Submetido em: 04/11/2016.

Aceito em: 16/10/2017.

Como citar:

ABNT

BRANDÃO, A. A.; LOPES, H. M. Envelhecimento acelerado de sementes de alface produzidas no manejo orgânico em cultivo protegido e a céu aberto. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 4, p. 55-64, dez. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181136>

APA

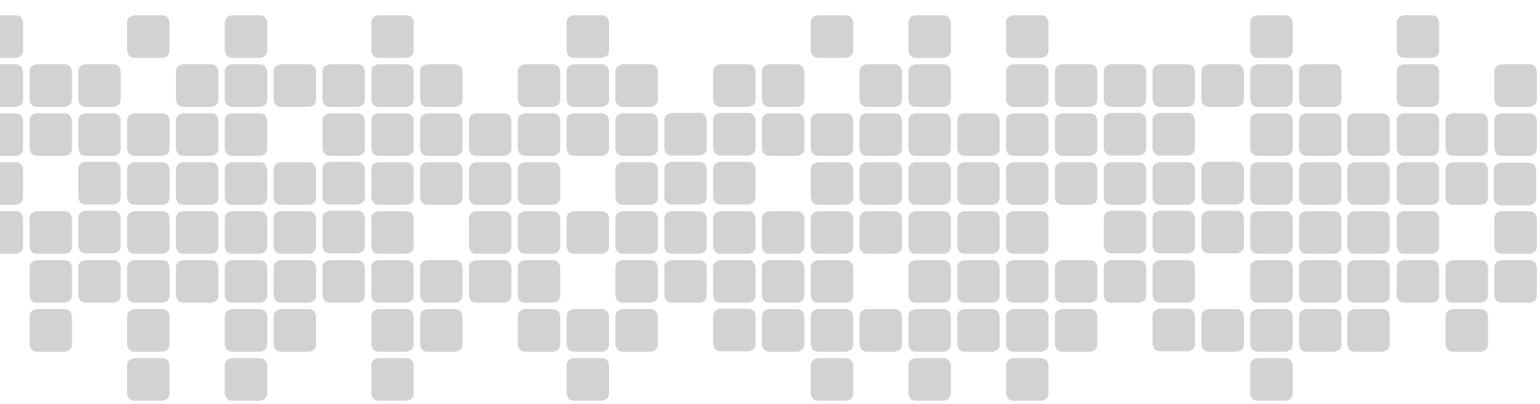
BRANDÃO, A. A. & LOPES, H. M. (2018). Envelhecimento acelerado de sementes de alface produzidas no manejo orgânico em cultivo protegido e a céu aberto. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (4), 55-64. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181136>

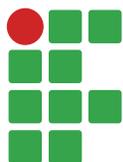
ISO

BRANDÃO, A. A. E LOPES, H. M. Envelhecimento acelerado de sementes de alface produzidas no manejo orgânico em cultivo protegido e a céu aberto. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 4, pp. 55-64. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181136>

VANCOUVER

BRANDÃO AA, LOPES HM. Envelhecimento acelerado de sementes de alface produzidas no manejo orgânico em cultivo protegido e a céu aberto. *Rev agrogeoambiental*. 2018 dez.; 10(4): 55-64. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181136>





Seletividade de tembotrione aplicado em diferentes estádios fenológicos da cultura do milho safrinha

Luciano Bueno Mançanares¹

Acácio Gonçalves Netto²

Jeisiane de Fátima Andrade³

Jéssica Cursino Presoto⁴

Ludimila Justina Ferreira da Silva⁵

Saul Jorge Pinto de Carvalho⁶

Resumo

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a seletividade do tembotrione à cultura do milho safrinha, quando aplicado em diferentes estádios fenológicos. O experimento foi desenvolvido em campo, em área do IFSULDEMINAS, *Campus* Machado, entre março e setembro de 2015. O híbrido de milho RB9006 (Riber[®]) foi semeado mecanicamente com densidade populacional de 80.000 plantas ha⁻¹, à profundidade de 0,05 m, no sistema de plantio direto. Adotou-se delineamento experimental de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e cinco repetições. As parcelas constaram de seis linhas da cultura do milho, com cinco metros de comprimento. Respeitando-se os estádios fenológicos, o herbicida tembotrione foi aplicado em dose de 100,8 g ha⁻¹, com óleo vegetal a 0,5% v/v. As aplicações foram realizadas sobre milho em V2, V4, V7 e V10, além de testemunha sem aplicação. Todas as parcelas foram plenamente capinadas durante todo o experimento. A produtividade média da área foi de 7.010 kg ha⁻¹, plenamente satisfatória para a condição de milho safrinha. Não foram identificadas injúrias visuais nas plantas de milho em quaisquer dos estádios fenológicos. Não houve significância dos diferentes tratamentos para quaisquer das variáveis analisadas (grãos por fileira, fileiras por espiga, diâmetro de sabugo, massa de 1.000 grãos e produtividade). Deste modo, conclui-se que o tembotrione foi plenamente seletivo ao milho safrinha na dose recomendada pelo fabricante.

Palavras-chave: *Zea mays* L. Fenologia. Produtividade. Rendimento. Eficácia.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) é a mais importante cultura agrícola com centro de origem nas Américas. Sua importância econômica está relacionada a sua utilização na alimentação animal e na indús-

1 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS), *Campus* Machado, discente do curso de Agronomia. lbn_agro@outlook.com.

2 IFSULDEMINAS, *Campus* Machado, discente do curso de Agronomia. acaciogn@agronomo.eng.br.

3 IFSULDEMINAS, *Campus* Machado, discente do curso de Agronomia. jeisiane.eng.agronomica@gmail.com.

4 IFSULDEMINAS, *Campus* Machado, discente do curso de Agronomia. jessica.cursino_02@hotmail.com;

5 IFSULDEMINAS, *Campus* Machado, discente do curso de Agronomia. ludimila.agro@gmail.com.

6 IFSULDEMINAS, *Campus* Machado, professor doutor. sjpcarvalho@yahoo.com.br. Endereço: Caixa Postal 1054, Machado (MG), CEP 37750-971.

tria alimentícia. Na prática, o uso do milho em grão para a alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal (DUARTE; MATTOSO; GARCIA, 2016). Somente na safra de 2015, a produção nacional de milho foi de aproximadamente 30.244 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2015), com aumento de 3,9 % em relação à safra anterior. Esses números justificam os intensos estudos a fim de melhorar ainda mais a produtividade dessa cultura, principalmente a busca por novas tecnologias para o controle das plantas daninhas.

Atualmente, a tecnologia mais usada para o controle de plantas daninhas é o controle químico, por meio de herbicidas. Tradicionalmente, em áreas não transgênicas, o manejo químico de plantas daninhas na cultura do milho safrinha tem sido realizado com a aplicação de atrazine, que controla principalmente infestantes dicotiledôneas (RODRIGUES; ALMEIDA, 2011). Contudo, no cultivo em safrinha, também é comum a ocorrência de infestantes monocotiledôneas (DUARTE; SILVA; DEUBER, 2007).

Entre os herbicidas com ação graminicida registrados para a cultura do milho, encontra-se o tembotrione. Trata-se de um herbicida pertencente ao grupo químico das tricetonas, inibidores da enzima 4-hidroxifenilpiruvatodioxigenase (HPPD), que atuam na síntese de carotenos. Os carotenóides são substâncias preservadoras da clorofila, que evitam sua fotodegradação. Sua ausência inviabiliza totalmente a ação da clorofila no processo da fotossíntese, provocando coloração esbranquiçada nas folhas das plantas daninhas, evoluindo para seca e morte das plantas. Esses sintomas são visualizados nas plantas em poucos dias (KARAM et al., 2009). A molécula transloca-se via apoplástica e é facilmente absorvida pelos tecidos meristemáticos de folhas e raízes, acumulando-se nos cloroplastos (CONSTANTIN et al., 2006).

Lançado no Brasil para uso em pós-emergência da cultura do milho, o tembotrione tem obtido desempenho satisfatório no controle de plantas daninhas, sobretudo de gramíneas, com adequada seletividade. Ao avaliar os herbicidas mesotrione, topamesone e tembotrione no controle de plantas daninhas na cultura do milho, BOLLMAN et al. (2008) constataram que o tembotrione foi aquele que causou menor injúria quando comparado aos demais. Neste caso, vale ressaltar que a seletividade é definida como a medida da resposta diferencial de diversas espécies de plantas a um determinado herbicida (OLIVEIRA JÚNIOR; INOUE, 2011). Assim sendo, variadas condições ambientais, edáficas e genéticas podem interferir na seletividade de um tratamento herbicida à lavoura.

Com frequência, recomendações de manejo de plantas daninhas são adotadas para a cultura do milho baseadas em escala de tempo, ignorando os conhecimentos fenológicos relacionados à cultura, o que tem contribuído para a redução da eficiência no uso de insumos e defensivos, especialmente herbicidas. Assim, visando ao desenvolvimento de uma agricultura mais tecnificada e científica, torna-se imprescindível o emprego de conhecimentos de fenologia, o que permite avaliar o grau de influência dos fatores envolvidos na produção, bem como estabelecer estratégias de manejo condizentes com os estádios de desenvolvimento da planta (KOZLOWSKI, 2002).

Sabendo da importância do uso dos conhecimentos fisiológicos relacionados às espécies vegetais para melhorar a eficácia e seletividade dos herbicidas, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a seletividade do tembotrione à cultura do milho safrinha, no Sul de Minas Gerais, quando aplicado em diferentes estádios fenológicos.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido em área do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais - IFSULDEMINAS, *Campus* Machado, MG (21°40' 29" S, 45° 55' 11" W

e altitude de 820 m), em LATOSSOLO Vermelho-Amarelo distrófico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA, 2006). O híbrido de milho RB9006 (Riber®) foi semeado mecanicamente no dia 14/03/2015, objetivando densidade populacional de 80.000 plantas ha⁻¹ e profundidade de 0,05 m em sistema de “semeadura direta na palha”. A adubação de semeadura utilizada foi de 12 kg de N ha⁻¹, 42 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 24 kg de K₂O ha⁻¹ (formulado 4:14:08); em cobertura, foram realizadas duas adubações com 72 kg de N ha⁻¹ e 72 kg de K₂O ha⁻¹ (formulado 20:00:20), uma no dia 15/04/2015 e outra no dia 22/04/2015, ambas executadas a lanço, com incorporação ao solo.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e cinco repetições. As parcelas foram delimitadas em 5 x 3 m e o espaçamento de semeadura de 0,5 x 0,2 m, desta forma, cada parcela continha seis linhas de milho. O produto comercial usado foi o Soberan® (Bayer®), o qual é composto de tembotrione a 420 g L⁻¹ e ingredientes inertes 783 g L⁻¹. A dose utilizada foi a recomendada pelo fabricante, de 100,8 g ha⁻¹ de ingrediente ativo, acrescentando-se óleo vegetal Aureo® (Bayer®) a 0,5 % v/v, também recomendado pelo fabricante.

A fim de homogeneizar a área e eliminar as plantas daninhas, foi realizada uma aplicação de atrazine a 1.000 g ha⁻¹ em área total, em 25 de março de 2015. Sucessiva a esta aplicação, apenas as parcelas que atingiram o estágio fenológico adequado receberam aplicação de herbicida (tembotrione), as demais parcelas receberam controle mecânico (capina manual) durante todo o experimento. As aplicações de tembotrione (tratamentos) foram realizadas em V2, V4, V7 e V10, além de testemunha sem aplicação. Para tanto, foi utilizado um pulverizador costal de precisão, pressurizado por CO₂, acoplado à barra com quatro pontas espaçadas em 0,5 m do tipo TeeJet 110.02, posicionada a 0,50 m dos alvos, com consumo relativo de calda de 200 L ha⁻¹ (TABELA 1).

Tabela 1. Dados meteorológicos e horários dos dias das aplicações de tembotrione. Machado (2015)

Tratamento	Temperatura	UR%	Velocidade do vento	Tempo de aplicação
V2	27,7 °C	66,0	0,00 m s ⁻¹	15h04 as 15h07
V4	24,6 °C	59,6	0,66 m s ⁻¹	14h42 as 14h47
V7	23,0 °C	84,0	0,00 m s ⁻¹	16h33 as 16h36
V10	24,0 °C	80,0	0,00 m s ⁻¹	14h31 as 14h35

Fonte: Elaboração dos autores (2015).

A colheita do experimento foi efetuada no dia 16 de setembro de 2015. Na área útil de cada parcela, 20 plantas foram colhidas ao acaso, não adjacentes às falhas, as quais encontravam-se nas duas linhas centrais, respeitando-se 1 m em cada extremidade como bordadura.

Inicialmente, cinco espigas de cada parcela foram amostradas ao acaso e, destas espigas, contaram-se os grãos de suas fileiras, calculando-se a média por espiga (grãos por fileira); em seguida, foram contadas as fileiras das mesmas espigas, com posterior cálculo da média por espiga (fileiras por espiga). Em seguida, todas as espigas das parcelas foram debulhadas em debulhador manual. Entre os sabugos obtidos, ao acaso, cinco sabugos de cada parcela tiveram seu diâmetro mensurado com um paquímetro, com posterior cálculo da média por parcela (diâmetro de sabugo).

Os grãos recolhidos após debulha manual foram armazenados em sacos de papel e submetidos à correção de umidade em estufa de circulação forçada de ar com temperatura de 105 °C, por vinte e quatro horas. Após secagem, a umidade das parcelas foi mensurada por meio de um medidor de

umidade de grãos e então padronizada em 13 %. Após correção da umidade, os grãos foram pesados em balança analítica e os dados foram convertidos para escala em hectare (kg ha⁻¹).

Por fim, para cada parcela, contaram-se por três vezes a quantia de 100 grãos, pesando-os em balança científica. Posteriormente, calculou-se a média dos valores obtidos e o resultado foi convertido para 1.000 grãos (massa de 1.000 grãos). Todos os dados foram submetidos à aplicação do Teste F na análise da variância. Na ocorrência de efeito de tratamentos, adotou-se teste de comparações múltiplas de Tukey. Todos os testes foram aplicados com 5 % de significância.

Resultados e discussão

A aplicação do Teste F na análise da variância não indicou significância de nenhuma variável analisada (grãos por fileira, fileiras por espiga, diâmetro de sabugo, massa de mil grãos e produtividade). Por conta disto, não foi necessária a adoção do teste de comparações múltiplas, de modo que todos os tratamentos foram considerados iguais entre si, bem como iguais à testemunha sem pulverização (TABELAS 2 e 3).

Quando aplicado no híbrido RB9006 utilizado neste experimento, o herbicida tembotrione não causou fitotoxicidade perceptível. Em média, registraram-se espigas com 27 grãos por fileira, 15,3 fileiras por espiga e sabugo com 2,85 cm de diâmetro. A produtividade média obtida na colheita foi de 7.010,12 kg ha⁻¹, considerada excelente para milho safrinha e acima da média nacional que, neste período, foi de 5.475 kg ha⁻¹ (CONAB, 2015).

Tabela 2. Componentes de produção de plantas de milho submetidas a aplicações de tembotrione¹ (100,8 g ha⁻¹) em diferentes estádios fenológicos. Machado (MG), 2015

Tratamentos	Grãos por Fileira	Fileiras por Espiga	Diâmetro de Sabugo (mm)
Testemunha	26,6	15,5	2,92
Aplicação em V2	26,3	15,1	2,87
Aplicação em V4	26,6	15,4	2,83
Aplicação em V7	29,7	15,0	2,84
Aplicação em V10	25,8	15,5	2,79
F _{trat}	1,678 ^{NS}	0,436 ^{NS}	1,62 ^{NS}
CV (%)	9,96	5,15	3,64

¹Soberan® a 240 mL ha⁻¹, acompanhado de Aureo®, a 0,5% v/v ; ^{NS}Não significativo ao Teste F, com 5 % de significância.

Fonte: Elaboração dos autores (2015).

Tabela 3. Massa de 1.000 grãos e produtividade de plantas de milho submetidas a aplicações de tembotrione¹ (100,8 g ha⁻¹) em diferentes estádios fenológicos. Machado/MG (2015).

Tratamentos	Massa de 1.000 Grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Testemunha	283,2	7349,0
Aplicação em V2	279,5	6668,0
Aplicação em V4	278,7	6956,3
Aplicação em V7	291,0	7577,1
Aplicação em V10	276,7	6500,2
F _{trat}	0,902 ^{NS}	1,312 ^{NS}
CV (%)	4,70	12,58

¹Soberan® a 240 mL ha⁻¹, acompanhado de Aureo®, a 0,5% v/v ; ^{NS}Não significativo ao teste F, com 5% de significância.

Fonte: Elaboração dos autores (2015).

O manejo com o tembotrione, em pós-emergência, pode causar leve toxicidade às variedades de milho mais sensíveis, tais como milho pipoca, variedade Beija-Flor, Pr-023, SE-013, Ângela, PA-038 e Viçosa-Maringá. Apenas a variedade PA-038 foi sensível ao herbicida aos 2 DAA (50% de fitotoxicidade), seguida de Viçosa-Maringá (18,75%). Ambas, PA-038 e Viçosa – Maringá, manifestaram rápida recuperação e, a partir de 8 DAA, não foram observados sintomas de danos, nem diferenças significativas de produção (FREITAS et al., 2009).

Trabalho semelhante foi realizado por López-Ovejero et al. (2003), em que avaliaram a pulverização de herbicidas em diferentes estádios fenológicos da cultura do milho. Os autores observaram que a duração dos estádios não foi afetada pela pulverização dos herbicidas, contudo recomendam que a pulverização dos herbicidas seja realizada em plantas com até quatro folhas. A aplicação de nicosulfuron em plantas com oito folhas reduziu a produtividade do milho, interferindo nos componentes de produção, tais como número de grãos por fileira, número de fileiras por espiga e massa de mil grãos.

Reconhecidamente, a seletividade por metabolismo é o mais comum dos mecanismos que contribuem para a seletividade de herbicidas às plantas. Uma planta capaz de tolerar um herbicida em função desse mecanismo é capaz de alterar ou degradar a estrutura química do herbicida por meio de reações que resultam em substâncias não tóxicas (CARVALHO et al., 2009). Plantas que não possuem a habilidade de detoxificar um determinado herbicida são mortas, enquanto as plantas tolerantes, que possuem essa capacidade, sobrevivem (COLE, 1994).

A seletividade dos herbicidas inibidores da HPPD, que é o caso do tembotrione, ocorre pelo rápido metabolismo de suas moléculas, devido principalmente à ação do complexo citocromo P-450 (MITCHELL et al., 2001; PATAKY et al., 2008). Essas enzimas desempenham papel fundamental no metabolismo de herbicidas de pelo menos seis famílias químicas (BARRETT, 1995; BARRETT, 2000).

O citocromo P-450 é considerado de extrema importância para o metabolismo dos herbicidas no milho, dentre estes o tembotrione. Sua forma de metabolizar os herbicidas é caracterizada como uma atividade enzimática que catalisa hidroxilações e desmetilações dos herbicidas. A indução da

atividade metabólica do herbicida é específica, de modo que com apenas pequenas mudanças no nível total de P450 tem-se aumento significativo no metabolismo do herbicida (BARRETT, 1995).

Assim sendo, por meio deste experimento, demonstrou-se que o tembotrione é extremamente seletivo à cultura do milho safrinha, em todos os estádios fenológicos avaliados, considerando-se a dose recomendada pelo fabricante. Possivelmente, sua seletividade está relacionada a mecanismos metabólicos da cultura, com ênfase ao complexo enzimático citocromo P-450.

Conclusão

O tembotrione foi plenamente seletivo ao milho safrinha na dose recomendada pelo fabricante em todos os estádios fenológicos avaliados.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, *Campus Machado*, por viabilizar a realização deste trabalho.

Selectivity of tembotrione applied on different phenological stages of off-season corn crop

Abstract

This work was developed with the objective of evaluating tembotrione selectivity to off-season maize crop, when applied on different phenological stages. The experiment was carried out on field condition, in an area at IFSULDEMINAS, Machado Campus, between March and September 2015. The corn hybrid RB9006 (Riber®) was sown mechanically with density of 80.000 plants per hectare, at the depth of 0,05 m, in no-tillage system. Experimental design of randomized blocks was adopted, with five treatments and five replicates. Plots consisted of six rows of corn crop, with five meters of length. Respecting phenological stages, tembotrione herbicide was applied at 100.8 g ha⁻¹, with vegetal oil at 0.5 % v/v. Applications were achieved on the corn crop at V2, V4, V7 and V10 stages, besides hand weeded check plots without application. All the plots were hand weeded permanently during all the trial. Mean yield of the area was 7,010 kg ha⁻¹, and it was considered perfectly satisfactory for off-season crop condition. Visual injuries were not observed on the corn crop, in any of the phenological stages. Significance of the treatments was not observed for any variable (grains per row, rows per ear, cob diameter, mass of 1,000 grains and productivity). Therefore, tembotrione was considered perfectly selective to the off-season corn at the recommended rate.

Keywords: *Zea mays* L. Phenology. Productivity. Yield. Efficacy.

Referências

BARRETT, M. Metabolism of herbicides by cytochrome P450 in corn. **Drug Metabolism and Drug Interactions**, v. 12, n. 3-4, p. 299-315, 1995.

- BARRETT, M. The role of cytochrome P450 enzymes in herbicide metabolism. In.: COBB, A. H.; KIRKWOODS, R. C. **Herbicides and their mechanisms of action**. Sheffield: Sheffield Academic Press, 2000. p. 25–37.
- BOLLMAN, J. D.; BOERBOOM, C. M.; BECKER, R. L.; FRITZ, V. A. Efficacy and tolerance to HPPD inhibiting herbicides in sweet corn. **Weed Technology**, v. 22, n. 4, p. 666-674, 2008.
- CARVALHO, S. J. P.; NICOLAI, M.; FERREIRA, R. R.; FIGUEIRA, A. V. O.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Herbicide selectivity by differential metabolism: considerations for reducing crop damages. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 1, p. 136-142, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162009000100020>>. Acesso em: 21 dez. 2018.
- COLE, D. J. Detoxification and activation of agrochemicals in plants. **Pesticide Science**, v. 42, n. 3, p. 209-222, 1994.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO-CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos: safra 2014/2015: décimo segundo levantamento setembro/2015**. Brasília, 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_09_11_10_42_03_boletim_graos_setembro_2015.pdf>. Acesso em: 03 out. 2015.
- CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S., BLAINSKI, E.; HOMEM, L. M., Seletividade e eficácia agrônômica do novo herbicida tembotriona para a cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 25., 2006. Brasília. **Anais...** Brasília: UNB, 2006.
- DUARTE, A. P.; SILVA, A.; DEUBER, R. Plantas infestantes em lavouras de milho safrinha, sob diferentes manejos no Médio Paranapanema. **Planta Daninha**, v. 25, n. 2, p. 285-291, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582007000200007>>. Acesso em: 21 dez. 2018.
- DUARTE, J. O.; MATTOSO, M. J.; GARCIA, J. C. **Milho: importância socioeconômica**. Brasília, 2016. <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html>. Acesso em: 15 out. 2016.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306p.
- FANCELLI, A. L. Fenologia, fisiologia da produção e implicações práticas de manejo. In.: FANCELLI, A. L. (Ed.). **Milho: produção e produtividade**. Piracicaba: USP/ESALQ/LPV, 2011. p. 1-34.
- FREITAS, S. P.; MOREIRA, J. G.; FREITAS, I. L. J.; FREITAS JÚNIOR, S. P.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; SILVA, V. Q. R. Fitotoxicidade de herbicidas a diferentes cultivares de milho-pipoca. **Planta Daninha**, v. 27, número especial, p. 1095-1103, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582009000500023>>. Acesso em: 22 dez. 2018.
- KARAM, D.; SILVA, J. A. A.; PEREIRA FILHO I. A.; MAGALHÃES, P. C. **Características do herbicida tembotrione na cultura do milho. Embrapa Milho e Sorgo**: Sete Lagoas, 2009. Circular Técnica 129. 6p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS-2010/22386/1/Circ-129.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

KOZLOWSKI, L. A. Período crítico de interferência das plantas daninhas na cultura do milho baseado na fenologia da cultura. **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 365-372, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582002000300006>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

LOPEZ-OVEJERO, R. F.; FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D.; GARCÍA y GARCÍA, A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Seletividade de herbicidas para a cultura de milho (*Zea mays*) aplicados em diferentes estádios fenológicos da cultura. **Planta Daninha**, v. 21, n. 3, p. 413-419, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582003000300009>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

MITCHELL, G. D. W.; BARTLETT, D. W.; FRASER T. E. M.; HAWKES, T. R.; HOLT, D. C.; TOWNSON, J. K.; WICHERT, R. A. Mesotrione: a new selective herbicide for use in maize. **Pest Management Science**, v. 57, n. 1, p. 120-128, 2001. Disponível em: <[https://doi.org/10.1002/1526-4998\(200102\)57:2<120::AID-PS254>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/1526-4998(200102)57:2<120::AID-PS254>3.0.CO;2-E)>. Acesso em: 22 dez. 2018.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; INOUE, M. H. Seletividade de herbicidas para culturas e plantas daninhas. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. (Ed.) **Biologia e manejo das plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax Editora, 2011. p.243-261.

PATAKY, J. K.; MEYER, M. D.; BOLLMAN, J. D.; BOERBOOM, C. M.; WILLIAMS II, M. M. Genetic basis for varied levels of injury to sweet corn hybrids from three cytochrome P450- metabolized herbicides. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 133, n. 3, p. 438-447, 2008. Disponível em: <<http://journal.ashpublications.org/content/133/3/438.full>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. Atrazine. In: _____ . **Guia de herbicidas**. 6. ed. Londrina: Edição dos autores, 2011. p.93-117.

Submetido em: 08/02/2017.

Aceito em: 16/10/2017.

Como citar:

ABNT

MANÇANARES, L. B.; GONÇALVES NETTO, A.; ANDRADE, J. F.; PRESOTO, J. C.; SILVA, L. J. F.; CARVALHO, S. J. P. Seletividade de tembotrione aplicado em diferentes estádios fenológicos da cultura do milho safrinha. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 4, p. 65-74, dez. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181167>

APA

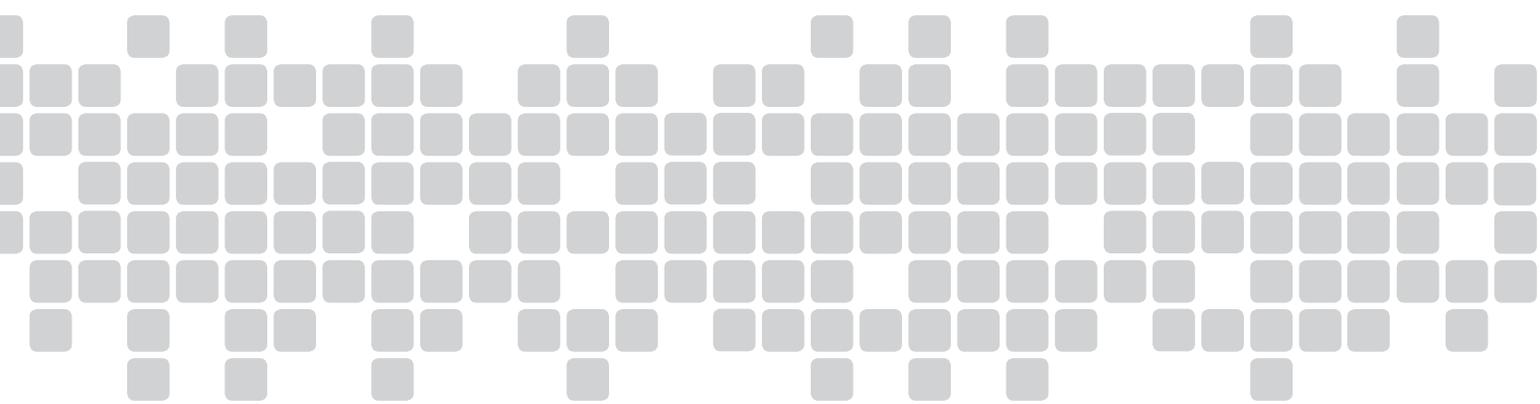
MANÇANARES, L. B., GONÇALVES NETTO, A., ANDRADE, J. F., PRESOTO, J. C., SILVA, L. J. F. & CARVALHO, S. J. P. (2018) Seletividade de tembotrione aplicado em diferentes estádios fenológicos da cultura do milho safrinha. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (4), 65-74. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181167>

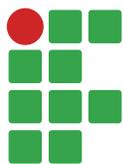
ISO

MANÇANARES, L. B.; GONÇALVES NETTO, A.; ANDRADE, J. F.; PRESOTO, J. C.; SILVA, L. J. F. e CARVALHO, S. J. P. Seletividade de tembotrione aplicado em diferentes estádios fenológicos da cultura do milho safrinha. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 4, pp. 65-74. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181167>

VANCOUVER

Mançanares LB, Gonçalves Netto A, Andrade JF, Presoto JC, Silva LJF; Carvalho SJP. Seletividade de tembotrione aplicado em diferentes estádios fenológicos da cultura do milho safrinha. *Rev agrogeoambiental*. 2018 dez.; 10(4): 65-74. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181167>





Influência das variáveis climáticas na incidência da varíola do mamoeiro “Sunrise Golden” em diferentes densidades de cultivo sob manejo orgânico de produção

Thiago Cunha Silverio¹

Luiz Aurélio Peres Martelleto²

Nilson Costa Rezende³

Herton Chimelo Pivoto⁴

Livia Israel Ferreira⁵

Resumo

A doença fúngica conhecida como varíola ou pinta preta é um dos principais entraves para a produção comercial do mamão (*Carica papaya*) nas regiões tropicais e subtropicais. Sua elevada incidência em lavouras comerciais ou domésticas, além de promover a queda prematura de folhas, provoca danos na superfície dos frutos, afetando sua qualidade. A obtenção de informações sobre os efeitos das variáveis climáticas sobre as doenças é indispensável para recomendar o manejo racional. Assim, em um experimento com diferentes densidades de cultivo orgânico do mamoeiro instalado no estado do Espírito Santo, grande produtor de mamão do Brasil, foram registrados por meio de uma microestação meteorológica os valores diários das temperaturas e da umidade relativa do ar desde o transplante. Os valores foram analisados nos meses de abril, maio, junho, julho e agosto de 2015, quando ocorreu a incidência natural da varíola nos mamoeiros. Para estabelecer as análises, adotaram-se notas de severidade da doença. As diferentes densidades de cultivo adotadas foram: (D1) 1.667, (D2) 2.167, (D3) 2.667, (D4) 3.167, (D5) 3.667 e (D6) 4.167 plantas por hectare. Os resultados apontaram que a maior severidade da doença ocorre devido a uma combinação de maiores amplitudes térmicas, média das temperaturas máximas variando de 28 a 30 °C, média das temperaturas mínimas próximas de 20 °C e umidade relativa do ar próxima de 80 %. O maior adensamento de cultivo também favorece a gravidade da doença.

Palavras-chave: *Asperisporium caricae*. Controle Alternativo. *Carica papaya*.

Introdução

O mamoeiro (*Carica papaya*) é uma frutífera de grande importância mundial. É cultivado principalmente nos países tropicais, possuindo destacável aceitação pelos consumidores (SANTOS, 2009). Para uma produção satisfatória e aumento das exportações brasileiras, a cultura do mamoeiro necessita superar uma série de problemas, especialmente os de natureza fitossanitária. Atualmente, o

1 Centro Estadual Integrado de Educação Rural (CEIER), professor mestre em Agricultura Orgânica. thiagocsilverio@gmail.com.

2 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), professor doutor em Fitotecnia. luizmarte@hotmail.com.

3 Centro Estadual Integrado de Educação Rural (CEIER), professor mestre em Agricultura Orgânica. nilsonrezende@yahoo.com.br.

4 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), mestre em Agricultura Orgânica. hpivoto@hotmail.com.

5 Centro Estadual Integrado de Educação Rural (CEIER), professora mestre em Metrologia. liviaf.ufrj@yahoo.com.br.

cultivo extensivo do mamoeiro, localizado e concentrado em algumas poucas regiões do Brasil, tem tornado a produção dependente do uso de agrotóxicos, especialmente fungicidas. Pelo fato de ainda não existirem variedades resistentes às doenças, em geral, a dependência com relação ao controle químico é ainda maior (SANTOS, 2013).

Com relação à distribuição geográfica das produções mais destacáveis no Brasil, observa-se uma grande faixa contínua, próxima ao litoral, que vai de Linhares (Espírito Santo) até Porto Seguro (Bahia). Todavia, conforme destacam Almeida et al. (2013), nos últimos anos, nota-se uma progressiva migração da cultura do mamoeiro para o interior do país, devido, principalmente, às questões ligadas a problemas de ordem fitossanitária.

A varíola (*Asperisporium caricae*) se destaca como um dos principais entraves para a produção de mamão no noroeste do Espírito Santo. Sua elevada incidência em lavouras comerciais ou domésticas constitui-se em um dos principais problemas fitossanitários da cultura nesse estado (SILVERIO et al., 2015).

A primeira descrição da varíola no Brasil tem mais de 100 anos e foi realizada por Maublanc (1913), citado por Martelleto (2007), no Estado do Rio de Janeiro. Atualmente, no Brasil, é uma doença comum nas regiões produtoras de maior importância do país (Espírito Santo, Bahia, Minas Gerais, Ceará e Paraná) (MARTELLETO, 2009). A varíola [*Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl.] incita manchas em folhas e frutos levando a lesões necróticas. O nível de incidência varia em decorrência de diversos fatores, com destaque para a temperatura e a umidade.

Apesar da importância das doenças fúngicas para o mamoeiro, como o tombamento (ou damping-off), Podridão-de-Phytophthora, Antracnose, oídio, mancha chocolate, podridão preta, mancha de *Corynespora* e varíola, os estudos são incipientes, porém com informações seguras sobre o efeito dos fatores climáticos que atuam durante o progresso de epidemias dessas doenças. No presente trabalho objetivou-se avaliar o efeito das variáveis climáticas relacionadas com diferentes densidades de cultivo do mamoeiro.

Material e métodos

O estudo foi conduzido no Centro Estadual Integrado de Educação Rural (CEIER), situado no município de Águia Branca, Região Noroeste do Estado do Espírito Santo (altitude de 130 m, latitude 18°59'01" S e longitude W. Gr, 40° 44' 22" W) (Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural - PROATER, 2011).

O clima é tropical com estação seca (classificação climática de Köppen-Geiger: Aw). A temperatura média anual situa-se entre 30 e 34 °C. As precipitações anuais atingem, em média, mais de 3,5 mm/dia⁻¹, porém a maior causa de preocupação é a distribuição irregular das chuvas na região (PROATER, 2011).

Adotou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com seis densidades de cultivo diferentes e quatro repetições ou blocos. As diferentes densidades de cultivo adotadas foram: (D1) 1.667 plantas ha⁻¹ (controle), (D2) 2.167, (D3) 2.667, (D4) 3.167, (D5) 3.667 e (D6) 4.167.

As parcelas com o espaçamento 3 x 2 m ocuparam uma área de 36 m² (densidade de 1.667 plantas ha⁻¹); as parcelas com espaçamento 3 x 1,54 m ocuparam uma área de 27,72 m² (densidade de 2.167 plantas ha⁻¹); as parcelas com espaçamento 3 x 1,25 m ocuparam uma área de 22,5 m² (densidade de 2.667 plantas ha⁻¹); as parcelas com espaçamento 3 x 1,05 m ocuparam uma área de 18,9 m² (densidade de 3.167 plantas ha⁻¹); as parcelas com espaçamento 3 x 0,9 m ocuparam uma área de 16,2 m² (densidade de 3.667 plantas ha⁻¹); e as parcelas com espaçamento de 3 x 0,8 m

ocuparam uma área de 14,4 m² (densidade de 4.167 plantas ha⁻¹). A variedade do mamoeiro utilizada no experimento foi a “Sunrise Golden”.

Instalou-se no local do experimento uma microestação meteorológica, por meio da qual obteve-se o registro em todo o período de análise, das variações diárias de temperatura do ar. A estação foi fixada em um suporte de madeira, posicionada para o sul, de forma a evitar exposição direta dos raios solares.

O instrumento foi instalado no centro do local de cultivo, a cerca de 1,80 m do nível do solo. Os dados de umidade relativa do ar foram registrados pela mesma estação meteorológica e coletados por volta das 8 h de dias sem chuva e registrou-se a média dos valores dentro de cada mês. Foram realizados os confrontos entre as variáveis climáticas: média das temperaturas máximas, temperaturas mínimas, amplitudes térmicas e umidade relativa do ar, medidas diariamente no local do experimento.

Os valores foram analisados nos meses de abril, maio, junho, julho e agosto de 2015, quando ocorreu a incidência natural da varíola nos mamoeiros. Para estabelecer as análises de regressão, nos meses citados, adotaram-se as notas de severidade da doença, pelos danos causados na sexta, na décima e na décima quarta folha, a contar da mais recém-emergida, denominada de “folha-índice”.

Os registros de ocorrência da doença seguiram a padronização (por meio de comparação) das lesões necróticas, com a escala diagramática de notas em função da severidade da varíola, conforme Barreto et al. (2011) e adaptada para nível de severidade para a experimentação.

A escala diagramática de notas expressando os níveis de severidade no folíolo lesionado foi estabelecida da seguinte maneira: 0 = folha sem lesões; 1 = até 0,25 %; 2 = 1,75 %; 3 = 7,5 %; 4 = 19 %; 5 = 30 %; 6 = com mais de 31 %.

Posteriormente, nas análises estatísticas, as notas médias atribuídas foram transformadas novamente em porcentual de área foliar afetada, para um melhor aferimento da severidade da varíola. Adotou-se a folha-índice 10, citada como referência, por ser aquela que normalmente tem a flor principal em antese em sua axila. A folha 10 foi a que possibilitou tirar as melhores inferências e, também, ser facilmente localizada na planta. A partir dessas análises, estabeleceram-se as equações de regressão.

A análise estatística foi conduzida por meio de análise da variância e teste de hipóteses e adotou-se a média dos 12 (doze) meses de avaliação (setembro/2014 a agosto/2015) para verificar a significância dos efeitos principais e da interação. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de regressão polinomial.

Resultados e discussão

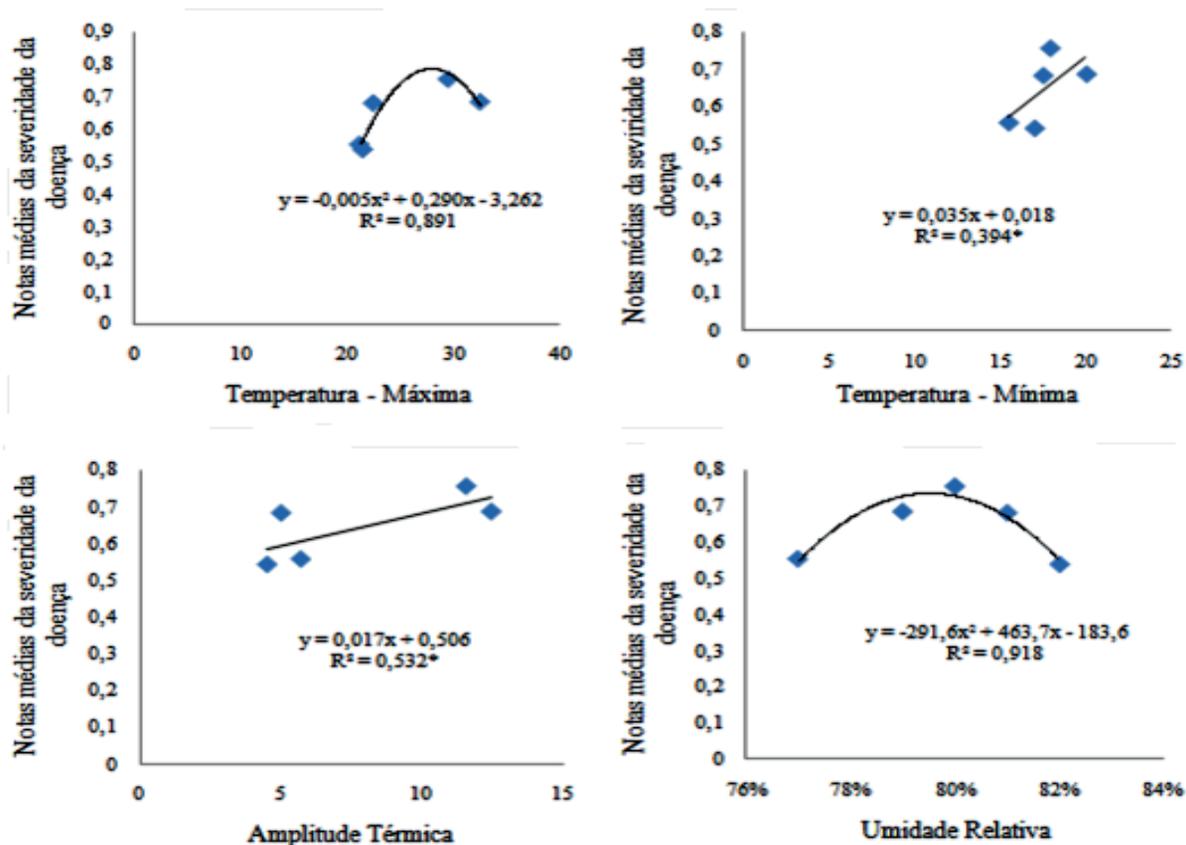
Os valores de severidade da varíola na folha-índice 10 possibilitaram tirar as melhores inferências e foram, portanto, adotados para estabelecer as correlações com as variáveis climáticas. A folha-índice 10 normalmente tem a flor principal em antese em sua axila. Os registros dos dados climáticos de temperatura máxima, temperatura mínima, amplitude térmica e umidade relativa durante a vigência do experimento foram expostos na Tabela 1 e os resultados na Figura 1.

Tabela 1. Dados de temperatura: máximas, mínimas, médias e amplitude térmica; umidade relativa do ar registrada na área experimental durante o primeiro ano de cultivo dos mamoeiros, Águia Branca/ES (2014/2015)

Meses/Ano	Temperaturas (°C)				UR (%)
	Máximas	Mínimas	Médias	Amplitudes Térmicas	
Set/2014	30,7	17,4	24,1	13,3	74
Out/2014	31,0	18,6	24,8	12,4	76
Nov/2014	31,5	20,4	26,0	11,1	78
Dez/2014	33,4	20,9	27,2	12,5	77
Jan/2015	36,6	21,3	29,0	15,3	69
Fev/2015	35,4	21,5	28,5	13,9	76
Mar/2015	34,1	21,4	27,8	12,7	78
Abr/2015	32,5	20,0	26,3	12,5	79
Mai/2015	29,5	17,9	23,7	11,6	80
Jun/2015	22,5	17,5	20,0	5,0	81
Jul/2015	21,5	17,0	19,3	4,5	82
Ago/2015	21,2	15,5	18,4	5,7	77
Médias	30,0	19,1	24,6	10,9	77

Fonte: Thiago Cunha Silverio (2014/2015).

Figura 1. Equações de regressão entre variáveis climáticas e severidade da varíola na folha-índice 10 dos mamoeiros "Sunrise Golden", Águia Branca/ES, 2015.



Fonte: Thiago Cunha Silverio (2015).

Segundo as notas adotadas na folha-índice 10, os níveis de severidade da varíola do mamoeiro ao longo do primeiro ano de cultivo sofreram forte influência dos fatores climáticos. Assim, observa-se que a temperatura máxima e a umidade relativa do ar *versus* a severidade da doença se ajustam ao modelo matemático de regressão polinomial (quadrática) (FIGURA 1).

Com os modelos de regressão quadráticas pode-se inferir o pico da severidade da varíola do mamoeiro, por meio do monitoramento da temperatura máxima e da umidade relativa do ar.

Portanto, a combinação das condições média das temperaturas máximas próximas de 29,5 °C e umidade relativa do ar próxima de 80 % favorecem a epidemia da varíola.

Esses resultados concordam com os de Suzuki et al. (2007), que concluíram que para a pinta-preta as condições favoráveis ao desenvolvimento de epidemias correspondem à temperatura variando de 25 a 30 °C e umidade relativa variando de 80 a 100 %.

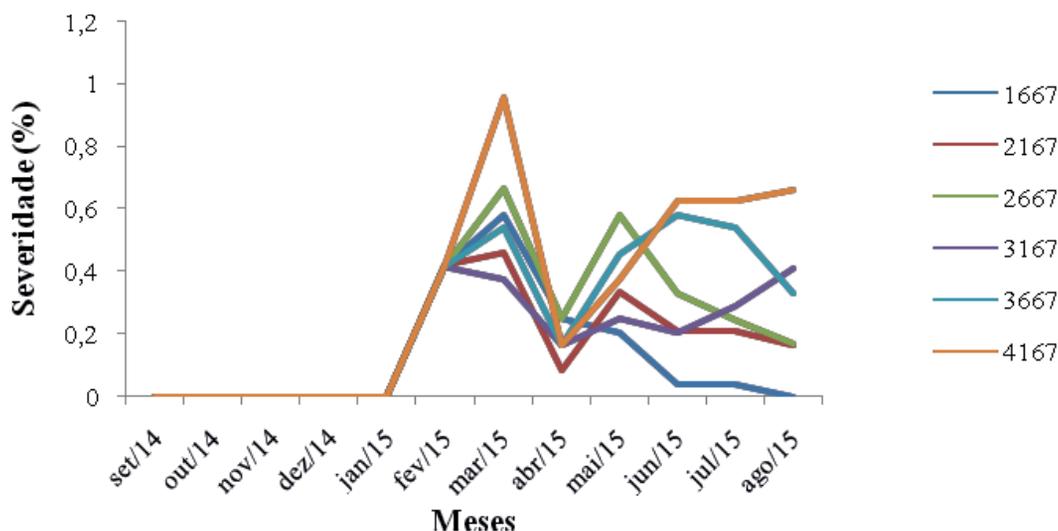
Com relação à amplitude térmica, os resultados sugerem que, dentro das faixas anotadas, as maiores diferenças entre as temperaturas registradas durante o dia contra as registradas durante a noite favorecerão a ocorrência da varíola.

Sabe-se que as situações mais vigentes para localidades de maiores altitudes até certos limites possibilitam maiores amplitudes térmicas. Esta condição combinada com as outras variáveis destacadas são extremamente favoráveis à doença, justificando os níveis altos da varíola na região onde fica o município de Águia Branca, embora esteja a cerca de 150 metros acima do nível do mar.

No que se refere às diferentes densidades de cultivo, 1.667 (padrão comercial) e 2.167 plantas ha⁻¹ caracterizaram-se por valores próximos a zero em agosto de 2015, indicando a significativa influência dos fatores climáticos sobre a epidemia da doença. Como pode ser verificado com os dados de temperatura e UR (%) coletados no período (TABELA 1), cuja máxima foi de 21 °C e mínima de 15 °C e a UR (%) de 77 %, que são condições desfavoráveis a proliferação e desenvolvimento do fungo *Asperisporium caricae*.

De acordo com os dados meteorológicos coletados no período da experimentação, a severidade da varíola é favorecida, principalmente, nos meses de março, abril e maio de 2015, demonstrado na Figura 2.

Figura 2. Severidade da varíola, medida na folha-índice 10, para as diferentes densidades de cultivo do mamoeiro ao longo de um de monitoramento, Águia Branca/ES, 2015



Fonte: Thiago Cunha Silverio (2015).

A manifestação da doença com maior severidade nos meses mais quentes e chuvosos do ano ratifica o que Martelleto (2009) encontrou em sua pesquisa, em que nos meses mais frios a incidência da doença nas folhas do mamoeiro é ínfima e nos meses mais quentes (janeiro, fevereiro e março) há um aumento abrupto na severidade da doença.

Os resultados descritos corroboram os estudos de Vivas (2009) e Suzuki et al. (2007), que descreveram que a varíola é mais severa nos meses mais quentes do ano na Região Sudeste do Brasil.

Observa-se na Tabela 2 a correlação da severidade da varíola nas folhas *versus* a severidade nos frutos do mamoeiro.

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson¹ (r) entre a severidade da varíola nas folhas *versus* a severidade nos frutos, Águia Branca/ES, 2014/2015.

	% de leite na calda			Densidades de cultivo					
	0%	5%	10%	1667	2167	2667	3167	3667	4167
Correlações	0,82**	0,76**	0,84**	0,83**	0,78**	0,72**	0,74**	0,75**	0,74**

Correlações baseadas no confronto de subparcelas entre a quantidade de doença nas folhas com os frutos (valores relativos a 24 pareamentos para % de leite na calda e 12 pareamentos para densidades de cultivo); **Significativo a 0,2% de probabilidade ($P < 0,002$).

Fonte: Thiago Cunha Silverio (2015).

Observa-se que existe influência da infecção do fungo no fruto se ocorrer maior fonte de inóculo nas folhas. Esses resultados são semelhantes aos que podem ser computados a partir dos dados de Dianese et al. (2007) e Suzuki et al. (2007), que estudaram, respectivamente, a reação de genótipos de mamoeiro à varíola em Brasília e a severidade nas folhas e nos frutos em diferentes formas de controle dessa moléstia. Sendo assim, se as folhas do mamoeiro estiverem acometidas pela infecção do fungo *Asperisporium caricae*, os frutos também serão acometidos, e a severidade se dará pelo grau de infecção do fungo nas folhas.

Conclusões

Nas densidades de cultivo com uma elevada população de plantas há uma grande variação na incidência da doença, uma vez que no adensamento populacional há uma maior concentração de umidade, sendo assim, há um favorecimento à infecção secundária da doença no pomar.

A padronização, por meio de escala diagramática, do número de lesões necróticas nas folhas-índice demonstra que ocorreu o estabelecimento de um microclima favorável para o fungo, *Asperisporium caricae*, nas densidades de cultivo mais adensadas.

A aferição da UR (%) e da temperatura é uma importante alternativa para os produtores entrarem com as medidas de controle em suas lavouras, uma vez que os balizadores se concentram em altas temperaturas com altas taxas de umidade relativa do ar.

Influence of climatic variables on the incidence of smallpox of “sunrise golden” papaya in different densities of cultivation under organic production management

Abstract

The fungal disease known as smallpox or black spot is one of the main obstacles for the commercial production of papaya (*Carica papaya*) in tropical and subtropical regions. Its high incidence in commercial or domestic crops, besides promoting the premature fall of leaves, causes damages on the surface of the fruits, affecting their quality. Obtaining information on the effects of climatic variables on diseases is indispensable to recommend their rational management. Therefore, in an experiment with different densities of organic cultivation of papaya assembled in the state of Espírito Santo, a major producer of papaya in Brazil, the daily values of Temperatures and Relative Humidity of the Air were recorded through a meteorological microestation from the transplanting. The values were compared for the months of April, May, June, July and August of 2015, when the natural incidence of smallpox occurred in the mammals. To establish the analyzes, the severity of the disease was evaluated. The different cultivation densities adopted were: (D1) 1.667, (D2) 2.167, (D3) 2.667, (D4) 3.167, (D5) 3.667 and (D6) 4.167 plants per hectare. The results showed the highest severity of the disease occurs in a combination of higher Thermal Amplitudes, average Maximum Temperatures ranging from 28 to 30 °C, Average Minimum Temperatures close to 20 °C and Relative Air Humidity close to 80 %. The greater density of cultivation is favored by the disease seriousness.

Keywords: *Asperisporium caricae*. Alternative Control. *Carica papaya*.

Referências

ALMEIDA, G. V. B.; RODRIGUES, M. G. V.; CASTRICINI, A. Produção, mercado e aspectos econômicos. **Informe Agropecuário**; Belo Horizonte, MG, v. 34, n. 275, 2013.

BARRETO, L. F.; SAVAN, P. A. L.; LIMA, L. L.; LODO, B. N. Avaliação de fungicidas no controle de *Asperisporium caricae* na cultura do mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 33, n. Esp. p. 399-403, out./2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33nspe1/a51v33nspe1.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2019.

DIANESE, A. C.; BLUM, L. E. B.; DUTRA, J. B.; LOPES, L. F.; SENA, M. C.; FREITAS, L. F.; YAMANISHI, O. K. **Reação de genótipos de mamoeiro à varíola e à podridão-do-pé**. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/fb/v32n5/v32n5a08.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2017.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (INCAPER). PROATER - **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Incaper de Águia Branca** - INCAPER, Águia Branca – ES, 2011. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Noroeste/Aguia_Branca.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2019.

MARTELLETO, L. A. P.; RIBEIRO, R. L. D.; Carmo, M. G. F. do; SUDOMARTELLETO, M.; GOES, A. Incidência da varíola, causada por *Asperisporium caricae*, em folhas de mamoeiros submetidos ao manejo orgânico, em diferentes ambientes de cultivo. **Summa Phytopathologica** (Impresso), v. 35, p. 288-292, 2009.

MAUBLANC, A. **Uma moléstia do mamoeiro (*Carica papaya* L.)**. Boletim do Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, Brasília, v. 2, n. 1, p. 126-130, 1913.

SANTOS, P. H. D. **Produtos alternativos no controle de doenças fúngicas em folha e fruto de mamoeiro**. 2013. Dissertação (Mestrado – Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.

SANTOS, V. J. **Avaliação de resistência de genótipos de mamoeiro *Asperisporium caricae***. 2009. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia- Cruz das Almas, BA, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2009.

SILVERIO, T. C.; REZENDE, N. C.; PIVOTO, H. C.; SALLES, R. E.; MARTELLETO, L. A. P. Ação do leite de vaca adicionado à calda bordalesa, associado a diferentes densidades de cultivo, na ocorrência da varíola do mamoeiro. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 3, maio 2015. ISSN 2236-7934. Disponível em: <<http://aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/17859>>. Acesso em: 05 out. 2017.

SUZUKI, M. S.; ZAMBOLIM, L.; LIBERATO, J. R. Progresso de doenças fúngicas e correlação com variáveis climáticas em mamoeiro. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 2, p. 167-177, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sp/v33n2/a11v33n2.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2019.

VIVAS, M. **Avaliação de germoplasma e híbridos de mamoeiro quanto à resistência às doenças causadas pelos fungos *Asperisporium caricae*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *oidium caricae* e *Phoma caricae-papayae***. 2009. 103 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 2009.

Submetido em: 18/04/2017.

Aceito em: 16/10/2017.

Como citar:

ABNT

SILVERIO, T. C.; MARTELLETO, L. A. P.; REZENDE, N. C.; PIVOTO, H. C.; FERREIRA, L. I. Influência das variáveis climáticas na incidência da varíola do mamoeiro “Sunrise Golden” em diferentes densidades de cultivo sob manejo orgânico de produção. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 2, p. 75-84, dez. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181208>

APA

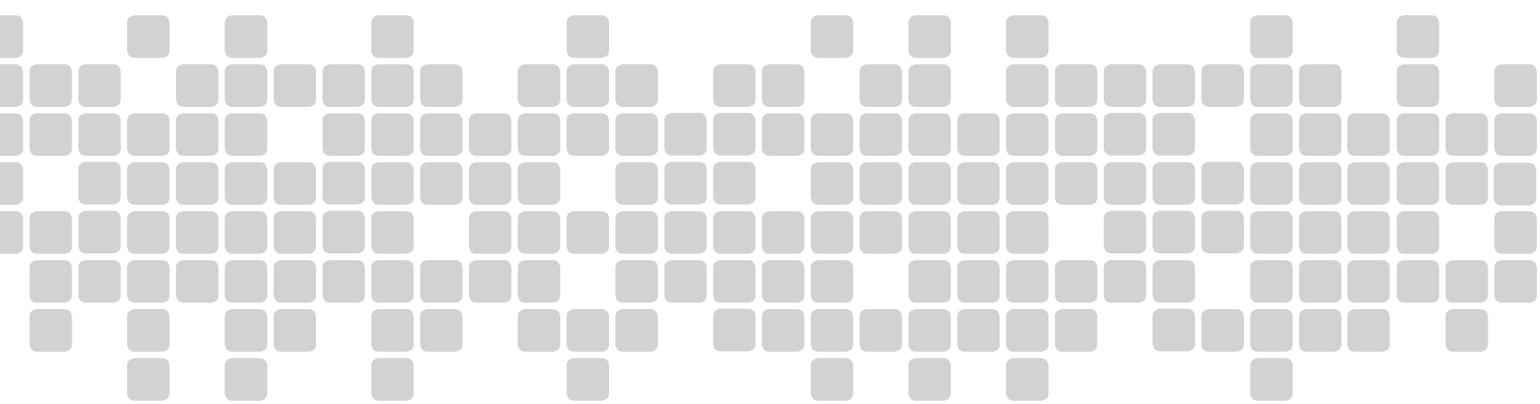
SILVERIO, T.C., MARTELLETO, L. A. P., REZENDE, N. C., PIVOTO, H. C. & FERREIRA, L. I. (2018). Influência das variáveis climáticas na incidência da varíola do mamoeiro “Sunrise Golden” em diferentes densidades de cultivo sob manejo orgânico de produção. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (2), 75-84. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181208>

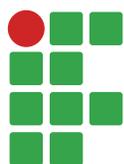
ISO

SILVERIO, T. C.; MARTELLETO, L. A. P.; REZENDE, N. C.; PIVOTO, H. C. E FERREIRA, L. I. Influência das variáveis climáticas na incidência da varíola do mamoeiro “Sunrise Golden” em diferentes densidades de cultivo sob manejo orgânico de produção. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 2, pp. 75-84. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181208>

VANCOUVER

Silverio TC, Martelleto LAP, Rezende NC, Pivoto HC, Ferreira LI. Influência das variáveis climáticas na incidência da varíola do mamoeiro “Sunrise Golden” em diferentes densidades de cultivo sob manejo orgânico de produção. *Rev agrogeoambiental*. 2018 abr./jun.; 10(2): 75-84. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181208>





Alternative ground cover for lettuce production under tropical climate conditions

Ernandes Guedes Moura¹

Fábio de Sousa Silva²

Rodrigo Fonseca da Silva³

Fabício Ribeiro Andrade⁴

Jodean Alves da Silva⁵

Ana Teresa Pereira da Silva⁶

Abstract

Alternative farming techniques to increase lettuce quality and productivity, rising environmental and social development, have been the subject of several studies. The objective of this study was to select economic and readily available cover materials to enhance the production of curly lettuce, South of Piauí. It was used a randomized block design with four replications, with the following ground cover treatments: rice husk (*Oryza sativa* L.), chopped andropogon grass straw (*Andropogon gayanus* Kunth), sawdust powder and control (without ground cover). The andropogon grass straw can be recommended for lettuce production under the prevailing edaphoclimatic conditions in Uruçuí city, located Southwest of Piauí state.

Keywords: cv. Grand Rapids. Mulching. Lettuce production. Organic waste.

Introduction

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) stands out for being the most consumed leafy vegetable in Brazil (SALA; COSTA, 2012) and it is of great economic value (QUEIROGA et al., 2002; GRANGEIRO et al., 2006). These authors also claim lettuce production is low Northeast of Brazil, compared to areas with mild temperatures, which hindrances its growth and development, preventing the expression of its genetic potential, as well as leaving the domestic demand unattended.

Lettuce can be produced in climates under high temperature and low precipitation like southwest of Piauí state, year-round (SOUSA et al., 2013), nevertheless these weather conditions can lead to bolting and leaf malformation (FILGUEIRA, 2008) which makes cultivation practices necessary in order to minimize these effects.

1 Federal Institute of Education, Science and Technology of Maranhão, São João dos Patos (MA), Brazil. ernandes.guedes@ifpi.edu.br

2 Federal Institute of Education, Science and Technology of Piauí, Uruçuí (PI), Brazil. fabiosousasilva01@ifpi.edu.br

3 Federal University of Piauí (UFPI), Agronomic Engineering Department (DEN), rodrigo11.07@hotmail.com. CEP: 64900-000, Bom Jesus (PI), Brazil. (author for correspondence)

4 Federal Institute of Education, Science and Technology of Mato Grosso (IFMT), Juína (MT), Brazil. fabricao.andrade@jna.ifmt.edu.br

5 Federal University of Lavras (UFLA), Department of Water Resources, Lavras (MG), Brazil. jodean2013@gmail.com.

6 State University of Piauí (UESPI), Graduate in Agronomy, Uruçuí (PI), Brazil. anateresa@hotmail.com.

Agricultural techniques that increase productivity and crop quality (OLIVEIRA et al., 2010; BLAT et al., 2011; SILVA et al., 2011; DALRI et al., 2014; PINTO et al., 2016) with rational use of resources has been increasingly demanded; considering the efficiency of the use of nutrients varies accordingly to climatic conditions, soil type, irrigation and management systems, among other factors, it is necessary investing more in technology, reducing costs and improving product quality in a sustainable manner (NASCIMENTO, 2012).

Ground cover has multiple functions: increasing water infiltration, reducing the impact of rain and erosion, maintaining a constant temperature and soil moisture, enriching the soil with nutrients after decomposition while decreasing weeds emergence and reducing nutrients leaching, which improve crop performance (ARAÚJO et al., 1993; SOUZA; RESENDE, 2006; RODRIGUES et al., 2009; FERREIRA et al., 2014; SILVA et al., 2015). Several materials are used as soil cover, highlighting plastic mulching, coffee shells, double-sided low density plastic film, grass, banana leaves, sawdust, black agrotexil, rice husks, among others (REGHIN et al., 2002; STAL; DUSKY, 2003; ANDRADE JUNIOR et al., 2005; RODRIGUES et al., 2009; BRANCO et al., 2010; BRANDÃO et al., 2016).

Avoiding application of industrial soil cover materials reduces production costs (ARAÚJO NETO et al., 2009). Furthermore, managing organic residues in the soil improves its physicochemical properties, contributing to a high quantitative and qualitative yield of lettuce (YURI et al., 2004; GALVÃO et al., 2013). However, producers rely on available and viable techniques; therefore, handling other types of coverage sets a priority for the region (YURI et al., 2004; FERREIRA et al., 2014).

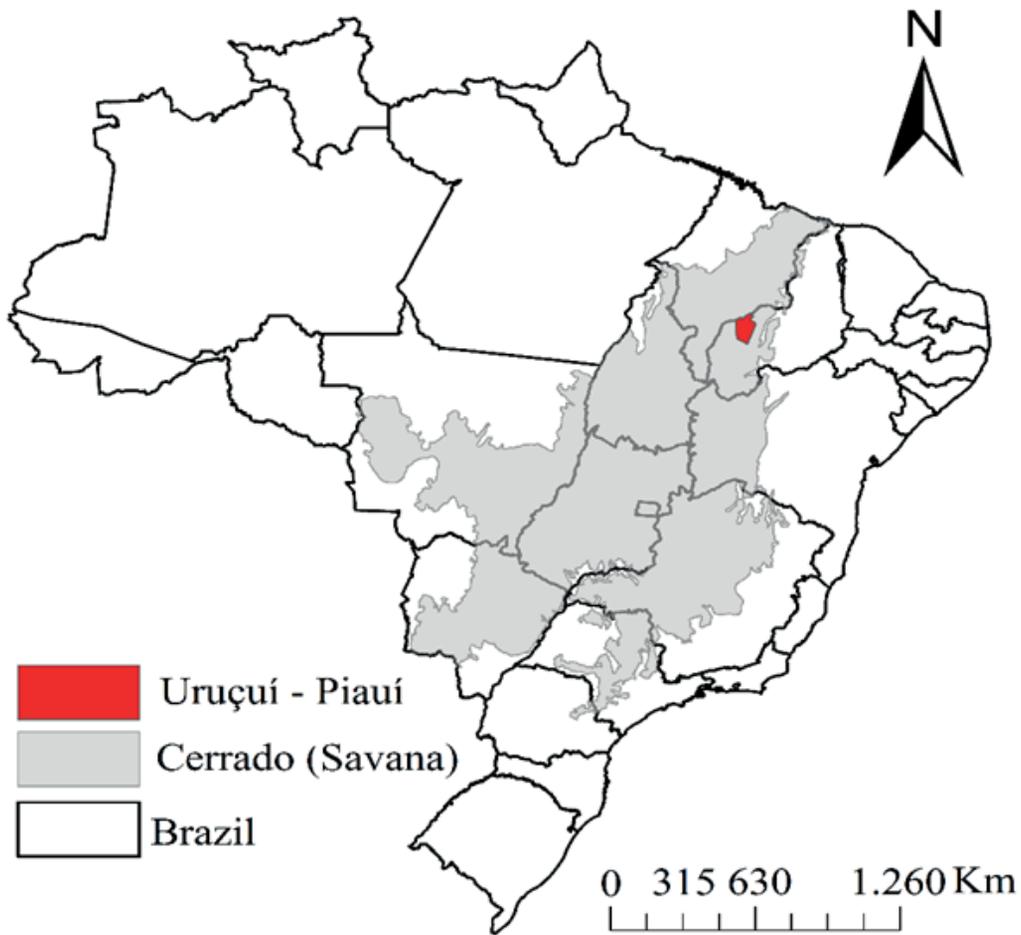
Studying the effect of different materials (rice straw and coffee husk, *Brachiaria*, sawdust and control without cover) in lettuce productivity, Carvalho et al. (2005) concluded the best results were obtained using mulching organic material on the site regardless of the type of surface cover.

The southwest region of Piauí state is characterized by an average daily temperature of 27 °C throughout the year, although it is possible to reach temperatures close to 40 °C (VIANA et al., 2002). Consequently, producers are compelled to search inexpensive and efficient techniques that provide better quality by improving the appearance of products in the competitive market. To achieve such objectives, this study aims to select low-cost and readily accessible soil cover materials to increase the production of curly lettuce, South of Piauí State.

Material and methods

The experiment was conducted under field conditions March/April 2014, at the horticultural sector of Federal Institute of Education, Science and Technology (IFPI), Campus Uruçuí, located in the PI-247, at the Cerrado Portal neighborhood in the city of Uruçuí (PI) (Latitude 07° 14' 02" S; Longitude 44° 33' 14" W) (FIGURE 1), which belongs to the Southwestern of Piauí state, mesoregion and to Alto Parnaíba microregion. The climate, according to Köppen classification, is Aw, hot and semi-humid. The average annual rainfall is 1.000 mm and the mean temperature is 29 °C (SOUSA et al., 2013).

Figure 1. Location of the study area, at Federal Institute of Education, Science and Technology of Piauí (IFPI), Campus Uruçuí (PI), Brazil.



Source: Prepared by the authors (2016).

The cultivar used in this study was the Grand Rapids curly type, widely cultivated among local producers, which gained commercial acceptance, showing high productivity. The seeds were sown in polystyrene trays containing 128 cells, the organic substrate base, plant soil and carbonized rice straw in the ratio of 2:1:1 proportion. As soon as at least three leaves have already developed, 20 day old seedlings were transplanted to 1.00 m wide by 2.00 m long seedbeds under field conditions, whose soil characteristics are shown on Table 1.

Table 1. Chemical characterization of the soil in the study area.

pH	P	K	H+Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CEC	OC
H ₂ O	---mg dm ⁻³ ---		-----cmol _c dm ⁻³ -----						-%-
5.30	2.30	31.00	3.30	0.10	0.90	0.70	1.68	4.98	1.90

P and K extracted with Mehlich⁻¹; Ca, Mg and Al extracted with KCl; H + Al extracted with SMP buffer; CEC – cation exchange capacity; OC – organic carbon.

Source: Prepared by the authors (2016).

A standard fertilization with bovine manure (20 Mg ha⁻¹) was performed at all sites. In addition, a supplemental mineral fertilizer containing 15, 55 and 30 g was added per plot of nitrogen (N), P₂O₅ and K₂O, respectively. Urea was used in the amount of 18 g per plot as N cover fertilization 10 days after transplantation.

The experimental layout was a randomized block design with four replications, and the following types of ground cover (treatments) were adopted: rice husk (CA), chopped andropogon grass straw (*Andropogon gayanus* Kunth) (PCA), sawdust powder (PS) and the control (TEST).

Organic material was added in two centimeter layer thickness, 10 days after transplantation in the plots. Each plot had four rows per bed, with a total of 24 plants, spaced 0.30 m between them, resulting in 2.16 m² per plot. There were eight central plants of each plot, occupying an area of 0.72 m².

Daily irrigations were made to restore water loss through evapotranspiration, maintaining soil field capacity. Hoeing for weed control was performed 10 and 20 days after transplantation. There was no need to apply pesticides. Plants were harvested 40 days after transplantation, production characteristics and quality of the plants were evaluated.

Plant height was measured from soil surface to the first apical leaves. After the plants harvesting, the thickness of the stem below the first leaves was determined using a digital caliper. The number of leaves was measured from the basal leaves to the last fully expanded leaf. The average production of fresh phytomass (expressed in g) from eight plants was obtained from the center of the seedbeds, using a 0.001 g, semiquantitative balance.

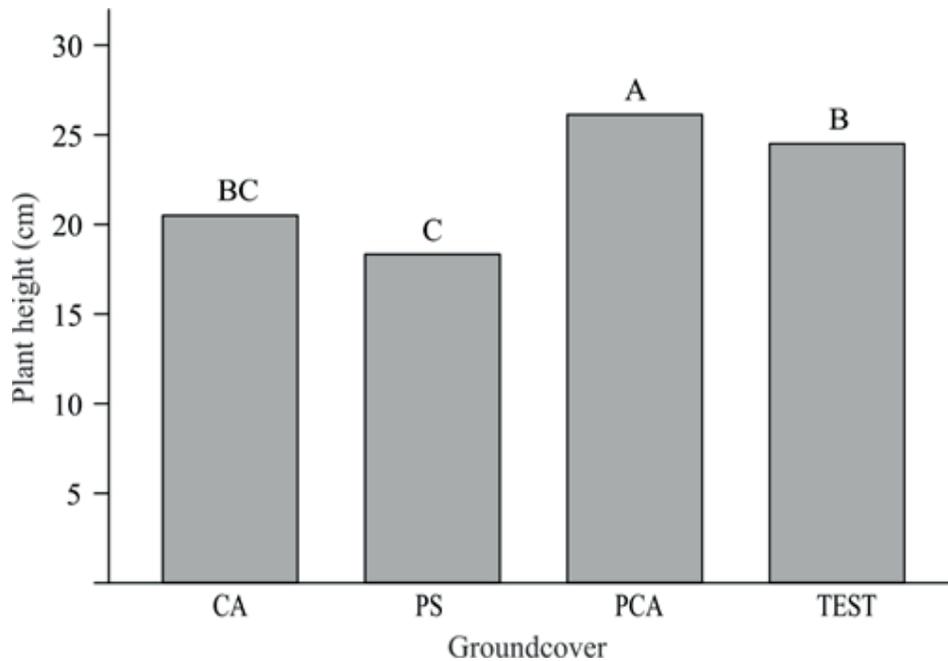
The analysis of variance (ANOVA) was performed once the assumptions were verified (FERREIRA et al., 2012). Comparison of means for the sources of variation and their interactions was performed by Tukey test at 5 % probability, using the R software version 3.2.5 (R CORE TEAM, 2016).

Results and discussion

The analysis of variance revealed a significant influence ($p < 0.05$) of different types of ground cover, on the crop growth in the edaphoclimatic conditions in Uruçuí city. Positive mulching effects observed on plants development (SOUZA; RESENDE, 2003) are mostly a reflection of a biologically more suitable environment (FIALHO et al., 1991), low water loss and less soil temperature fluctuations (BRAGAGNOLO; MIELNICZUK, 1990), especially in the first few centimeters, which favors greater surface roots proliferation (CARTER; JOHNSON, 1988).

Plant height exhibited variability between the different soil cover (FIGURE 2) which is corroborated by the results obtained by Mógon and Câmara (2007) and provided better performance when compared to those observed by Reghin et al. (2002). Lettuce reached a height of 26 cm when andropogon grass was added, a higher value than those obtained by Reghin et al. (2002) and Cavalcante (2008), who observed a growth of 20 and 21 cm, respectively. This difference may be due to culture sensitivity to adverse temperature conditions, factor crucial for the growth rate, which may change the plant development cycle, therefore changing the harvest period.

Figure 2. Plant height (CV = 27.07 %) of lettuce cv. Grand Rapids as a function of different soil covers. Means followed by the same letter do not differ by Tukey test at 5 % probability. TEST = control; CA = rice husk; PS = sawdust powder and PCA = andropogon grass straw.

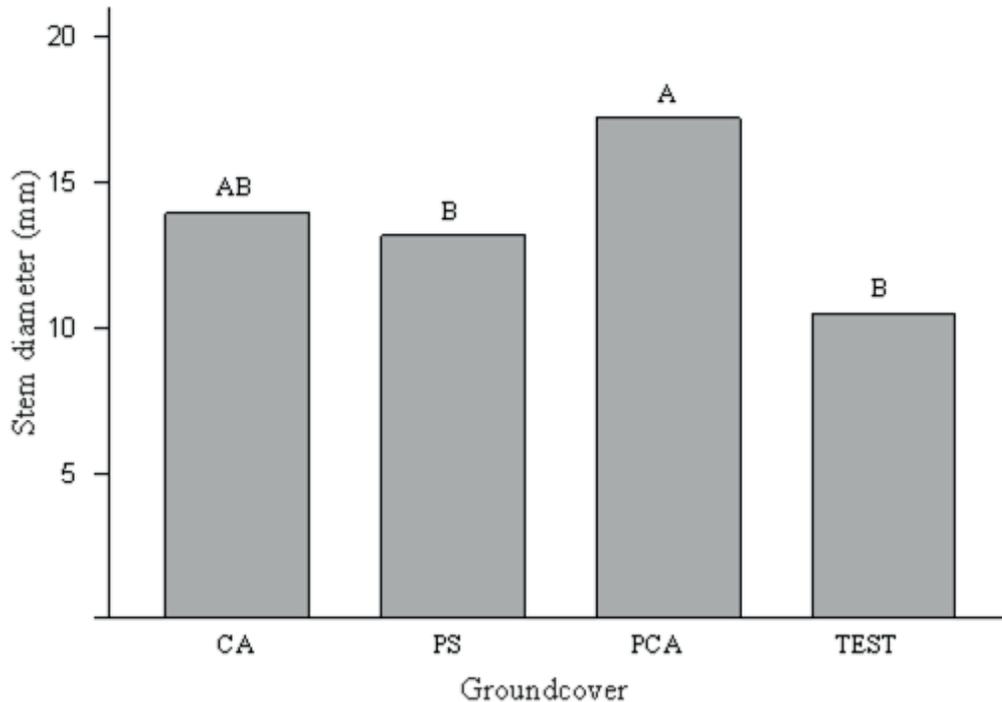


Source: Prepared by the authors (2016).

The lowest lettuce yield was obtained from sawdust powder treatment and may be related to the quality of cover material. Burés (1997) reports that factors such as type of wood, storage time and tannin content can influence the quality of this subproduct, resulting in anaerobic fermentation during the aging processes and generating organic acids which interfere with the growth of roots, a main limiting factor.

The andropogon grass straw promoted the highest values for stem diameter, but it did not differ from rice husk and the latter did not show differences from the control (FIGURE 3). A similar trend was observed by Andrade Junior et al. (2005), who found an average stem diameter of 20.3 and 21.6 mm, respectively, for Regina and Elisa cultivars, in Três Corações, south of Minas Gerais state, Brazil. The stem diameter, an important component in this variety of lettuce, supports the leaves and these edible parts should not be in contact with the ground, to avoid infestation diseases, whilst preserving the quality and quantity of the product. Highest diameter values were obtained from the mulching treatments and such results are linked to a favorable microclimate in the soil, in as much as reducing the evaporation of water on the surface thereof decreasing soil temperature fluctuations, optimal conditions for nutrients absorption (ANDRADE JUNIOR et al., 2005).

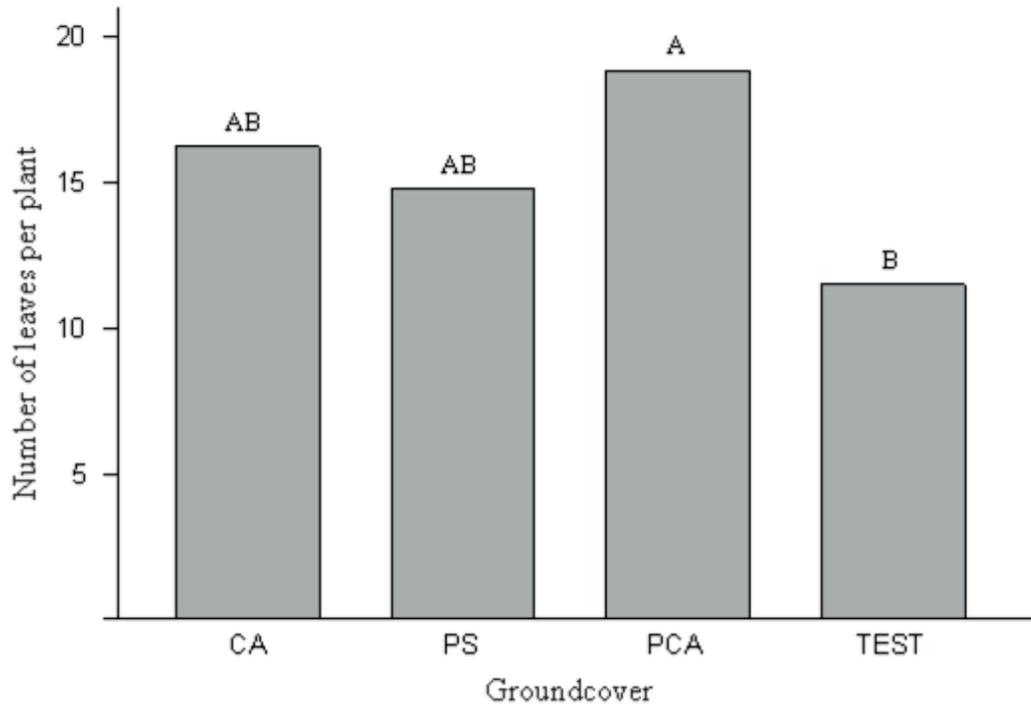
Figure 3. Stem diameter (CV = 13.40 %) of lettuce cv. Grand Rapids as a function of different soil covers. Means followed by the same letter do not differ by Tukey test at 5 % probability. TEST = control; CA = rice husk; PS = sawdust powder and PCA = andropogon grass straw.



Source: Prepared by the authors (2016).

Number of leaves (FIGURE 4) varied depending on the ground cover. Andropogon grass was different from the control, producing around 19 leaves plant⁻¹. The addition of organic wastes under the ground surface increased the number of leaves per plant compared to the control (12 leaves plant⁻¹). The behavior observed when rice husk and sawdust were applied may be related to the process of temporary immobilization of nutrients, particularly N, required in the process of decomposition performed by soil microorganisms (CARRIJO et al., 2004). The decomposition process was faster in chopped andropogon grass straw due to the lower C:N ratio. Accordingly, Oliveira et al. (2009) found organic compounds increased microbial biomass because of a higher carbon to nitrogen ratio, which may favor the development of lettuce. Reghin et al. (2002) found there were no statistical differences between the number of leaves per plant (average of 24 leaves), using black agrotexil and rice husks as ground cover compared to bare soil.

Figure 4. Number of leaves per plant (CV = 14.04 %) of lettuce cv. Grand Rapids as a function of different soil covers. Means followed by the same letter do not differ by Tukey Test at 5 % probability. TEST = control; CA = rice husk; PS = sawdust powder and PCA = andropogon grass straw.

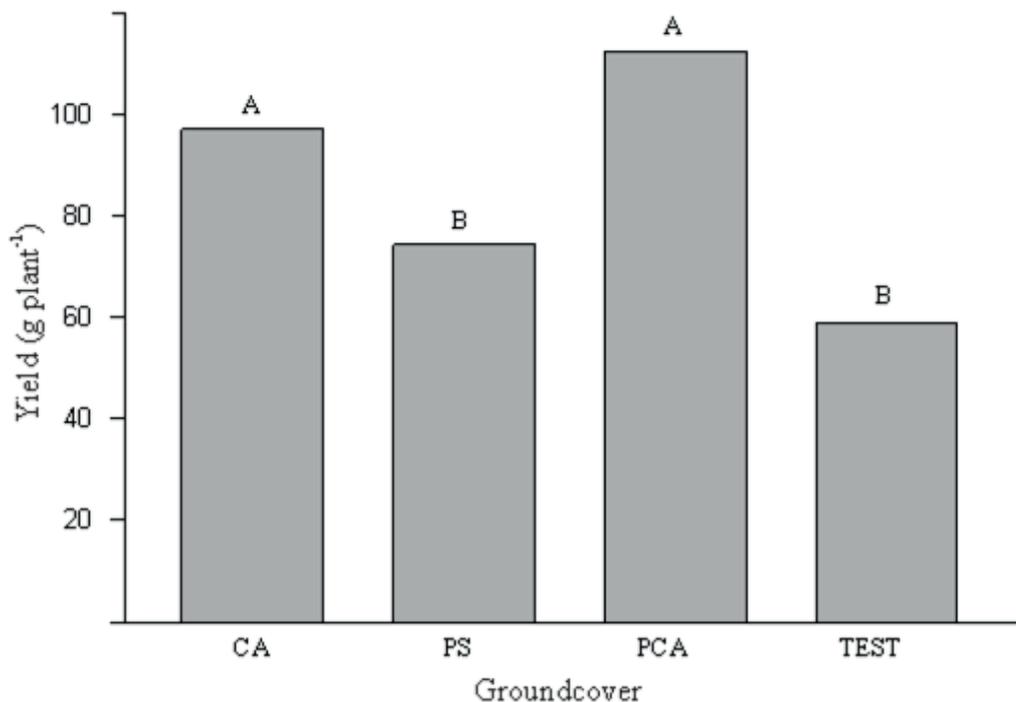


Source: Prepared by the authors (2016).

Chopped andropogon grass had the highest productivity (g.planta^{-1}), similar to the effects observed for rice husk (FIGURE 5) with no differences between these treatments. The result obtained in this study is similar to Moura Filho (2009) findings, at which mulching showed superior performance in productivity than control (no cover). The lower productivity adopting sawdust may be related to harmful chemical compounds released by this material in its early decomposition, detrimental to lettuce development, as pointed out by Santi et al. (2010).

Thus, the application of alternative organic residues is a strategy to achieve the socioeconomic development of producers in Uruçuí, allowing a cheap and plentiful lettuce production.

Figure 5. Production (CV = 22.24 %) of lettuce cv. Grand Rapids as a function of different soil covers. Means followed by the same letter do not differ by Tukey Test at 5 % probability. TEST = control; CA = rice husk; PS = sawdust powder and PCA = andropogon grass straw.



Source: Prepared by the authors (2016).

Conclusions

1. Lettuce development was positively influenced by alternative groundcover materials.
2. Andropogon grass straw can be recommended for lettuce production at the edaphoclimatic conditions in Uruçuí, Southwest Piauí State.

Acknowledgment

The authors want to thank Federal Institute of Education, Science and Technology of Piauí (IFPI), which provided the experimental area and the agricultural laboratory facilities for the study. They also acknowledge the funding agencies CAPES and CNPq for granting the scholarship and research funding.

Cobertura alternativa do solo para produção de alface sob condições de clima tropical

Resumo

A busca por técnicas agrícolas alternativas, visando a um aumento da produtividade e qualidade da cultura alface, bem como a um melhor desenvolvimento socioambiental, tem sido objeto de

diversas pesquisas. Neste sentido buscou-se com o presente estudo selecionar materiais de cobertura do solo de fácil aquisição e baixo custo que elevem a produção da alface crespa, nas condições do sul do estado do Piauí. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições, sendo os tratamentos de cobertura do solo: casca de arroz (*Oryza sativa* L.), palha picada de capim andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth), pó de serra e a testemunha (sem cobertura sobre o solo). O emprego de palha de capim andropogon pode ser recomendado para a produção de alface para as condições edafoclimáticas de Uruçuí no sudoeste piauiense.

Palavras-chave: cv. Grand Rapids. Cobertura morta. Produção de alface. Resíduos orgânicos.

References

ANDRADE JÚNIOR, V. C.; YURI, J. E.; NUNES, U. R.; PIMENTA, F. L.; MATOS, C. S. M.; FLORIO, F. C. A.; MADEIRA, D. M. Emprego de tipos de cobertura de canteiro no cultivo da alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 899-903, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362005000400007>. Acesso em: 23 dez. 2018.

ARAÚJO, R. C.; SOUZA, R. J.; SILVA, A. M.; ALVARENGA, M. A. R. Efeitos da cobertura morta do solo sobre a cultura do alho (*Allium sativum* L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 17, n. 3, p. 228-233, 1993. Disponível em: <<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=752482&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22ALVARENGA,%20M.A.%22&qFacets=autoria:%22ALVARENGA,%20M.A.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=3>>. Acesso em: 23 dez. 2018.

ARAÚJO NETO, S. E.; FERREIRA, R. L. F.; PONTES, F. S. T. Rentabilidade da produção orgânica de cultivares de alface com diferentes preparos do solo e ambiente de cultivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 5, p. 1362-1368, 2009. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33113643009>>. Acesso em: 23 dez. 2018.

BLAT, S. F.; SANCHEZ, S. V.; ARAÚJO, J. A. C.; BOLONHEZI, D. Desempenho de cultivares de alface crespa em dois ambientes de cultivo em sistema hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 135-138, 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266839495_Desempenho_de_cultivares_de_alface_crespa_em_dois_ambientes_de_cultivo_em_sistema_hidropnico>. Acesso em: 23 dez. 2018.

BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 14, n. 3, p. 369-374, 1990. Disponível em: <<https://www.scienceopen.com/document%3Fvid%3D-d298b14e-cfc4-4836-b95d-b84d0c80a9d0+%cd=2&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 23 dez. 2018.

BRANCO, R. B. F.; SANTOS, L. G. C.; GOTO, R.; ISHIMURA, I.; SCHLICKMANN, S.; CHIARATI, C. S. Cultivo orgânico sequencial de hortaliças com dois sistemas de irrigação e duas coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 75-80, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0102-05362010000100014&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 23 dez. 2018.

BRANDÃO, A. A.; RIBEIRO, E. C.; FIORINI, C. V. A.; MACHADO, A. F. L.; LOPES, H. M. Dinâmica populacional de plantas daninhas em cultivares de alface produzidas no verão em Seropédica (RJ). **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 8, n. 1, p. 67-77, 2016. Disponível em: <<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/782>>. Acesso em: 23 dez. 2018.

BURÉS, S. **SuBstratos**. Madri: Ediciones Agrotécnicas, 1997. 341 p. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000100&pid=S0102-0536201200010001300004-&lng=en>. Acesso em: 23 dez. 2018.

CARRIJO, O. A.; VIDAL, M. C.; REIS, N. V. B.; SOUZA, R. B.; MAKISHIMA, N. Produtividade do tomateiro em diferentes substratos e modelos de casas de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 5-9, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-0536200400010000>. Acesso em: 23 dez. 2018.

CARTER, I.; JOHNSON, C. Influence of different types of mulches on eggplant production. **Hortscience**, Alexandria, v. 23, n. 1, p. 143-145, 1988. Disponível em: <agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US882680788>. Acesso em: 23 dez. 2018.

CAVALCANTE, A. S. S. **Produção orgânica de alface em diferentes épocas de plantio, preparo e coberturas de solo no Estado do Acre**. 2008. 63f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2008. Disponível em: <www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/download/21864/14747>. Acesso em: 23 dez. 2018.

CARVALHO, J. E.; ZANELLA, F.; MOTA, J. H.; LIMA, A. L. S. Cobertura morta do solo no cultivo de alface cv. Regina 2000, em Ji-Paraná, RO. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 935-939, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542005000500003&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 23 dez. 2018.

DALRI, A. B.; CARVALHO NETO, O. F.; MAZZONETTO, F.; CORBANI, R. Z. Fertirrigação com vinhaça concentrada no desenvolvimento da alface. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 6, n. 2, p. 93-100, 2014. Disponível em: <<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/559>>. Acesso em: 23 dez. 2018.

FERREIRA, D. F.; CARGNELUTTI FILHO, A.; DAL'COL LÚCIO, A. Procedimentos estatísticos em planejamentos experimentais com restrições na casualização. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 16-19, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/288665818_Procedimentos_estatisticos_em_planejamentos_experimentais_com_restricao_na_casualizacao>. Acesso em: 23 dez. 2018.

FERREIRA, R. L. F.; ALVES, A. S. S. C.; ARAUJO NETO, S. E.; KUSDRA, J. F.; REZENDE, M. I. F. L. Produção orgânica de alface em diferentes épocas de cultivo e sistemas de preparo e coberturas de solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 4, p. 10-17, 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/21864>>. Acesso em: 23 dez. 2018.

FIALHO, J. F.; BORGES, N. F.; BARROS, N. F. Cobertura vegetal e as características químicas e físicas e atividade da microbiótica de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 21-28, 1991. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>

scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000075&pid=S0100-6762200300010000500010&lng=en >. Acesso em: 23 dez. 2018.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2013. 421 p. Disponível em: <<http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=995452&biblioteca=vazio&busca=assunto:Cultivo&qFacets=assunto:Cultivo&sort=ano-publicacao&paginação=t&paginaAtual=8>>. Acesso em: 23 dez. 2018.

GALVÃO, R. O.; ARAÚJO NETO, S. E.; FERREIRA, R. L. F. Plantio direto orgânico de alface sobre cobertura viva e morta e adubada com composto. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 75-80, 2013. Disponível em: <<http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/354>>. Acesso em: 23 dez. 2018.

GRANGEIRO, L. C.; COSTA, K. R.; MEDEIROS, M. A.; SALVIANO, A. M.; NEGREIROS, M. Z.; BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, S. L. Acúmulo de nutrientes por três cultivares de alface cultivadas em condições do Semi-Árido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 190-194, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362006000200013>. Acesso em: 23 dez. 2018.

MÓGOR, A. F.; CÂMARA, F. L. A. Produção de alface no sistema orgânico em sucessão a aveia preta, sobre a palha, e diferentes coberturas do solo. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 239-245, 2007. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/9535>>. Acesso em: 23 dez. 2018.

MOURA FILHO, E. R. Efeito da cobertura do solo na produtividade da alface. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, Ipanguaçu, v. 4, n. 2, p. 360-365, 2009. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:tK2P_fQm6GEJ:www.diadecampo.com.br/arquivos/materias/%257B5778A027-99C9-4B27-8398-74AFD775902C%257D_2290.pdf+%&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 23 dez. 2018.

NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142012000100005&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 23 dez. 2018.

OLIVEIRA, E. Q.; SOUZA, R. J.; CRUZ, M. C. M.; MARQUES, V. B.; FRANÇA, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 36-40, 2010. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/hb/v28n1/a07v28n1.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2018.

OLIVEIRA, L. C.; STANGARLIN, J. R.; LANA, M. D. C.; SIMON, D.; ZIMMERMANN, A. Biomassa microbiana em cultivo de alface sob diferentes adubações orgânicas e manejo da adubação verde. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Ipanguaçu, v. 4, n. 1, p. 182-185, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000094&pid=S1415-4366201400090001100016-&lng=en>. Acesso em: 23 dez. 2018.

PINTO, E. N. F.; SOUTO, J. S.; LEONARDO, F. A. P.; BORGES, C. H. A.; BARROSO, R. F.; MEDEIROS, A. C. Crescimento de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) em solo oriundo de um povoamento de *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 11, n. 2, p. 33-38, 2016. Disponível em: < <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/4260> >. Acesso em: 23 dez. 2018.

QUEIROGA, R. C. F.; NOGUEIRA, I. C. C.; BEZERRA NETO, F.; MOURA, A. R. B.; PEDROSA, J. F. Utilização de diferentes materiais como cobertura morta do solo no cultivo de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 416-418, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362002000300003&script=sci_abstract&lng=pt>. Acesso em: 23 dez. 2018.

R Core Team. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: the R Foundation for Statistical Computing. 2016.

REGHIN, M. Y.; PURISSIMO, C.; FELTRIM, A. L.; FOLTRAN, M. A. Produção de alface utilizando cobertura do solo e proteção das plantas. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 3, n. 1-2, p. 69-77, 2002. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/1033>>. Acesso em: 23 dez. 2018.

RODRIGUES, D. S.; NOMURA, E. S.; GARCIA, V. A. Coberturas de solo afetando a produção de alface em sistema orgânico. **Revista Ceres**, Lavras, v. 56, n. 3, p. 332-335, 2009. Disponível em: < <http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3439> >. Acesso em: 23 dez. 2018.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 187-194, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362012000200002>. Acesso em: 23 dez. 2018.

SANTI, A.; CARVALHO, M. A. C.; CAMPOS, O. R.; SILVA, A. F.; ALMEIDA, J. L.; MONTEIRO, S. Ação de material orgânico sobre a produção e características comerciais de cultivares de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 87-90, 2010. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/hb/v28n1/a16v28n1+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br> >. Acesso em: 23 dez. 2018.

SEDIYAMA, G. C.; ANDPRATES, J. E. O microclima: possibilidades de modificação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 39-47, 1986. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000092&pid=S0100-204X200200120001400020&lng=en>. Acesso em: 23 dez. 2018.

SILVA, E. M. N. C. P.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; TAVELLA, L. B.; SOLINO, A. J. S. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 242-245, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362011000200019>. Acesso em: 23 dez. 2018.

SILVA, R. F.; PACHECO, L. P.; SOARES, L. S.; FONSECA, W. L.; OLIVEIRA, J. B. S.; SANTOS, A. S. Growth suppression of sandspur grass by cover crops. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 3, p. 319-325, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632015000300011>. Acesso em: 23 dez. 2018.

SOUSA, F. M.; PORTELA, G. L. F.; LIMA, M. G.; SOUSA, M. Zoneamento agroclimático da cultura da goiabeira no estado do Piauí, Brasil. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 81-86, 2013. Disponível em: <<http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/257>>. Acesso em: 23 dez. 2018.

SOUZA J. L.; RESENDE P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p. Disponível em: <<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca%3Fb%3Dad%26id%3D776054%-26biblioteca%3DCPAMN%26busca%3Dautoria:%2522RESENDE,%2520P.%2522%26qFacets%3Dautoria:%2522RESENDE,%2520P.%2522%26sort%3D%26paginaacao%3Dt%26paginaAtual%3D1+%&cd=9&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 23 dez. 2018.

STAL, M. W. A. N. D.; DUSKY, A. J. A. J. **Weed control in leafy vegetables: lettuce, endive, escarole and spinach**. Disponível em: <http://www.edis.ifas.ufl.edu/BODY_WG031>. Acesso em: 23 dez. 2018.

VIANA, T. V. A.; VASCONCELOS, D. V.; AZEVEDO, B. M.; SOUZA, B. F. Estudo da aptidão agroclimática do Estado do Piauí para o cultivo da aceroleira. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 33, n. 2, p. 61-64, 2002. Disponível em: <<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=p-c&id=65383&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22AZEVEDO,%20B.M.%20de%22&qFacets=autoria:%22AZEVEDO,%20B.M.%20de%22&sort=&paginaacao=t&paginaAtual=1>>. Acesso em: 23 dez. 2018.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; RODRIGUES JÚNIOR, J. C.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 127-130, 2004. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/153995/efeito-de-composto-organico-sobre-a-producao-e-caracteristicas-comerciais-de-alface-americana>>. Acesso em: 23 dez. 2018.

Submetido em: 18/08/2016.

Aceito em: 08/11/2017.

Como citar:

ABNT

MOURA, E. G.; SILVA, F. S.; SILVA, R. F.; ANDRADE, F.R.; SILVA, J. A.; SILVA, A. T. P. Alternative ground cover for lettuce production under tropical climate conditions. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 4, p. 85-98, dez. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181077>

APA

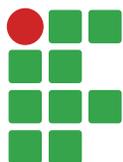
MOURA, E. G., SILVA, F. S., SILVA, R. F., ANDRADE, F. R., SILVA, J. A. & SILVA, A. T. P. (2018). Alternative ground cover for lettuce production under tropical climate conditions. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (4), 85-98. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181077>

ISO

MOURA, E. G.; SILVA, F. S.; SILVA, R. F.; ANDRADE, F. R.; SILVA, J. A. e SILVA, A. T. P. Alternative ground cover for lettuce production under tropical climate conditions. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 4, pp. 85-98. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181077>

VANCOUVER

Moura EG, Silva FS, Silva RF, Andrade FR, Silva JA, Silva ATP. Alternative ground cover for lettuce production under tropical climate conditions. *Rev agrogeoambiental*. 2018 dez.; 10(4): 85-98. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181077>



Formas e estádios de aplicação de adubação nitrogenada no desenvolvimento e produtividade da soja

Cassiano Spaziani Pereira¹

Marcos Guilherme Trentin Filho²

Ivan Vilela Andrade Fiorini³

Hélcio Duarte Pereira⁴

José Roberto Rocha⁵

Anderson Lange⁶

Resumo

Objetivou-se verificar o efeito da aplicação de Nitrogênio mineral (N) na dose de 10 kg por hectare, via solo e foliar, em diferentes estádios do desenvolvimento da soja. O experimento foi conduzido em área de cultivo comercial de soja, localizada no município de Sinop (MT), em delineamento de blocos casualizados (DBC), com dez tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos estudados foram: testemunha sem N aplicação na semeadura, V2 a lanço em cobertura, V2 via foliar, V4 a lanço em cobertura, V4 via foliar, R1 a lanço em cobertura, R1 via foliar, R2 a lanço em cobertura e R2 via foliar. Foram avaliadas as variáveis teor de clorofila, massa seca de parte aérea, número de nódulos, massa seca de nódulos, número de vagens, número de grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade. Os tratamentos com aplicação de N diferiram da testemunha para todas as variáveis, exceto para teor de clorofila. Para as variáveis número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade de grãos, todos os tratamentos com aplicação de N foram superiores à testemunha, e as maiores respostas foram obtidas quando o N foi aplicado via foliar nos estádios V2 e R1.

Palavras-chave: *Glycine max* L. Nitrogênio mineral. Nodulação. Adubação foliar.

1 Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), *Campus Sinop*, ICAA- Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, professor de Agronomia. cassianospaziani@yahoo.com.br.

2 Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), *Campus Sinop*, ICAA- Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, agrônomo. maguitrentin@gmail.com.

3 Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), *Campus Sinop*, pós-doutorando e pesquisador associado ativo. ivanvaf@yahoo.com.br. Avenida Jacarandás, 6471, Parque das Ararás, Sinop, Mato Grosso, CEP 78.557-456.

4 Universidade Federal de Lavras (UFLA), mestrado em Fitotecnia UFLA. hhelciopassos@yahoo.com.br.

5 Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), *Campus Sinop*, ICAA- Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, agrônomo. robertoroch@hotmail.com.

6 Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), *Campus Sinop*, ICAA- Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, professor de Agronomia. paranalange@hotmail.com.

Introdução

O Brasil na atualidade é um dos maiores produtores mundiais de soja. O grão é importante fonte de alimento em vários países e fonte de energia renovável (GESTEIRA et al., 2015). A cultura da soja é a cultura de maior importância econômica no país, com área plantada, totalizando 33.878,8 milhões de hectares na safra 2016/2017 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB, 2017). Na cultura da soja, devido ao alto teor de proteína presente nos grãos, há uma elevada necessidade de nitrogênio mineral (N) (SALES et al., 2016). A cultura é exigente quanto à extração de N e para nutri-la adequadamente seriam necessárias altas doses de adubo nitrogenado. Estima-se que a soja necessite de 240 kg ha⁻¹ de N para atingir produtividade de aproximadamente 3.000 kg ha⁻¹ (HUNGRIA et al., 2007).

O N é um elemento com função estrutural nos organismos vivos por participar diretamente da constituição de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos e, especialmente nos vegetais, da molécula de clorofila (NOGUEIRA et al., 2010). É o nutriente mais demandado pelas culturas e possui um manejo complexo, sendo a eficiência da adubação nitrogenada um fator determinante do rendimento da cultura. O N não se encontra facilmente disponível para as plantas, pois na atmosfera o N₂ é uma molécula estável que os vegetais não têm a capacidade de utilizar diretamente. No solo, a matéria orgânica funciona como fornecedora de formas solúveis e assimiláveis de N pelos vegetais, pois na forma livre o N é rapidamente utilizado por bactérias do solo ou lixiviado devido a sua grande solubilidade (HUNGRIA et al., 2006).

No Brasil, as cultivares de soja foram melhoradas a fim de se fixar diretamente o N atmosférico, por meio da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) via associação simbiótica com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Neste contexto, é consagrada no país a prática da inoculação, que é a aplicação de bactérias gênero *Bradyrhizobium* (*B. japonicum* e *B. elkanii*) em um substrato turfoso com posterior inoculação nas sementes de soja no momento da semeadura. Após a inoculação nas sementes, estas bactérias presentes no solo reconhecem as raízes da planta hospedeira, infectando-as via pelos radiculares, causando a formação dos nódulos, responsáveis pela relação mutualística entre a bactéria e a planta com a fixação do N₂ atmosférico, transformando em formas de N disponíveis à planta (BRANDELERO et al., 2009; FAGAN et al., 2007).

O potencial de produtividade da soja aumentou nos últimos anos graças ao melhoramento genético e melhorias no sistema de cultivo. Assim, apenas a FBN pode não ser capaz de suprir o N suficiente para altas produtividades, necessitando de complementação via adubação com N mineral (PIEROZAN et al., 2015). Há relatos do uso de N mineral como complemento à fixação biológica até mesmo porque a partir do estágio R2 ocorre diminuição na atividade dos rizóbios (BRANDELERO et al., 2009; FERREIRA et al., 2016; PARENTE et al., 2015). Alguns produtores aplicam certa quantidade de N na semeadura para prevenir a deficiência inicial do N ainda não totalmente disponível nos estádios iniciais da soja via FBN. Outro fator que pode agravar esta deficiência inicial de N é que parte do adubo formulado contendo NPK, usado na cultura da soja, é comercializado em fórmulas que apresentam uma pequena quantidade de N.

De acordo com Brito et al. (2015), ainda é necessária a compreensão do efeito da adubação nitrogenada na fisiologia da planta, a fim de buscar equilíbrio entre a adição de N e FBN. Sabe-se que nas diferentes fases do ciclo da cultura da soja o papel e a atividade da FBN assumem importância variável, sendo necessário encontrar formas de incrementar a produtividade da cultura por meio de suplementação com N mineral, pois as cultivares atuais são mais produtivas e exigentes em N. No

entanto, o N mineral não deve competir com o processo de FBN na soja, o qual já está bem estabelecido e produzindo bons resultados (FERREIRA et al., 2016; PIEROZAN et al., 2015).

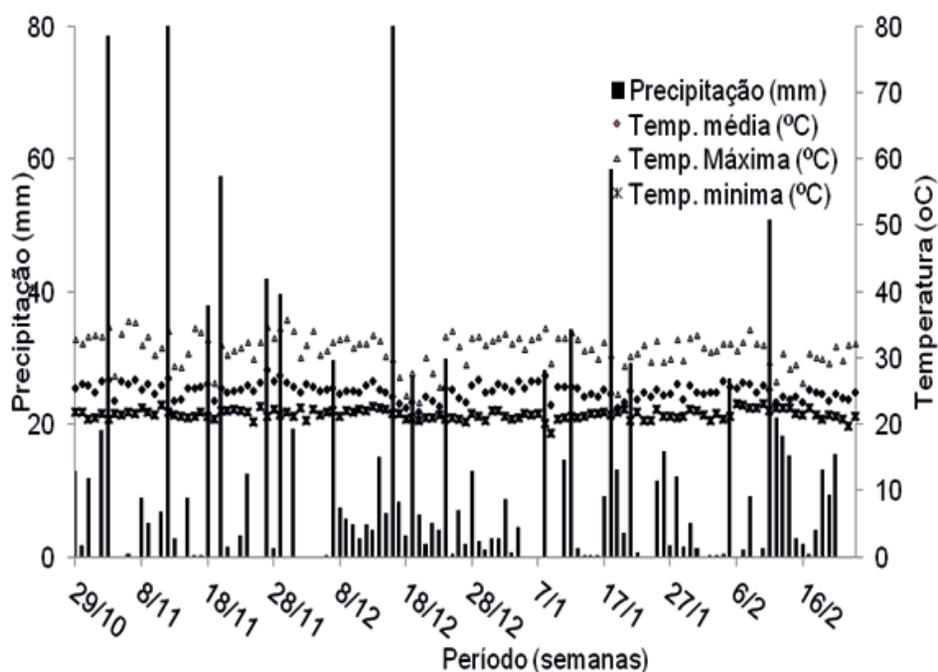
Neste sentido, identificar a melhor época de fornecimento do N mineral de forma a impulsionar o desenvolvimento e produção da cultura contribuiria para maior sustentabilidade econômica da soja. Objetivou-se, portanto, verificar o efeito da aplicação mineral via solo e foliar, em diferentes estádios do desenvolvimento da soja, na região norte do estado do Mato Grosso.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em área comercial, cultivada em sistema de plantio direto entre os meses de outubro de 2016 a fevereiro de 2017, no município de Sinop (MT). O local do experimento encontra-se na Latitude 11°57'05" S, Longitude 55°23'51" O e altitude de 380 m, com topografia plana. O clima segundo Köppen-Geiger é classificado como Aw, possuindo duas estações bem definidas, sendo uma chuvosa entre outubro e abril e outra seca de maio a setembro, com baixa amplitude térmica anual variando entre 24 e 27 °C e pluviosidade média anual em torno de 2.100 mm (ROLIM et al. 2007).

Os dados de precipitação e temperatura ocorridos entre os meses de outubro e fevereiro estão representados na Figura 1. A precipitação acumulada no período foi de 1.179,85 mm, volume bem maior que a demanda da cultura que é de 450 a 800 mm por ciclo (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA, 2011), porém suficiente para a cultura atingir altas produtividades. As temperaturas registradas no período não foram limitantes ao crescimento, desenvolvimento e produtividade da cultura.

Figura 1. Precipitação e temperaturas mínima, média e máxima ocorridas entre os meses de outubro de 2016 e fevereiro de 2017.



Fonte: Elaboração dos autores (2017).

O solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo. Realizou-se uma amostragem nesse solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade e posterior análise química em laboratório. A análise química do solo obteve os seguintes resultados: pH(CaCl₂) 5,4; M.O. 18,55 g dm⁻³; P (Melich) 6,07 mg dm⁻³; K 52,00 mg dm⁻³; Ca 2,84 mg dm⁻³; Mg 0,93 mg dm⁻³; S 4,0 mg dm⁻³; V= 57,2%; relação Ca/Mg; 3,05; Ca/K; 21,85; Mg/K; 7,16. Os valores de micronutrientes em mg dm⁻³ foram: Zn 5,51; Cu 0,44; Fe 199,16; Mn 11,25; B 0,15. A análise física do solo revelou os teores de: Areia 497; Silte 125; Argila 378, em g dm⁻³, respectivamente.

Com o resultado da análise de solo, observou-se que a saturação de bases estava de acordo com a exigência da cultura, não necessitando de calagem. Em pré-plantio, realizou-se a adubação a lanço com 500 kg ha⁻¹ do formulado NPK 00:18:18, conforme manejo do produtor, fornecendo fósforo e potássio à cultura da soja.

Os dez tratamentos avaliados em delineamento experimental blocos casualizados (DBC) com quatro repetições foram: testemunha sem aplicação de N (apenas inoculada com *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii*) e os tratamentos que receberam 10 kg ha⁻¹ de N mineral (Ureia 45% de N) de acordo com o modo de aplicação e o estágio fenológico de fornecimento (N a lanço na semeadura; N em V2 a lanço em cobertura; N em V2 via foliar; N em V4 a lanço em cobertura; N em V4 via foliar; N em R1 a lanço em cobertura; N em R1 via foliar; N em R2 a lanço em cobertura e N em R2 via foliar, totalizando 40 parcelas experimentais.

As parcelas experimentais foram constituídas por quatro linhas de cultivo de cinco metros de comprimento, totalizando 10 m². Foi considerada como área útil da parcela as duas linhas centrais com quatro metros de comprimento, totalizando 4 m². Como bordadura, descartaram-se meio metro em cada extremidade das parcelas e duas linhas laterais. A cultivar semeada foi a TMG 132 RR na densidade de 15 sementes por metro, visando obter após desbaste uma população média de 260.000 mil plantas ha⁻¹. A cultivar possui tipo de crescimento determinado, cor de hilo marrom claro, tolerante ao acamamento, ciclo de 118 a 122 dias, alta exigência em fertilidade do solo para expressar altas produtividades e é indicada para plantio entre 14/10 e 14/11 na região.

Antes da semeadura, realizou-se o tratamento de sementes, aplicando inseticida à base de Fipronil do grupo pirazol e os fungicidas Piraclostrobina do grupo das estrubirulinas e Metil Tiofanato do grupo dos benzimidazóis, na dose de 2 mL kg⁻¹ de semente. Aplicaram-se também os micronutrientes cobalto e molibdênio, na proporção de 5 g de Co e 42 g de Mo, para aumentar a eficiência da nodulação. Realizou-se antes da semeadura a inoculação das sementes com inoculante turfoso para soja, *Bradyrhizobium japonicum* estirpe SEMIA 5079 e 5080 e *Bradyrhizobium elkanii* estirpe SEMIA 587 e 5019.

Os tratos culturais foram realizados conforme a exigência da cultura. Para controle da ferrugem foram realizadas quatro aplicações de fungicida dos grupos químico Estrobirulina e Triazol. O controle de plantas daninhas em pós-emergência ocorreu dentro do período recomendado, da germinação até trinta dias após o plantio. Antes da semeadura realizou-se a dessecação das plantas daninhas com aplicação de 1,5 kg ha⁻¹ de glifosato (granulado) e em pós-emergência; aos 30 DAE, foi aplicado mais 1,5 kg ha⁻¹ de glifosato, com volume de calda de 100 L ha⁻¹.

As avaliações do teor de clorofila, massa seca da parte aérea, número de nódulos e massa seca de nódulos foram realizadas no estágio de pleno florescimento (R2), coletando-se amostras de quatro plantas por parcela. Foi avaliado o teor de clorofila em três folhas intactas, na região mediana de cada planta, no estágio de pleno florescimento, utilizando um clorofilômetro da marca ClorofiLOG (modelo CFL-1030), que estima o teor de clorofila de forma indireta, por meio da leitura de unidades SPAD. A massa seca da parte aérea foi obtida acondicionando-se as amostras em sacos de papel e levadas para

estufa de circulação forçada com temperatura de 65 °C até peso constante, conforme Pereira et al. (2014). O número de nódulos e a massa seca de nódulos foram obtidos por meio da retirada do sistema radicular de uma cova de aproximadamente 20 x 20 x 20 cm, tomando cuidado para não danificar o sistema radicular. Foi feita a lavagem e a coleta dos nódulos com auxílio de uma tesoura, separando-os das raízes, sendo posteriormente contado o número de nódulos das amostras. Em seguida, foram colocados em sacos de papel identificados e levados para estufa de circulação forçada com temperatura de 65 °C até peso constante. Após a secagem, obteve-se a massa seca de nódulos. A colheita foi realizada manualmente em 24 de fevereiro de 2017. Após, realizou-se a contagem do número de vagens e o número de grãos por vagem de quatro plantas de cada parcela. Na colheita, os grãos foram trilhados mecanicamente em trilhadeira estacionária motorizada. Após a trilha, os grãos foram limpos e peneirados manualmente, colocados em sacos de papel devidamente identificados. A umidade dos grãos foi então corrigida para 130 g kg⁻¹ água, em estufa de circulação forçada de ar, a 60 °C. Após correção da umidade, determinou-se a massa de mil grãos (g) em gramas e a produtividade de grãos (kg ha⁻¹).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANAVA), com nível de 5 % de probabilidade pelo Teste F, com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). As médias foram comparadas pelo Teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Resultados e discussão

Não foi observado efeito significativo dos tratamentos para a variável teor de clorofila total (CLO), porém as variáveis massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de nódulos (MSN) e número de nódulos (Nº nódulos) foram afetadas significativamente pelos tratamentos (TABELA 1).

Tabela 1. Médias das variáveis teor de clorofila total (CLO); massa seca da parte aérea (MSPA); massa seca de nódulos (MSN) e número de nódulos (Nº nódulos), sob diferentes formas e épocas de aplicação de 10 kg ha⁻¹ de N.

Tratamentos	Variáveis			
	CLO (SPAD)	MSPA (g planta ⁻¹)	Nº nódulos	MSN (g planta ⁻¹)
Sem N	46,20 a	24,71 b	86,25 c	0,44 a
N semeadura	46,55 a	36,06 a	91,00 b	0,47 a
N V2 cobertura	46,85 a	36,59 a	102,75 a	0,47 a
N V2 foliar	48,95 a	25,08 b	67,00 d	0,32 c
N V4 cobertura	47,26 a	18,78 b	85,50 c	0,33 c
N V4 foliar	47,75 a	31,48 a	75,50 c	0,37 b
N R1 cobertura	46,92 a	26,41 b	65,25 d	0,29 c
N R1 foliar	45,21 a	27,07 b	108,25 a	0,37 b
N R2 cobertura	45,77 a	25,01 b	107,25 a	0,45 a
N R2 foliar	46,26 a	26,63 b	81,25 c	0,41 a
C.V. (%)	3,37	17,23	7,14	10,46

*Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Para o índice de clorofila a aplicação dos tratamentos com N não alterou as leituras, não diferindo em relação à testemunha sem N. Os valores de leituras indiretas de clorofila no estágio de florescimento obtidos neste estudo variaram de 45,21 a 48,95, assemelhando-se aos obtidos por outros autores na cultura da soja (NOGUEIRA et al., 2010; SILVA et al. 2011; WERNER et al., 2016).

Quanto à variável massa seca da parte aérea, a testemunha diferiu dos tratamentos com aplicação de N na semeadura, N em V2 cobertura e N em V4 via foliar, com os respectivos valores de 36,06; 36,59 e 31,48 g planta⁻¹. O tratamento com N em V2 cobertura destacou-se, obtendo a maior massa seca de 36,59 g planta⁻¹ com 47 % de aumento em relação à testemunha que atingiu 24,71 g planta⁻¹.

Nota-se que a massa seca da parte aérea diferiu apenas nos tratamentos com aplicação de N em estádios iniciais da cultura. Este resultado pode estar associado ao fato de que o N aplicado após a floração é, em geral, utilizado diretamente para os grãos (ZILLI et al., 2010). O contrário ocorre antes da floração, em que o N é rapidamente incorporado em novas proteínas vegetativas, contribuindo para o crescimento e desenvolvimento vegetativo da planta (SALES et al., 2016).

Segundo Fagan et al. (2007), a fase de desenvolvimento que compreende os estádios que vão de V2 a V5 é o período em que os nutrientes são absorvidos em maior quantidade. Nesta fase as plantas apresentam uma maior exigência nutricional que é acentuada durante o período entre a floração e o início de enchimento de grãos, causando uma elevação na taxa de translocação da planta.

Werner et al. (2016), com avaliações em dois anos agrícolas, encontraram diferenças na massa seca total apenas em um ano agrícola para os tratamentos que receberam 45 kg ha⁻¹ de N aplicados em cobertura no estágio V2 e a testemunha sem N, com avaliações nos estádios V5 e R5. Verificou-se neste trabalho que o N disponibilizado no solo na semeadura e em V2 e via foliar no estágio V4 proporcionaram um maior acúmulo de massa seca.

Para o número de nódulos por planta os valores situaram-se entre 75,50 e 108,25. Observou-se que as plantas que receberam N no estágio V2 em cobertura e nos estádios R1 e R2 via foliar apresentaram maior número de nódulos em relação à testemunha e aos demais tratamentos. A aplicação de N foliar no estágio R1 apresentou o maior número de nódulos (108,25) entre todos os tratamentos, acréscimo de 44 % em relação às plantas que não receberam nenhuma suplementação com N.

O aumento observado no número de nódulos em decorrência da adubação nitrogenada em alguns estádios de desenvolvimento (V2, R1 e R2) é contrário ao que outros autores têm verificado. Viera Neto et al. (2008) e Nogueira et al. (2010) verificaram que plantas adubadas com N apresentaram redução na eficiência de colonização da bactéria *Bradyrhizobium*. Em estudos realizados por Stephens e Neyra (1983) constatou-se que a aplicação de fertilizante nitrogenado na forma de KNO₃ reduz a atividade da enzima nitrogenase em mais de 50 %. Isso ocorre devido ao nitrato e o nitrito acumulados a nível nodular inibirem a fixação de N devido à redução da disponibilidade de energia à bactéria. Entretanto, deve-se ressaltar que no presente estudo a dose utilizada foi de apenas 10 kg de N por hectare.

Parente et al. (2015), estudando duas variedades de soja que receberam 0, 10, 20, 30 e 40 kg ha⁻¹ de N na semeadura ou no estágio reprodutivo R1 (início do florescimento), verificaram que a cultivar BRS Valiosa RR também apresentou maior número de nódulos quando adubada no estágio R1 em comparação à adubação na semeadura. A adubação nitrogenada em R1, segundo esses autores, permitiu o desenvolvimento de um maior número de nódulos, resultado que corrobora o observado neste trabalho.

A massa seca de nódulos não diferiu entre a testemunha e os tratamentos que receberam N na semeadura, N em V2 cobertura, N em R2 cobertura e N em R2 foliar. Os tratamentos com N em V2 foliar, N em V4 cobertura e foliar, N em R1 cobertura e foliar proporcionaram menor massa de nódulos, diferindo-se dos demais. Parente et al. (2015), aplicando doses de até 40 kg ha⁻¹ de N em duas cultivares de soja, verificaram que a massa de nódulos da cultivar BRS Valiosa RR apresentou diferença significativa com valores mais elevados na adubação com N em R1 do que na semeadura. Isso demonstra que a adubação nitrogenada em R1 permitiu o desenvolvimento de uma maior massa de nódulos e com maior volume quando comparados com aplicação do fertilizante na semeadura. A menor formação de nódulos com aplicação de N pode ter ocorrido devido à redução na eficiência da bactéria *Bradyrhizobium* na presença de N mineral (VIEIRA NETO et al., 2008). Verifica-se que a aplicação de N nos estádios fenológicos V4 e R1, independente do modo de aplicação, reduziu a massa dos nódulos das plantas de soja. Por outro lado, a aplicação de N nos estádios fenológicos V2 em cobertura e R2 em cobertura e via foliar proporcionou aumentos na massa seca da parte aérea.

Observou-se efeito significativo dos tratamentos para todas as variáveis avaliadas após a colheita, ou seja, número de vagens por planta (NV), número de grãos por vagem (GPV), massa de mil grãos (M1000) e produtividade de grãos (PROD) (TABELA 2).

Tabela 2. Média das variáveis número de vagens por planta (NV), número de grãos por vagem (GPV), massa de mil grãos (M1000) e produtividade de grãos (PROD), sob diferentes formas e épocas de aplicação de 10 kg ha⁻¹ de N.

Tratamentos	Variáveis			
	NV	GPV	M1000 (g)	PROD (kg ha ⁻¹)
Sem N	58,25 a	2,07 b	111,66 a	3286,50 b
N semeadura	57,25 a	2,16 b	109,74 b	3472,23 b
N V2 cobertura	64,75 a	1,92 b	114,58 a	3621,73 b
N V2 foliar	47,00 b	2,60 a	116,49 a	4136,00 a
N V4 cobertura	47,25 b	2,26 b	108,66 b	3504,18 b
N V4 foliar	62,00 a	2,18 b	108,91 b	3739,31 b
N R1 cobertura	61,00 a	2,12 b	112,49 a	3610,06 b
N R1 foliar	58,00 a	2,60 a	112,49 a	3838,50 a
N R2 cobertura	53,50 b	2,52 a	109,41 b	3633,43 b
N R2 foliar	46,50 b	2,64 a	109,74 b	3558,25 b
C.V. (%)	12,63	13,46	3,96	6,74

* Médias seguidas das mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si com nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Fonte: Elaboração dos autores (2017).

A adubação com N na semeadura, a aplicação de N em cobertura em V2, a aplicação foliar em V4 e a aplicação em R1 resultaram nos maiores valores para número de vagens, superando os demais tratamentos, porém sem diferir da testemunha. O maior número de vagens foi observado na adição de N em V2 em cobertura e superou em 18,25 vagens por planta (39,2%) o menor número de vagens obtido com a aplicação foliar de N em R2.

Silva et al. (2011) verificaram aumento no número de vagens em doses até 40 kg ha⁻¹ de N na semeadura da soja, porém sem incremento na produtividade de grãos. Petter et al. (2012) também constataram aumento no número de vagens por planta aplicando doses de 20 e 40 kg ha⁻¹ de N no estágio fenológico R1 e verificaram que a máxima eficiência agrônômica foi obtida com a dose de 29,8 kg ha⁻¹ de N, obtendo média de 49,3 vagens por planta, um aumento de 6,7 % no número de vagens por planta em relação à testemunha.

Segundo Hungria (2006), o N é um elemento envolvido na síntese de clorofilas e compostos proteicos apresentando potencial para aumentar a capacidade das plantas em produzir gemas reprodutivas. No presente trabalho a dose de N aplicada nos diferentes estádios não aumentou o número de vagens em relação à testemunha.

Para a variável número de grãos por vagem verificou-se que houve diferença em relação à testemunha com a aplicação de N mineral em alguns tratamentos, assim como encontrado por Bhary et al. (2014).

A adubação via foliar com N em V2, R1 e R2 e em cobertura em R2 resultou em ganhos no número de grãos por vagem em relação aos demais tratamentos. Nestes tratamentos houve acréscimo médio de 0,52 no número de grãos por vagem em relação à testemunha.

O maior número de grãos por vagem foi obtido com aplicação foliar de N em R2 (2,64), 12,75% superior à testemunha com 2,07 grãos por vagem. Há de se destacar que independente do estágio da cultura as aplicações foliares resultaram em maior número de grãos por vagem.

No presente estudo, os tratamentos com N em V2 foliar e N em R1 foliar se destacaram obtendo média de 2,6 grãos por vagem, refletindo em maiores produtividades de grãos nesses tratamentos. Silva et al. (2011) não verificaram diferença nessa variável aplicando doses entre 10 e 40 kg ha⁻¹ de N na semeadura da soja, obtendo valores entre 1,73 e 1,93 grãos por vagem.

Para a variável massa de mil grãos verificou-se que a aplicação de N em V2 cobertura, N em V2 foliar, N em R1 cobertura e N em R1 foliar não diferiram estatisticamente da testemunha. O tratamento com aplicação de N em V2 foliar apresentou a maior massa de mil grãos, com valor de 4,14 % superior à testemunha. Os demais tratamentos, ou seja, N na semeadura, N em V4 foliar e cobertura e N em R2 foliar e cobertura obtiveram menor massa de mil grãos que a testemunha.

Bahry et al. (2014) também não encontraram resposta da aplicação de N mineral em vários estádios reprodutivos da soja para massa de mil grãos. Somente aplicações em estádios reprodutivos avançados, como R5.2, resultaram em aumento significativo nessa variável, comparado a aplicações em R1 e R3.

O aumento na massa de mil grãos pode estar relacionado ao maior acúmulo de proteína nos grãos, em função da maior síntese de aminoácidos ocasionada pela aplicação de N. Silva et al. (2011) não obtiveram diferenças significativas em área de primeiro cultivo na massa de cem grãos com a aplicação das doses 0, 10, 20, 30 e 40 kg ha⁻¹ de N na semeadura da soja em dois anos de cultivo. Corrobora tais autores o resultado do presente trabalho, em que a dose de N aplicada não proporcionou diferença estatística na massa de mil grãos em relação à testemunha.

A adubação foliar em V2 ou R1 resultou nas maiores produtividades de grãos da soja. O tratamento adubação foliar em V2 atingiu a produtividade de 4.136 kg ha⁻¹ e superou a testemunha em 12,58 %, gerando um ganho de 849,5 kg ha⁻¹, ou seja, 14,16 sacas ha⁻¹. No tratamento com N em R1 foliar o ganho foi de 552 kg ha⁻¹, ou seja, 9,2 sacas ha⁻¹.

Bahry et al. (2014) somente constataram efeito do N em doses acima de 30 kg ha⁻¹, independente da época de aplicação. Schefer et al. (2016) verificaram resposta de 11,43 sacas por hectare com aplicações de N em R3 e R5, com uma dose de 45 kg ha⁻¹.

Resultados diferentes do presente trabalho foram obtidos por outros autores, como Werner et al. (2016), que aplicaram a dose de 45 kg ha⁻¹ de N, Silva et al. (2011) e Parente et al. (2015), que aplicaram doses de até 40 kg ha⁻¹ de N em cobertura e Franchini et al. (2015), que aplicaram 30 kg ha⁻¹ de N. Os autores Zilli et al. (2010), na média de dois anos de semeadura, verificaram que os tratamentos apenas inoculados produziram de forma estatisticamente igual ao tratamento nitrogenado.

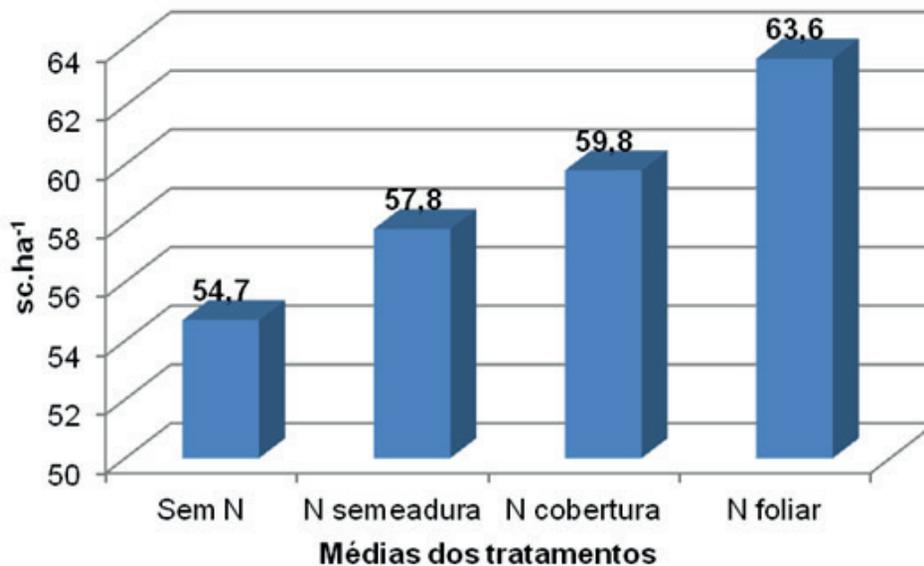
Em trabalho realizado por Hungria, Campo e Mendes (2007) houve redução na produtividade da soja com a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N. Os autores Petter et al. (2012), com aplicações de 80 kg ha⁻¹ e 160 kg ha⁻¹ de N via solo, verificaram redução na produtividade de soja. Altas doses de N, aplicadas via solo ou foliar, de acordo com esses autores, podem causar redução da nodulação e, com isso, uma baixa eficiência na FBN, além de fitotoxidez nas folhas, com acentuada redução na produtividade de grãos da cultura da soja.

Diferentemente dos autores citados, no presente trabalho, a aplicação de N obteve resultados complementares à FBN em todos os tratamentos, com aumento de produtividade de grãos, destacando-se estatisticamente os tratamentos V2 e R1 foliar. Hungria et al. (2006) relatam que a demanda de N para a soja, visando a altas produtividades, não é totalmente suprida pela FBN, sendo este um nutriente estimulador para absorção de outros nutrientes pela planta.

Conforme Amado et al. (2010), a aplicação de N mineral na fase vegetativa da soja tem sido uma alternativa de complementação à FBN. Os autores também relatam que nos estádios vegetativos de V2 a V5 as plantas apresentam maior exigência de nutrientes. Assim, há acúmulo de nutrientes nas fases de desenvolvimento das plantas que serão translocados no período reprodutivo para os grãos, resultando em maiores teores de proteína e peso. Porém, a demanda por nutrientes nos estádios reprodutivos, da floração até o enchimento de grãos, também continua alta, fato que corrobora este trabalho, uma vez que se obteve aumento significativo de produtividade nos tratamentos com N em V2 e R1 foliar.

A Figura 2 representa as médias de produtividade convertidas em sacas por hectare e agrupadas de acordo com a forma de aplicação de N. Pode-se observar que além da produtividade ter sido superior em todos os tratamentos em relação ao controle, a soja produziu mais, em média, quando recebeu aplicação de N via foliar. Na sequência, produziu mais quando recebeu N em cobertura e, por último, em semeadura.

Figura 2. Média de produtividade em sacas por hectare (sc ha⁻¹) para os tratamentos controle, aplicação na semeadura, cobertura ou via foliar.



Fonte: Elaboração dos autores (2017).

Conclusões

A aplicação de 10 kg ha⁻¹ de N via foliar no estágio V2 aumenta o número de vagens, massa de mil grãos e a produtividade da soja.

A adubação nitrogenada via foliar nos estádios V2 ou R1 mostraram-se mais eficiente em elevar os rendimentos da cultura da soja.

Forms and stages of Nitrogen fertilization on soybean development and yield

Abstract

The objective was to verify the effect of the application of mineral Nitrogen (N) in the dose of 10 kg per hectare, via soil and foliar, in different stages of soybean development. The experiment was conducted in commercial soybean growing area, in the city of Sinop (MT), in randomized block design, with ten treatments and four replicates. The studied treatments were: control without N, application via soil in sowing, V2 to the cover, V2 via foliar, V4 via cover, V4 via foliar, R1 via cover, R1 via foliar, R2 via cover and R2 via foliar. The following variables were assessed: chlorophyll content, dry mass of aerial part, number of nodules, dry mass of nodules, number of pods, number of grains per pod, mass of a thousand grains and yield. The treatments with N application differed from the control on all attributes, except for chlorophyll content. For the variables number of pods per plant, number of grains per pod, mass of a thousand grains and grain yield, all treatments with N application were superior to the control and the highest responses were obtained when the N was applied via foliar in V2 and R1 stages.

Keywords: *Glycine Max.* Mineral Nitrogen. Nodulation. Foliar fertilization.

Referências

- AMADO, T. J. C.; SCHLEINDWEIN, J. A.; FIORIN, J. E. Manejo do solo visando à obtenção de elevados rendimentos de soja sob sistema plantio direto. In: THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. (Org.). **Soja: manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre, UFRGS, 2010. p. 35-97.
- BAHRY, C. A.; NARDINO, M.; VENSKE, E.; FIN, S. P.; ZIMMER, P. D.; SOUZA, V. Q.; CARON, B. O. Efeito do nitrogênio suplementar sobre os componentes de rendimento da soja em condição de estresse hídrico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 2, 2014. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/4111>>. Acesso em: 22 jul. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2014000200019>.
- BRANDELERO, E. M.; PEIXOTO, C. P.; RALISCH, R. Nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 581-588, 2009. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/html/4457/445744093008/>>. Acesso em: 25 set. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2009v30n3p581>.
- BRITO, L. F. D.; PACHECO, R. S.; SOUZA FILHO, B. F. D.; FERREIRA, E. P. D. B.; STRALIOTTO, R.; ARAÚJO, A. P. Response of common bean to rhizobium inoculation and supplemental mineral nitrogen in two Brazilian Biomes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 4, p. 981-992, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832015000400981&script=sci_arttext&tIng=PT>. Acesso em: 22 maio 2017. DOI: 10.1590/01000683rbc20140322.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grão: nono levantamento junho/2017**. Brasília: Conab, 2016. Disponível em: <www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/9levantamentojunho2017.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2017.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. (Sistemas de Produção, n. 15).
- FAGAN, E. B.; MEDEIROS, S. L. P.; MANDRON, P. A.; CSAROLI, D. Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja. **Revista FZVA**, Uberaba, v. 14, n. 1, p. 89-106, 2007. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/view/2481/0>>. Acesso em: 02 jun. 2017.
- FERREIRA, A. S.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; WERNER, F.; ZUCARELI, C.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H. Plant density and mineral nitrogen fertilization influencing yield, yield components and concentration of oil and protein in soybean grains. **Bragantia**, Campinas, v. 75, n. 3, p. 362-370, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052016000300362&script=sci_arttext>. Acesso em: 02 jun. 2017. DOI: 10.1590/1678-4499.479.
- FRANCHINI, J. C.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Desempenho da soja em consequência de manejo de pastagem, época de dessecação e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 12, p. 1131-1138, 2015. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/21110>>. Acesso em: 22 maio 2017. DOI: 10.1590/S0100-204X2015001200002.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2015. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001.

GESTEIRA, G. S.; ZAMBIAZZI, E. V.; BRUZI, A. T.; SOARES, I. O.; REZENDE, P. M.; SILVA, K. B. Seleção fenotípica de cultivares de soja precoce para a Região Sul de Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 7, p. 79-88, 2015. Disponível em: <<https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/730>>. Acesso em: 10 set. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v7n32015730>.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 82p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/468512>>. Acesso em: 20 maio 2016.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; CAMPO, R. J.; CRISPINO, C. C.; MORAES, J. Z.; SIBALDELLI, R. N.; MENDES, I. C.; ARIHARA, J. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N₂ fixation and of N fertilizer to grain yield. **Canadian Journal of Plant Science**, Toronto, v. 86, n. 4, p. 927-939, 2006. Disponível em: <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.4141/P05-098#.XD4ZHix7nIU>>. Acesso em: 12 jun. 2017. DOI: <https://doi.org/10.4141/P05-098>.

NOGUEIRA, P. D. M.; SENA JÚNIOR, D. G.; RAGAGNIN, V. A. Clorofila foliar e nodulação em soja adubada com nitrogênio em cobertura. **Global Science and Technology**, Rio Verde, v. 3, n. 2, p. 117-124, 2010. Disponível em: <<http://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/260>>. Acesso em: 10 set. 2017.

PARENTE, T. L.; LAZARINI, E.; CAIONI, S.; PIVETTA, R. S.; SOUZA, L. G. M.; BOSSOLANI, J. W. Adubação nitrogenada em genótipos de soja associada à inoculação em semeadura direta no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 10, n. 2, p. 249-255, 2015. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/115779>>. Acesso em: 22 jun. 2017. DOI: 10.5039/agraria.v10i2a5320.

PEREIRA, C. S.; MAIA, L. F. P.; PAULA, F. S. Aplicação de extrato etanólico de própolis no crescimento e produtividade do feijoeiro comum. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 1, p. 98-104, 2014. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/4137>>. Acesso em: 02 jul. 2017. DOI: 10.1590/S0034-737X2014000100013.

PETTER, F. A.; PACHECO, L. P.; ALCÂNTARA NETO, F. de; SANTOS, G. G. Respostas de cultivares de soja à adubação nitrogenada tardia em solos de cerrado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 67-72, 2012. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/2371/237123860010.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2017.

PIEROZAN, C.; FAVARIN, J. L.; ALMEIDA, R. E. M. de; OLIVEIRA, S. M. de; LAGO, B. C.; TRIVELIN, P. C. O. Uptake and allocation of nitrogen applied at low rates to soybean leaves. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 39, n. 1-2, p. 83-94, 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-015-2468-7>>. Acesso em: 22 ago. 2017. DOI: 10.1007/s11104-015-2468-7.

ROLIM, G. S.; CAMARGO, M. B. P.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. Classificação climática de Koppen e Thornthwaite e sua aplicabilidade da determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/bragantia/volumesonline.php>>. Acesso em: 10 ago. 2017. DOI: 10.1590/S0006-87052007000400022.

SALES, P. V. G.; SALES, V. H. G.; PELÚZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.; SALES, A. C. R. C. Effect of pods' position on the protein content in soybean grains at low latitude. **Journal Bioenergy and Food Science**, Macapá, v. 3, n. 4, p. 216-221, 2016. Disponível em: <<http://periodicos.ifap.edu.br/index.php/JBFS/article/viewFile/102/154>>. Acesso em: 02 set. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18067/jbfs.v3i4.102>.

SILVA, A. F.; CARVALHO, M. A. C.; SCHONINGER, E. L.; MONTEIRO, S.; CAIONE, G.; SANTOS, P. A. Doses of inoculant and nitrogen at sowing of soybean in first cultivation area. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 404-412, 2011. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/8067/7555>>. Acesso em: 17 fev. 2017.

SCHEFER, A.; CIPRIANI, K.; CERICATO, A.; SORDI, A.; LAJÚS, C. R. Eficiência técnica e econômica da cultura da soja submetida à aplicação de fertilizantes nitrogenados em semeadura e cobertura. **Scientia Agraria**, Londrina, v. 17, n. 2, p. 14-20, 2016. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6113587>>. Acesso em: 02 set. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v17i2.45413>.

STEPHENS, B. D.; NEYRA, C. A. Nitrate e nitrite reduction in relation to nitrogenase activity in soybean nodules and *Rhizobium japonicum* bacteroids. **Plant Physiology**, Amesterdã, v. 71, n. 4, p. 731-735, 1983. Disponível em: <<http://www.plantphysiol.org/content/plantphysiol/71/4/731.full.pdf>>. Acesso em: 02 set. 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1104/pp.71.4.731>.

VIEIRA NETO, S. A.; PIRES, F. R.; MENEZES, C. C. E.; MENEZES, J. F. S.; SILVA, A. G.; SILVA, G. P.; ASSIS, R. L. Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos sobre a nodulação da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 861-870, 2008. Disponível em: <<http://repositorio.ufes.br/jspui/bitstream/10/750/1/40.pdf>>. Acesso em: 22 maio. 2017. DOI: 10.1590/S0100-06832008000200040.

WERNER, F.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; FERREIRA, A. S.; SILVA, M. A. D. A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. Soybean growth affected by seeding rate and mineral nitrogen. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 8, p. 734-738, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662016000800734&script=sci_arttext>. Acesso em: 12 set. 2017. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v20n8p734-738.

ZILLI, J. E.; GIANLUPPI, V.; CAMPO, R. J.; ROUWS, J. R. C.; HUNGRIA, M. Inoculação da soja com Bradyrhizobium no sulco de semeadura alternativamente à inoculação de sementes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p. 1875-1881, 2010. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/html/1802/180217297011/>>. Acesso em: 12 ago. 2017. DOI: 10.1590/S0100-06832010000600011.

Submetido em: 30/08/2017.

Aceito em: 21/11/2017.

Como citar:

ABNT

PEREIRA, C. S.; TRENTIN FILHO, M. G.; FIORINI, I. V. A.; PEREIRA, H. D.; ROCHA, J. R.; LANGE, A. Formas e estádios de aplicação de adubação nitrogenada no desenvolvimento e produtividade da soja. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 4, p. 99-112, dez. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181259>

APA

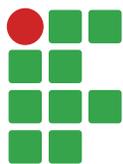
PEREIRA, C. S., TRENTIN FILHO, M. G., FIORINI, I. V. A., PEREIRA, H. D., ROCHA, J. R. & LANGE, A. (2018). Formas e estádios de aplicação de adubação nitrogenada no desenvolvimento e produtividade da soja. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (4), 99-112. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181259>

ISO

PEREIRA, C. S.; TRENTIN FILHO, M. G.; FIORINI, I. V. A.; PEREIRA, H. D.; ROCHA, J. R. E LANGE, A. Formas e estádios de aplicação de adubação nitrogenada no desenvolvimento e produtividade da soja. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 4, pp. 99-112. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181259>

VANCOUVER

Pereira CS, Trentin Filho MG, Fiorini IVA, Pereira HD, Rocha JR, Lange, A. Formas e estádios de aplicação de adubação nitrogenada no desenvolvimento e produtividade da soja. *Rev agrogeoambiental*. 2018 dez.; 10(4): 99-112. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181259>



Avaliação sustentável de biogás em unidade de produção de suínos e seu reaproveitamento energético

Diego Bedin Marin¹

Alessandro Vieira Veloso²

Matheus Campos Mattioli³

Jefferson Francisco Soares⁴

Resumo

Objetivou-se neste trabalho analisar, em quantidade e em qualidade, o biogás proveniente de uma unidade de produção de suínos, relatando o seu reaproveitamento energético. A quantidade de biogás produzida nos biodigestores foi determinada pela demanda do conjunto motor gerador. No que se refere às análises qualitativas do biogás, utilizou-se do kit portátil para análise da concentração de gases em biogás, que permite as análises de gás sulfídrico (H_2S), amônia (NH_3), gás carbônico (CO_2) e metano (CH_4). Pelos resultados obtidos tem-se que a estimativa da produção diária de biogás foi de 1.178,40 m³. Considerando as concentrações de amônia presentes no biogás, os valores encontrados foram iguais a zero para três das 10 amostragens realizadas; em uma amostragem, o valor obtido foi igual a 15 ppmV (partes por milhão por volume); em seis amostragens, os valores obtidos foram de 175 ppmV. O número de amostragens realizadas também foi 10 para as concentrações de gás sulfídrico e foram encontradas as concentrações de 610 ppmV em nove observações. Por sua vez, em apenas uma das análises, foi encontrada a concentração de 460 ppmV. Em tempos de adequação à legislação ambiental e na busca pela sustentabilidade, o processo de biodigestão anaeróbia pela implementação de biodigestores representa uma opção para o manejo e tratamento da biomassa residual da atividade suinícola, produzindo a geração de impactos positivos no meio rural.

Palavras-chave: Construções. Dejetos de suínos. Energia Renovável. Suinocultura. Sustentabilidade.

Introdução

Há séculos o homem pratica a agricultura, a qual pode ser sumarizada pela manipulação dos sistemas naturais, modificando a paisagem e estrutura organizacional desses sistemas para fins de produção de plantas e animais. A agricultura vem se intensificando na atualidade devido à demanda, cada vez mais crescente, da população, de alimentos e matéria-prima (GARCIA, 2001; ODUM, 1995).

Assim como toda atividade de produção, a agricultura também é consumidora de energia e, além da energia encontrada livremente na natureza, a agricultura utiliza grande quantidade de energia adicionada pelo homem, principalmente a energia advinda de combustíveis fósseis. Esse modelo

1 Universidade Federal de Lavras, bolsista de mestrado. db.marin@hotmail.com. Av. Doutor Sylvio Menicucci, 1001, Caixa Postal 3037, Lavras (MG), CEP 37200-000.

2 Universidade Federal de Lavras, professor. alessandro.veloso@deg.ufla.br.

3 Universidade Federal de Lavras, bolsista de doutorado. mattioli-cmatheus@hotmail.com.

4 Universidade Federal de Lavras, bolsista de doutorado. mattioli-jefferson_fsoares@live.com.

de produção associado à demanda cada vez maior da sociedade potencializa a escassez dos recursos naturais, comprometendo a sustentabilidade dos agroecossistemas (SANTOS; SIMON, 2010).

Neste cenário, o consumo de energia, por estar presente em todas atividades produtivas, causa inevitavelmente impacto sobre o meio ambiente. Logo, faz-se necessário melhorar a eficiência na transformação e distribuição, bem como descentralizar a produção de energia para que se obtenha maior sustentabilidade dos sistemas de produção (COSTA; BUENO, 2010).

Assim sendo, é importante considerar a atividade suinícola que, nas últimas décadas, alcançou altos níveis de produção com o crescimento no uso dos sistemas confinados, os quais preveem grande concentração de animais em pequeno espaço, gerando uma grande quantidade de poluente de forma localizada, podendo ocasionar uma degradação ambiental (ORRICO JÚNIOR et al., 2011).

Diante dessa questão ambiental, há diversas tecnologias para o manejo e tratamento dos resíduos, entre elas, o processo de biodigestão anaeróbia, especialmente pela implantação de biodigestores (ESPERANCINI et al., 2007), que podem proporcionar inúmeros benefícios, como a geração de energia renovável, produção de biofertilizante, bem como a mitigação da poluição do ar, solo e água (ANGONESE et al., 2007).

De acordo com Veloso et al. (2012), todo processo de produção gera resíduos e todo resíduo armazena determinada quantidade de energia, desta forma, os sistemas de produção, inclusive a suinocultura, podem transformar resíduos em energia, diminuindo seu custo de produção e, conseqüentemente, mitigando o seu impacto ambiental.

No presente trabalho, objetivou-se analisar, em quantidade e em qualidade, o biogás proveniente de uma unidade de produção de suínos, relatando o seu reaproveitamento energético.

Material e métodos

Caracterização da unidade de produção de suínos

O estudo foi desenvolvido na Granja Niterói (FIGURA 1), que possui sistema de produção de suínos de ciclo completo, localizada no município de Lavras, estado de Minas Gerais (VELOSO, 2014).

Figura 1. Delimitação do sistema de produção estudado. Observações: A = galpões do setor de reprodução; B = galpões do setor de maternidade; C = galpões do setor de creche; D = galpões do setor de crescimento-terminação; E = tanque de equalização; F = caixa difusora de fluxo; G = biodigestores; H = lagoa de estabilização; I = conjunto motor gerador de eletricidade; J = fábrica de ração; L = caixas de água; M = silos; N = residência; O = refeitório e vestiário; P = composteira.



Fonte: Veloso (2014).

As edificações suinícolas (“A”, “B”, “C” e “D”, FIGURA 1) que compõem o sistema de produção totalizam 5.974 m² de área interna, onde são alojados 5.955 animais, entre os quais estão 411 matrizes e quatro cachaços.

As instalações para o confinamento de suínos (“A”, “B”, “C” e “D”, FIGURA 1) são compostas por 15 galpões construídos, em grande parte, de alvenaria, os quais apresentam pés-direitos de 3,0 m. Essas edificações estão orientadas na direção leste-oeste, possuindo coberturas em telhas de fibrocimento de 6,0 mm de espessura, que estão suportadas por tesouras metálicas, as quais estão apoiadas em pilares de concreto. Visando impedir a entrada da água da chuva, os galpões são dotados de beirais com 0,90 m.

Estas edificações (“A”, “B”, “C” e “D”, FIGURA 1) estão divididas em função da fase de vida e atividade, sendo diferenciadas em galpões para o setor de reprodução (pré-cobrição, cobrição e gestação), setor de maternidade, setor de creche e setor de crescimento-terminação.

Nos galpões de produção (“A”, “B”, “C” e “D”, FIGURA 1), são identificados os pisos parcialmente ripados e o piso compacto, cada um com suas peculiaridades no que se refere à coleta e remoção de dejetos.

Os resíduos são manejados na forma líquida e coletados em um fosso, situado na parte inferior das edificações, de onde são escoados, pela ação da gravidade, para um tanque de equalização (“E”, FIGURA 1), por meio de tubulações de policloreto de vinila (PVC). A produção diária de biomassa residual é de 54,85 m³.

O sistema de tratamento de resíduos é constituído por um tanque de equalização, dois biodigestores e uma lagoa de estabilização (“E”, “G” e “H”, FIGURA 1).

O tanque de equalização (“E” FIGURA 1 e FIGURA 2) possui 210,33 m³ de volume, tendo a base menor (fundo) dimensões de 11 x 6 m, a base maior (borda superior do tanque) dimensões de 15 x 10 m, com profundidade de 2 m. Essa estrutura dispõe de um conjunto motobomba helicoidal de 25 m³ h⁻¹ de vazão e 15 cv de potência, que propicia a elevação do efluente até uma caixa difusora de fluxo construída em polietileno (“F”, FIGURA 1), que distribui os resíduos para dois biodigestores, localizados em nível mais elevado na propriedade.

Figura 2. Tanque de equalização



Fonte: Veloso (2014).

Dois biodigestores modelo canadense (“G”, FIGURA 1 e FIGURA 3) realizam o tratamento dos resíduos. A parte subterrânea de cada biodigestor possui formato de tronco de pirâmide invertida, tendo a base menor (fundo do biodigestor) dimensões de 27 x 12 m, a base maior (superior) dimensões de 32 x 17 m e profundidade de 2,5 m, perfazendo volume de 1.073,19 m³, sendo cobertos com geomembranas flexíveis (gasômetros) de policloreto de vinila (PVC), que apresentam 1,0 mm (1.000 μm) de espessura.

Figura 3. Biodigestores Modelo Canadense



Fonte: Veloso (2014).

Após um tempo de retenção hidráulica (TRH) de 30 dias nos biodigestores, os resíduos são escoados, por gravidade, por meio de tubos de policloreto de vinila (PVC) de 200 mm para uma lagoa de estabilização (“H”, FIGURA 1 e FIGURA 4), que tem o formato elíptico, apresentando eixo maior de 60 m, eixo menor de 31 m, profundidade de 3,5 m e volume de 20.451,82 m³.

Figura 4. Lagoa de Estabilização



Fonte: Veloso (2014).

As paredes laterais e os fundos do tanque de equalização, dos biodigestores e da lagoa de estabilização são revestidos com lona de impermeabilização de policloreto de vinila (PVC), que possui 0,8 mm (800 μ m) de espessura.

A planta de geração de eletricidade (“I”, FIGURA 1 e FIGURA 2) é constituída pelo motor de combustão interna (máquina primária), que é responsável por gerar a energia mecânica e pelo gerador síncrono, que transforma a energia mecânica proveniente do motor em energia elétrica.

Figura 5. Conjunto motor gerador de eletricidade. Observação: A = motor Mercedes Benz; B = gerador de eletricidade; C = sistema de purificação do biogás; D = painel de controle.



Fonte: Veloso (2014).

O biogás é conduzido do biodigestor até o conjunto motor gerador por tubulação de policloreto de vinila (PVC), que contém pontos de purga d'água, para remoção de umidade, que se desenvolve na biodigestão anaeróbia. Além disso, com o objetivo de se evitar o efeito corrosivo do gás sulfídrico ou sulfeto de hidrogênio (H_2S), são utilizados filtros de limalha de ferro para a purificação do biogás ("C" da Figura 2), pois conforme descreveram Souza et al. (2008) e Martins e Oliveira (2011), esse gás ocasiona danos à conversão de energia, bem como a corrosão dos componentes do sistema.

O motor do conjunto gerador é de combustão interna, marca Mercedes Benz®, modelo 352 (motor diesel adaptado a Otto), para o uso do biogás como combustível, o qual, de acordo com o fabricante, apresenta potência variando de 92 a 141 kW e um consumo aproximado de $49,10 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ ("A" da Figura 2).

O gerador de eletricidade é trifásico da marca WEG (“B” da Figura 2), modelo GTA 201 AI HE, 220/380 VCA (Volts em Corrente Alternada), 3.600 rpm, 60 Hz, com capacidade nominal de geração de 125 kVA (100 kW). Para cálculos de geração de energia elétrica em baixa tensão, considerando-se um fator de potência de 0,8 ($\cos\phi$), esse gerador apresenta potência eficaz de 100 kVA (80 kW) (CERVI et al., 2010).

O período de funcionamento do conjunto motor gerador é de 24 horas por dia.

Análise quantitativa da produção de biogás

A quantidade de biogás produzida nos biodigestores foi determinada pela demanda do conjunto motor gerador, analogamente ao que foi descrito por Martins e Oliveira (2011) e Cervi et al. (2010).

Análise qualitativa da produção de biogás

Utilizou-se do kit portátil para análise da concentração de gases em biogás (KUNZ; SULZBACH, 2007), o qual permite a análise de gás sulfídrico (H_2S), amônia (NH_3), gás carbônico (CO_2) e metano (CH_4).

O kit portátil possibilita que por meio de um método analítico colorimétrico ou volumétrico um volume específico de biogás entre em contato com determinados reagentes. Desta forma, é possível fazer a análise colorimétrica das concentrações de gás sulfídrico e amônia presentes no biogás, sendo que as concentrações de gás carbônico são obtidas por método volumétrico, e a concentração de metano obtida por diferença (mas, primeiramente, seguindo-se as especificações do manual de análise do kit, determinaram-se as concentrações de CO_2).

Além do manual de análise, o kit portátil é composto por: tabela colorimétrica para determinação da concentração de gases; reagentes para realização das análises; seringas amostradoras; frascos para reação química e comparação de cor; saco amostrador para coleta da amostra de biogás, que será utilizado para todas as análises; conjunto de seringas para determinação de metano por meio do método volumétrico.

No período de janeiro a março de 2016, foram realizadas 10 amostragens de biogás, sendo que os dados resultantes dessas amostragens foram tabulados e submetidos em planilhas do aplicativo Excel obtendo-se, assim, os valores médios para a concentração de H_2S , NH_3 , CO_2 e CH_4 .

Resultados e discussão

A estimativa da produção diária de biogás foi de 1.178,40 m³. Na propriedade estudada, essa totalidade é consumida pelo grupo motor gerador, que converte a energia química do biogás em eletricidade, atendendo a toda demanda energética da unidade de produção, incluindo uma residência.

Como a suinocultura é uma atividade sujeita à volatilidade do mercado, a produção de biogás representa uma opção de economia para o setor produtivo, visto que a sua energia química pode ser convertida em energia térmica e/ou elétrica, as quais podem ser utilizadas para o abastecimento das unidades de produção (MARTINS; OLIVEIRA, 2011).

Com a produção descentralizada de energia elétrica pela propriedade rural, haverá menor dependência da energia proveniente da concessionária local, sendo também possível a comercialização do excesso de eletricidade. Contudo, um fator limitante da viabilidade técnica do sistema de geração de eletricidade é o número de animais na unidade de produção, que não deve ser inferior a 500 unidades, além de outros fatores que envolvem, por exemplo, a demanda de energia de instalações e

equipamentos, a capacidade de investimento do produtor e o domínio técnico do sistema de geração (MARTINS; OLIVEIRA, 2011).

Um ponto importante a ser considerado é que a energia elétrica encontra-se em destaque em todos os setores da economia mundial, além de ser um importante insumo básico para o desenvolvimento do Brasil, que tem na hidroeletricidade sua principal fonte energética. Entretanto, é com frequência que empreendimentos hidrelétricos têm se revelado insustentáveis no Brasil e no mundo, em virtude dos inúmeros problemas ambientais e sociais (CRUZ; SILVA, 2010).

Desta forma, considerando o crescente interesse pelo aproveitamento energético dos resíduos oriundos da biomassa (AVACI et al., 2013; XAVIER; LUCAS JÚNIOR, 2010; CONVERTI et al., 2009), a possibilidade de criação de fontes de energia descentralizadas e em pequena escala é fundamental para o desenvolvimento sustentável. Assim, unidades que utilizam fontes renováveis e não demandam alta tecnologia para instalação e/ou mão de obra especializada para sua execução são soluções para produtores rurais, que podem diminuir sua dependência de energia das concessionárias de eletricidade (CERVI et al., 2010).

Esperancini et al. (2007) demonstram que estudos nessa área podem servir de base para o desenvolvimento de políticas públicas direcionadas ao aproveitamento de biomassa para a produção de energia a baixo custo.

Considerando as concentrações de amônia presentes no biogás, em três das 10 amostragens realizadas, os valores encontrados foram iguais a zero; em uma amostragem, o valor obtido foi igual a 15 ppmV (partes por milhão por volume) e em seis amostragens os valores obtidos foram de 175 ppmV.

No que se refere às concentrações de gás sulfídrico, o número de amostragens realizadas também foram 10 e, em nove observações, foram encontradas as concentrações de 610 ppmV. Por sua vez, em apenas uma das análises foi encontrada a concentração de 460 ppmV.

Em relação à concentração de metano, o valor médio encontrado foi de 68,42%, enquanto o valor médio observado para a concentração de gás carbônico foi de 31,58%.

Diante disso, é importante destacar que o biogás produzido nos biodigestores por meio da biodigestão anaeróbia consiste de uma mistura de metano, dióxido de carbono, traços de vapor de água, sulfeto de hidrogênio, nitrogênio, oxigênio, hidrogênio, monóxido de carbono, amônia, mercaptanas, entre outros (GALBIATTI et al., 2010; PRADO et al., 2010; PRADO; CAMPOS, 2008).

De acordo com Lansing et al. (2008), a composição do biogás obtida nos biodigestores é: 50 a 70 % de metano, 30 a 40 % de dióxido de carbono, 1,0 % de hidrogênio, 0,5 % de nitrogênio, 0,1 % de monóxido de carbono, 0,1 % de oxigênio e 0,1 % de sulfeto de hidrogênio.

Em se tratando da produção de energia renovável, o metano é o combustível por excelência, e o biogás é tanto mais puro e mais energético quanto maior o teor de metano (PRADO; CAMPOS, 2008; CHERNICHARO, 1997).

Portanto, se a conversão da energia química do biogás em energia térmica ou elétrica é pretendida, deve-se prever um custo adicional para purificação do biogás (CHERNICHARO, 1997), uma vez que teores de gás sulfídrico variando de 300 a 500 partes por milhão (ppm) podem ocasionar danos à conversão de energia (HOLM-NIELSEN et al., 2009).

Conclusão

A conversão da energia química do biogás em eletricidade, ou seja, os 1.178,40 m³ de biogás produzidos diariamente na unidade de produção são convertidos em energia elétrica, que atende a toda demanda do local de 13.780 kW por mês.

Essa conversão de energia só é possível pela porcentagem de metano, que é o combustível renovável por excelência. No presente trabalho o valor dessa porcentagem foi de 68,42 %, que está acima do recomendado pela literatura pertinente que é de 65 %.

Em tempos de busca pela sustentabilidade ambiental, o processo de biodigestão anaeróbia pela implementação de biodigestores representa uma opção para o manejo e tratamento da biomassa residual da atividade suinícola.

Sustainable assessment of biogas in a swine production unit and its reuse of energy

Abstract

This study aimed to analyze quantitative and qualitatively the biogas from a swine production unit, reporting the energy reuse. The amount of biogas produced in the biodigesters was determined by the generator set demand. In regarding to the biogas qualitative analysis, a portable kit was used to analyze the concentration of gases in biogas; this portable kit allows the analysis of sulfuric gas (H₂S), ammonia (NH₃), carbon dioxide (CO₂) and methane (CH₄). The results obtained present an estimated daily production of biogas of 1.178,40 m³. Considering the concentrations of ammonia in the biogas, the results indicate the values found were equal to zero in three of the 10 samplings, in one sample the value obtained was 15 ppmV (parts per million by volume), and in six samples the values obtained were 175 ppmV. For sulfuric gas concentrations, ten samplings were also carried out. For nine samplings, the concentration found was 610 ppmV, and for one sampling the concentration found was 460 ppmV. In times of adaptation to environmental legislation and for sustainability reasons, the process of anaerobic biodigestion represents an option for the management and treatment of swine residual biomass, positively impacting the rural area.

Keywords: Constructions. Swine waste. Renewable energy. Swine breeding. Sustainability.

Referências

ANGONESE, A. R.; CAMPOS, A. T.; WELTER, R. A. Potencial de redução de emissão de equivalente de carbono de uma unidade suinícola com biodigestor. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 648-657, set./dez. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v27n3/a07v27n3.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2016.

AVACI A. B.; SOUZA S. N. M.; CHAVES L. I.; NOGUEIRA C. E. C.; NIEDZIALKOSKI R. K.; SECCO D. Avaliação econômico-financeira da microgeração de energia elétrica proveniente de biogás da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 4, p. 456-452, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n4/a15v17n4.pdf>>. Acesso em: 05 ago. 2016.

CERVI, R. G.; ESPERANCINI, M. S. T.; BUENO, O. C. Viabilidade econômica da utilização do biogás produzido em granja suinícola para geração de energia elétrica. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 5, p. 831-844, set./out. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v30n5/v30n5a06.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2016.

CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios**. Belo Horizonte: UFMG: DESA, 1997. 246p.

CONVERTI, A.; OLIVEIRA, R. P. S.; TORRES, B. R.; LODI, A.; ZILLI, M. Biogas production and valorization by means of a two-step biological process. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 100, n. 23, p. 5771-5776, 2009.

COSTA, Z. F.; BUENO, O. C. Análise das eficiências energética e econômica da produção de leite bovino em explorações familiares na região de Botucatu, estado de São Paulo. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 57, n. 2, p. 37-48, abr./maio/jun. 2010. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/ftpiea/publicacoes/rea/2010/rea2-3-2010.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2016.

CRUZ, C. B.; SILVA, V. P. Grandes projetos de investimento: a construção de hidrelétricas e a criação de novos territórios. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 22, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v22n1/13.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2016.

ESPERANCINI, M. S. T.; COLEN F.; BUENO O. C.; PIMENTEL A. E. B.; SIMON E. J. Viabilidade técnica e econômica da substituição de fontes convencionais de energia por biogás em assentamento rural do estado de São Paulo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 110-118, jan./abr. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v27n1/04.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2016.

GARCIA, M. A. Ecologia aplicada a agroecossistemas como base para a sustentabilidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 213, p. 30-38, nov./dez. 2001.

GALBIATTI, J. A.; CAMELO, A. D.; SILVA, F. G.; GERARDI, E. A. B.; CHICONATO, D. A. Estudo qualitativo do biogás produzido por substratos em biodigestores tipo batelada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 4, p. 432-437, 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v14n4/v14n04a13.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2016.

HOLM-NIELSEN, J. B.; AL SEADI, T.; OLESKOWICZ-POPIEL, P. The future of anaerobic digestion and biogas utilization. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 100, n. 22, p. 5478-5484, 2009.

KUNZ, A.; SULZBACH, A. **Kit biogas portátil**. Concórdia: EMBRAPA – CNPSA, 2007. 2p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/busca-de-publicacoes/-/publicacao/439433/kit-biogas-portatil-para-analise-de-concentracao-de-gas-metano-amonia-e-gas-sulfidrico-em-biogas>>. Acesso em: 25 jan. 2017.

LANSING, S.; BOTERO, R. B.; MARTIN, J. F. Waste treatment and biogas quality in small-scale agricultural digesters. **Bioresource Technology**, Oxford, v. 99, n. 13, p. 5881-5890, 2008.

MARTINS, F. M.; OLIVEIRA, P. A. V. Análise econômica da geração de energia elétrica a partir do biogás na suinocultura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 477-486, maio/jun. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v31n3/a08v31n3.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2016.

ODUM, H. T. **Environmental Accounting: emergy and decision making**. New York, John Wiley, 1995. 384p.

ORRICO JÚNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JÚNIOR, J. Produção animal e o meio ambiente: uma comparação entre potencial de emissão de metano dos dejetos e a quantidade de alimento produzido. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 399-410, mar./abr. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v31n2/a20v31n2.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2016.

PRADO, M. A. C.; CAMPOS, C. M. M. Produção de biogás no tratamento dos efluentes líquidos do processamento de *Coffea arabica L.* em reator anaeróbico UASB para o potencial aproveitamento na secagem do café. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 938-947, maio/jun. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n3/a35v32n3.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

PRADO, M. A. C.; CAMPOS, C. M. M.; SILVA, J. F. Estudo da variação da concentração de metano no biogás produzido a partir de águas residuárias do café. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 475-484, mar./abr. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v34n2/29.pdf>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

SANTOS, R. R.; SIMON, E. J. Análise energética do milho em sistema de plantio direto, no assentamento rural da Fazenda Pirituba, Itaberá/SP. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 25, n. 1, p. 121-137, jan./fev./mar. 2010. Disponível em: <<http://revistas.fca.unesp.br/index.php/energia/article/view/49/31>>. Acesso em: 27 mar. 2016.

SOUZA, C. F.; CAMPOS, J. A.; SANTOS, C. R. et al. Produção volumétrica de metano – dejetos de suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 219-224, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v32n1/a32v32n1.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2016.

VELOSO, A. V.; CAMPOS, A. T.; PAULA, V. R.; DOURADO, D. C.; YANAGI JÚNIOR, T.; SILVA, E. B. Energetic efficiency of a production system in swine deep bed. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n. 6, p. 1068-1079, nov./dez. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v32n6/08.pdf>>. Acesso em: 13 jan. 2016.

VELOSO, A. V. **Análise ambiental e energética de sistema de produção de suínos com tratamento de dejetos em biodigestor**. 2014. 193 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

XAVIER C. A. N.; LUCAS JÚNIOR J. Parâmetros de dimensionamento para biodigestores batelada operados com dejetos de vacas leiteiras com e sem uso de inóculo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 212-223, mar./abr. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eagri/v30n2/v30n2a03.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2016.

Submetido em: 04/08/2017.

Aceito em: 22/11/2017.

Como citar:

ABNT

MARIN, D. B.; VELOSO, A. V.; MATTIOLO, M.C.; SOARES, J. F. Formas e estádios de aplicação de adubação nitrogenada no desenvolvimento e produtividade da soja. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 4, p. 113-126, abr./jun. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181247>

APA

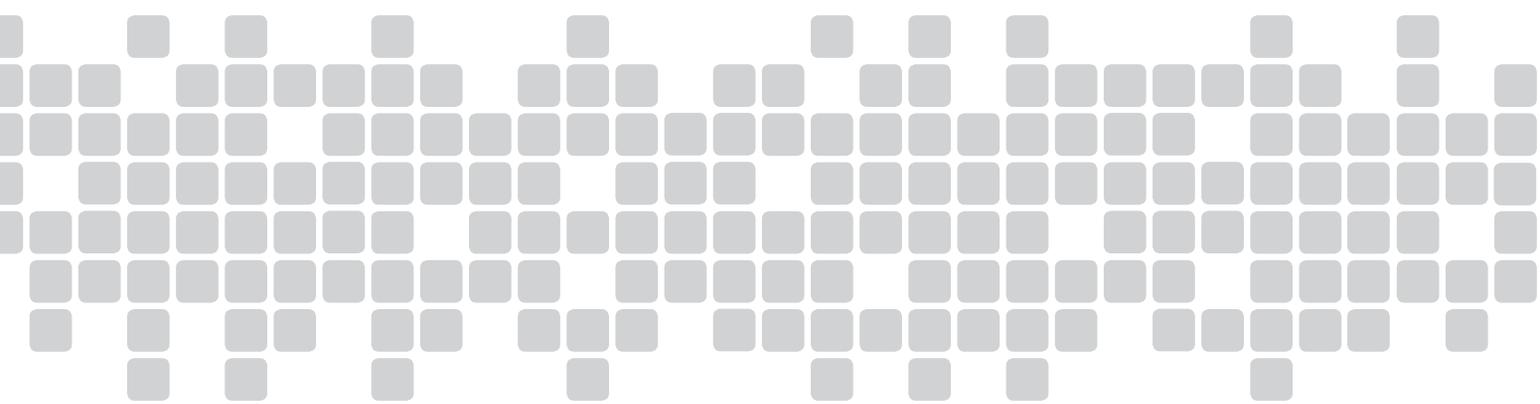
MARIN, D. B., VELOSO, A. V., MATTIOLO, M.C. & SOARES, J. F. (2018). Formas e estádios de aplicação de adubação nitrogenada no desenvolvimento e produtividade da soja. *Revista Agrogeoambiental*, 10(4), 113-126. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181247>

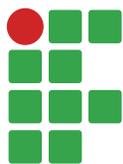
ISO

MARIN, D. B.; VELOSO, A. V.; MATTIOLO, M.C. e SOARES, J. F. Formas e estádios de aplicação de adubação nitrogenada no desenvolvimento e produtividade da soja. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 4, pp. 113-126. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181247>

VANCOUVER

Marin DB, Veloso AV, Mattioli MC, Soares JF. Formas e estádios de aplicação de adubação nitrogenada no desenvolvimento e produtividade da soja. *Rev agrogeoambiental*. 2018 abr./jun.; 10(4): 113-126. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181247>





Relação entre cobertura e temperatura do solo em região periurbana do Cerrado

Renato Carneiro Fernandes da Silva¹

César Silva Lopes²

Francienne Góis Oliveira³

André Luís Teixeira Fernandes⁴

Leonardo Campos de Assis⁵

Resumo

As mudanças microclimáticas relacionadas à emissão de radiação eletromagnética na faixa termal estão associadas a mudanças de cobertura do solo e temperatura superficial. Neste estudo foi analisada a relação da cobertura do solo com a Temperatura Superficial Aparente (TSA) em área periurbana do Cerrado, utilizando imagens de satélite. A partir de procedimentos de Processamento Digital de Imagens, como a classificação supervisionada, determinaram-se as tipologias de cobertura do solo, bem como operações aritméticas que produziram imagens de temperatura da superfície em graus Celsius. Para avaliar a relação foram utilizadas informações climáticas em duas épocas distintas: 1985 e 2011. Os resultados demonstram que para o ano de 1985 dos cinco grupos de amostras de cobertura do solo o grupo da Pastagem apresentou-se de forma expressiva em 50 % da área. De 1985 a 2011, foi verificado aumento de área para as classes de Pastagem, Vegetação Nativa e Área Urbana e redução de área para as classes Solo Exposto e Cultura Agrícola. Em relação à TSA, as médias de temperatura das classes sofreram aumentos significativos. As diferenças das médias para cada classe foram: Pastagem (+4,47°C), Vegetação Nativa (+3,53°C), Área Urbana (+4,89°C), Solo Exposto (+4,72°C) e Cultura Agrícola (+3,27°C). As maiores TSAs destacam-se para as classes Solo Exposto e Área Urbana, enquanto as menores para as classes com cobertura vegetal, como cultura agrícola e vegetação nativa.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Temperatura Superficial Aparente. Mudança da paisagem.

Introdução

As alterações ou mudanças na cobertura do solo assumem diferentes finalidades e aplicações, que se modificam gradativa e continuamente no decorrer do tempo. De acordo com Alves (2004), a expressão “uso e cobertura da terra” é um conceito híbrido, formado por dois termos: cobertura

1 Universidade de Uberaba – *Campus* Aeroporto, técnico em Laboratório de Geoprocessamento. renato.carneirofs@hotmail.com. Av. Nené Sabino, Uberaba (MG), Brasil, CEP: 38055-500.

2 Universidade de Uberaba – *Campus* Aeroporto. cesarsilvalopes@gmail.com.

3 Universidade de Uberaba – *Campus* Aeroporto. francienne.oliveira@uniube.br.

4 Universidade de Uberaba – *Campus* Aeroporto. andre.fernandes@uniube.br.

5 Universidade de Uberaba – *Campus* Aeroporto. leonardo.assis@uniube.br.

da terra refere-se aos atributos físicos da superfície terrestre, tais como floresta, vegetação herbácea e desertos; terra diz respeito aos motivos pelos quais o homem maneja a cobertura do solo, como agricultura, pastagens e assentamentos.

Com isso, os estudos sobre cobertura do solo devem envolver relações espaço-temporais (LEITE; BRITO, 2012). As mudanças da cobertura do solo com os microclimas existentes geram uma interligação, a qual, a cada modificação do ambiente, por menor que seja, promove a formação de um novo microclima, por meio de diversas ações, tais como a supressão vegetal e as construções urbanas (COELHO; CORREA; NASCIMENTO, 2013). Os efeitos decorrentes das alterações do espaço sobre a população implicam desconforto térmico, qualidade do ar, impactos pluviiais, saúde da população, entre outros (COELHO; CORREA; NASCIMENTO, 2013).

Segundo Baptista (2012), é chamada de Temperatura Radiométrica ou Temperatura Superficial Aparente (TSA) a concentração quantitativa do fluxo radiante, de modo que o fluxo radiante refere-se à radiação eletromagnética que sai de um objeto. A TSA é detectada a partir da radiação de ondas longas emitidas na faixa do infravermelho termal por objetos na superfície terrestre e captadas pelos sensores orbitais acoplados em satélites artificiais (CALLEJAS et al., 2011).

Estudos sobre a temperatura superficial radiométrica/aparente tornaram-se mais constantes a partir da última década, com o intuito de analisar a evolução da amplitude térmica sobre as áreas urbanas, os municípios e as bacias hidrográficas brasileiras em relação ao uso/ocupação e cobertura do solo (NASCIMENTO et al., 2009; CALLEJAS et al., 2011; LEITE; BRITO, 2012; PEREIRA et al., 2012; MASHIKI, 2012; COELHO; CORREA; NASCIMENTO, 2013; CARVALHO et al., 2013). De acordo com Pereira et al. (2012), na climatologia geográfica uma ferramenta eficaz de estudo tem sido o uso de imagens termais de satélites meteorológicos para o mapeamento da TSA.

Jensen (2009) relata que objetos com temperatura acima do zero absoluto (0 K) emitem energia eletromagnética, portanto, todos os elementos presentes na paisagem (vegetação, solo, rocha, água, entre outros) emitem radiação eletromagnética infravermelha termal entre intervalos de 3 a 14 μm . No caso do Satélite Landsat 5, sensor *Thematic Mapper* (TM), o comprimento de onda compreende o intervalo de 10,4 a 12,5 μm da faixa espectral (MATHER, 2004).

Vários autores supracitados utilizaram as ferramentas do sensoriamento remoto na abordagem da TSA voltadas para áreas urbanas em estudos de fenômenos climáticos como as Ilhas de Calor Urbano (ICU). Entretanto, segundo Zhao et al. (2014), as cidades de climas secos (caracterizadas por savanas e vegetação rasteira) sofrem forte influência das remediações, ou seja, do meio rural, em relação às cidades de clima úmido, que apresentam amplitudes térmicas significantes das periferias para os centros. Assim, estão inseridas as cidades pertencentes ao clima seco, como no Cerrado Mineiro. Neste contexto, este estudo tem como objetivo a análise da relação da cobertura do solo com a Temperatura Superficial Aparente (TSA) em área periurbana do Cerrado.

Material e métodos

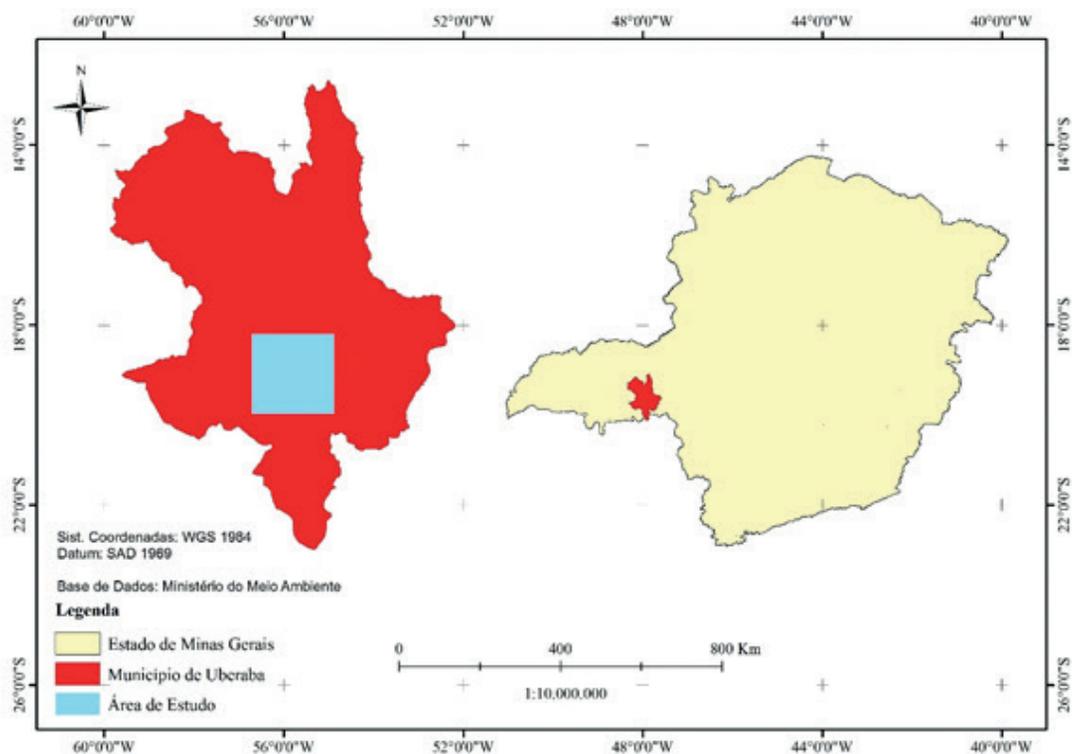
Foram utilizadas imagens de Satélite Landsat 5, Sensor *Thematic Mapper* (TM), com passagem pela órbita/ponto 220/074, fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e dados da Estação Climatológica Uberaba-MG (OMM: 83577), conveniada com o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). As imagens digitais são datadas em 10 de agosto de 1985 e 18 de agosto de 2011, por se tratarem de períodos distintos, capazes de refletir a transformação da paisagem local em cerca de 26 anos. A opção pelo mês de agosto se justifica por estar contido na estação de

inverno/seca no Hemisfério Sul, caracterizado por pouca formação nebulosa e índices pluviométricos reduzidos.

Área de estudo

A Área de estudo localiza-se na região urbana e periurbana (zonas rurais) da cidade de Uberaba, destacada na Figura 1, situada na microrregião do Triângulo Mineiro no Estado de Minas Gerais, em Latitude Sul 19°45'27" e Longitude Oeste a 47°55'36". O município ocupa uma área física total de 4.524 km², dos quais 256 km² são ocupados pelo perímetro urbano, sua sede está a 764 m de altitude.

Figura 1. Localização do Município de Uberaba e Área de Estudo



Fonte: Elaboração do autor

Uberaba possui aproximadamente 296 mil habitantes, sendo definida como cidade de médio porte (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE, 2018). Estima-se que a partir de 2018 a população ultrapasse 330 mil habitantes.

Ribeiro (2014) caracteriza a geomorfologia de Uberaba (MG) pela presença de chapadões, escarpas e topos arredondados, em um contexto de planalto de altitude, também denominado Planalto de Bacia Geológica do Paraná - Sub-Bacia Bauru. A pedologia é composta predominantemente por textura média, que varia de argiloso a arenoso e classifica-se, de forma geral, como latossolo de diferentes graus de fertilidade (CRUZ, 2003).

Sob o aspecto hidrológico, o município é constituído pelas Bacias dos rios: Claro, Grande, Tijuco e Uberaba; este último é o manancial superficial utilizado como fonte principal de captação de água para o abastecimento da população (RIBEIRO, 2014).

Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger para o estado de Minas Gerais, a região de Uberaba é classificada como “Aw”, isto é, clima tropical de savana com temperatura média no verão de 24,4 °C e estação seca no inverno com média de 22 °C (SÁ JÚNIOR, 2009).

A região de estudo definida pela área periurbana da cidade foi determinada por um raio de aproximadamente 10 km a partir da localização da Estação Meteorológica Uberaba localizada nas dependências da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), nas coordenadas de Latitude 19°59'S, Longitude 47°53'W e altitude de 742,9 metros (SILVA; GUIMARÃES; TAVARES, 2003). Adotaram-se as orientações de representatividade de observações meteorológicas do Guia de Instrumentos Meteorológicos e Métodos de Observação (WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION -WMO, 2008).

Após a definição da área de estudo, realizou-se o tratamento e processamento das imagens digitais por meio de procedimentos, tais como:

- I. ortorretificação;
- II. classificação supervisionada das imagens;
- III. conversão de números digitais em valores de radiância;
- IV. determinação da TSA a partir da banda termal por meio de operações aritméticas com imagens.

Para a realização desses procedimentos foi adotado o Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcGIS 10.

Processo de ortorretificação das imagens

O processo de ortorretificação consiste na transformação da projeção da imagem em visada ortogonal da superfície, com o propósito de remover os efeitos da distorção do terreno (OKEKE, 2006), cuja irregularidade dos relevos provoca efeitos indesejáveis na qualidade das feições das imagens. Para o procedimento de ortorretificação das imagens adotou-se o modelo por Transformação Projetiva. Coletaram-se 437 pontos de controle para a imagem referente ao ano de 1985 e 478 pontos para a imagem do ano de 2011. Os pontos foram coletados de modo automático e os valores do erro médio quadrático (*Root Mean Square*-RMS, expresso em unidades de referência das imagens - metros) foram de 0,95 m e 1,06 m, respectivamente.

Classificação das imagens

Produziu-se uma imagem colorida a partir de composição falsa cor com as bandas espectrais 3, 4 e 5, com 30 metros de resolução espacial, associadas respectivamente às cores vermelho, verde e azul (*Red, Green e Blue* - RGB). Por meio desta imagem, foi possível identificar cinco classes de cobertura do solo mais representativas para as datas analisadas, conforme a descrição:

- I. vegetação nativa representada por pixels com coloração verde escura, textura rugosa e forma geométrica irregular, que caracteriza matas/cerradão e matas de galeria ou ripária;
- II. cultura agrícola exibe pixels com coloração verde clara, verde escura e em tons de verde-amarelado, textura lixa em sua maioria, forma geométrica regular;

- III. pastagem apresenta pixels com coloração principalmente em tons de roxo, rosa e ciano, textura lisa em sua maioria e formação geométrica mista com tendência para o formato regular;
- IV. área urbana constituída por pixels com tonalidades roxa-avermelhada e magenta, com textura rugosa e formação geométrica mista;
- V. solo exposto formado por pixels de coloração branca e avermelhada, com textura lisa e formação geométrica predominantemente regular.

Para o procedimento de classificação adotou-se a abordagem supervisionada, na qual colecionaram-se amostras de treinamento das tipologias mencionadas e utilizou-se da regra de decisão pelo método estatístico da Máxima Verossimilhança Gaussiana (MAXVER).

Temperatura Superficial Aparente (TSA)

A banda espectral 6 com resolução espacial de 120 metros está compreendida na faixa do infravermelho termal no Landsat 5 - sensor TM. A partir dos seus números digitais (*Digital Number - DN*) submetidos a procedimentos de conversão, foram obtidos os mapas termais.

É possível converter valores de DN para graus Celsius em três etapas, a saber:

- I. converter valores de DNs para valores de radiância;
- II. converter valores de radiância para graus Kelvin;
- III. converter valores de graus Kelvin para graus Celsius.

Conversão de DNs para radiância

A Equação (1) emprega a conversão dos números digitais para valores de radiância, conforme:

$$CVR = G(CVDN) + B \quad (1)$$

Em que:

CV_R : valor da célula como Radiância;

CV_{DN} : valor da célula em números digitais;

G: ganho radiométrico específico por banda;

B - bias (ou *offset*): valor da tendência específica por banda.

Conversão de valores de radiância para graus Kelvin

Uma vez obtidos os valores de radiância foi aplicada a fórmula inversa da função de Planck (Equação 2) para convertê-los para valores de temperatura em graus Kelvin (CARVALHO et. al., 2013), como segue:

$$TK = K2 / \ln [(K1 * \epsilon) / (CVR) + 1] \quad (2)$$

Em que:

T_K : temperatura em graus Kelvin;

ϵ : emissividade (usualmente adotada no valor de 0,95).

Os valores das constantes de calibração K_1 e K_2 para o sensor TM são respectivamente 607,76 e 1.260,56 (COLL et al., 2010).

Conversão graus Kelvin para graus Celsius

Os valores de temperatura em graus Kelvin foram subtraídos pelo seu valor absoluto (273,16), de forma a produzir a imagem de temperatura aparente de superfície em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$) (COELHO; CORREA; NASCIMENTO, 2013). A Equação (3) a seguir apresenta a relação da temperatura em graus Celsius com a temperatura em graus Kelvin:

$$T_c = T_K - 273,16 \quad (3)$$

A resposta deste procedimento é a geração de mapas termais que representam a TSA por meio dos níveis de cinza. De acordo com CALLEJAS et al. (2011), é recomendável a correção atmosférica no tratamento da imagem; caso não ocorra, os valores de temperatura de brilho são subestimados entre 5 K e 10 K. Neste estudo, utilizou-se do modelo $\text{Cos}(t)$ proposto por Chavez (1996) para efetuar a correção atmosférica nas imagens. O método inclui um procedimento para estimar os efeitos da absorção por gases atmosféricos e espalhamento Rayleigh a partir do cosseno do ângulo zenital solar (IDRISI, 2009).

Resultados e discussão

Observa-se na Tabela 1 o resumo dos dados de Cobertura do Solo e TSA para os anos 1985 e 2011. Do ano de 1985 para o ano de 2011, ocorreram aumentos das áreas ocupadas pelas classes de Pastagem (+3,24%); solo exposto (+0,78%) e Área Urbana (+1,6%), esta última, associada a aproximadamente 296 mil habitantes (IBGE, 2010), ocupava, em 2011, área de 10.098 ha, o que representa 23,07% da área total.

Tabela 1. Análise da cobertura do solo e temperatura superficial parente (TSA)

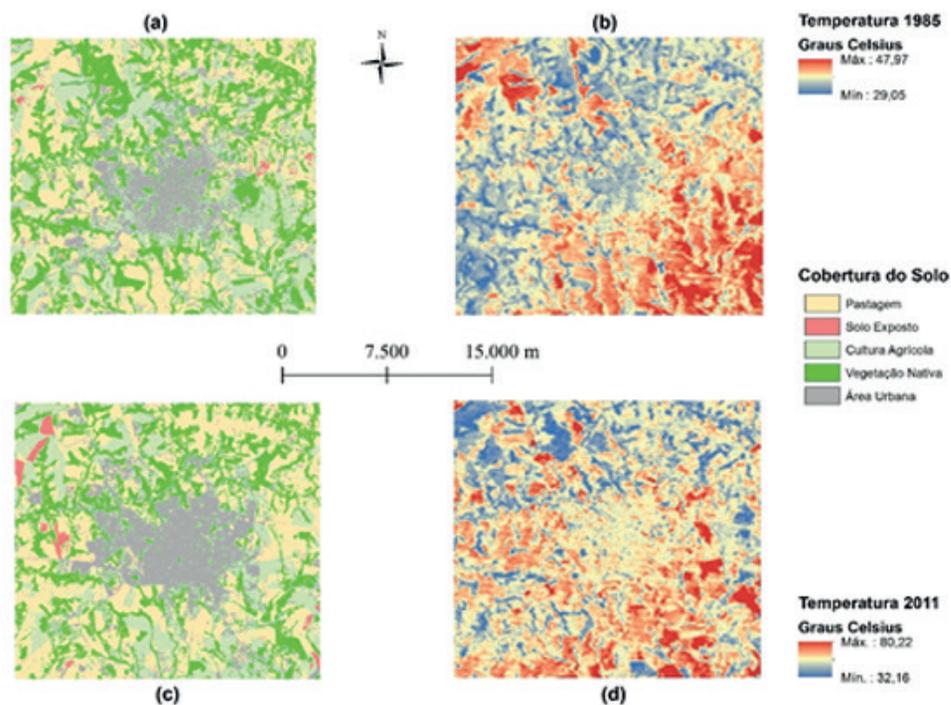
Classes de cobertura do solo	Área		Temperatura Superficial Parente – TSA												
	1985		2011				1985				2011				≠ TSA (°C)*
	ha	%	ha	%	Min. (°C)	Max. (°C)	Med	DP	Min. (°C)	Max. (°C)	Med	DP			
Pastagem	14.404	32,9	15.464	35,33	29,94	45,17	36,21	1,96	33,46	57,21	40,68	1,73	+4,47		
Solo exposto	214	0,48	552	1,26	31,27	39,43	36,48	1,20	35,62	47,57	41,20	1,5	+4,72		
Cultura agrícola	8.788	20,07	8.693	19,86	29,94	47,57	36,94	2,58	32,15	80,22	40,21	3,03	+3,27		
Vegetação nativa	10.962	25,04	8.958	20,46	29,05	47,96	35,38	2,23	32,59	78,53	38,91	2,42	+3,53		
Área urbana	9.397	21,47	10.098	23,07	29,94	47,17	36,08	2,11	32,15	80,22	40,97	2,21	+4,89		
Total ha (Σ)	43.767	99,99	43.767	99,99	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

≠ TSA(°C): TSA 2011 Méd – TSA 1985 Méd

Fonte: Elaboração do autor (2017).

Ao contrário de áreas que expandiram sua ocupação, a classe Vegetação Nativa (-4,58%) perdeu área para as demais classes, principalmente para urbanização. Da mesma forma, a classe cultura agrícola (-0,24%) teve áreas tomadas por pastagens e também área urbana, como ilustrado na Figura 2 (a) e (c).

Figura 2. Cobertura do Solo em 1985 (a) e em 2011 (c); imagem TSA em 1985 (b) e em 2011 (d)



Fonte: Elaboração do autor (2017).

Em relação às imagens de TSA, as médias de temperatura das classes verificadas em 1985 e 2011 apresentaram aumento (TABELA 1).

Para o ano de 1985 não há dados da série histórica de registros climatológicos na estação meteorológica da região. Para a data de 18 de agosto de 2011, a análise sinótica indicava Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) longe do continente, o que favorecia a chegada de frentes frias. Entretanto, previa-se que a chegada de nuvens ocorreria nos dias subsequentes ao dia da tomada da imagem, assim, a massa de ar seco com baixa umidade dos dias anteriores ainda permaneceria no local (CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS - CPTEC, 2011). Os dados de insolação (10,4 un.) e umidade relativa (36,3 un.) obtidos da Estação Climatológica (OMM: 83577) complementaram a informação da ocorrência de massa seca, com alta incidência de radiação e baixa umidade. As condições climatológicas registradas pela Estação apontavam média diária de 23,3 °C, com mínima de 15,2 °C, máxima de 32,7 °C e amplitude térmica de 17,5 °C. A imagem de TSA registrou média de 40,3 °C, enquanto a Estação Climatológica registrou média de 23,3 °C, uma diferença de 17 °C entre as temperaturas. A amplitude térmica da TSA demonstra que normalmente as temperaturas apresentam-se mais elevadas em comparação às observadas nas estações meteorológicas. Isto ocorre devido à TSA ser mensurada a alguns metros acima da superfície e o ar ser considerado um condutor de calor de baixa eficiência (PEREIRA et al., 2012), dado que a temperatura quantificada pelo satélite é a temperatura radiante da superfície (COELHO; CORREA, 2013). Obser-

vou-se cerca de 4,32 ha (3 pixels da banda termal) em área de cultura agrícola que apresentaram valores de temperatura na ordem de 80 °C, o que provocou aumento da temperatura média para a data de 2011. Silva et al. (2016), em estudo de mudança da cobertura do solo a partir de imagens do sensoriamento remoto na região, verificaram que a cana de açúcar é uma cultura agrícola predominante na região mencionada. Acreditamos que esse valor elevado de temperatura em cobertura do solo tipo cultura agrícola seja em decorrência de queimadas.

A cobertura do solo apresenta padrões de comportamento diferenciados de absorção de energia, produção de calor e reflectância (PEREIRA et al., 2012). Áreas com vigor vegetativo protegem o solo da incidência direta de radiação e, para Callejas et al. (2011), além de alterarem a temperatura e a umidade do ar, também influenciam a direção dos ventos, filtragem de poluentes e proteção por sombreamento.

Ao considerar a cobertura do solo em 1985 e 2011 em Uberaba, o processo de urbanização seguiu principalmente os eixos de desenvolvimento nas direções leste e oeste, com a criação de conjuntos de bairros habitacionais. Adicionalmente, verificou-se adensamento da ocupação dos bairros e de dois distritos industriais próximos à cidade na direção norte. Nota-se que a coloração cinza que representa a classe Área Urbana em 2011 (FIGURA 2c) mostra-se mais sólida em comparação a 1985 (FIGURA 2a), o que se explica pela ocupação dos vazios urbanos no período. O adensamento da malha urbana incentivou a retirada dos resquícios vegetais que, em 1985, apresentavam-se mais espalhados pela cidade. Para Cruz (2003), com o crescimento das atividades econômicas regionais, principalmente a agropecuária, a vegetação nativa foi substituída por pastagens, o que tornou a criação de gado Zebu e a agricultura de ciclo curto muito comuns na região.

Em relação às temperaturas associadas à cobertura do solo, a classe Pastagem apresentou aumento de +4,47 °C. Fatores como a biomassa seca no mês de agosto, a diminuição da evapotranspiração, o aumento do calor sensível e a falta de comportamento térmico regulador (SOUZA et al., 2012) provavelmente influenciaram o aumento da temperatura da classe.

A classe Vegetação Nativa registrou elevação de +3,53 °C. Menores valores de temperatura estão associados às coberturas do solo que não retêm o calor e refletem parte da radiação incidente, de modo que a parte absorvida ainda interage com o processo de fotossíntese e, assim, promove o resfriamento da área (MASHIKI, 2012). Em ambas as datas, a classe com menor temperatura média foi Vegetação Nativa com 38,91 °C em 2011 e 35,38 °C em 1985.

As Culturas Agrícolas exibiram aumento de +3,27 °C e redução de aproximadamente 0,24% da superfície ocupada entre as datas e apresentaram a menor variação de temperatura com 3,27 °C e aumento de 2,21 °C nas mínimas registradas. Em 2011, algumas amostras de Culturas Agrícolas utilizavam mecanismos de irrigação tipo pivô central, que promovem alto teor de umidade nesses locais, o que caracteriza fator atenuante às TSAs. Por este motivo, a TSA média para a classe Cultura Agrícola foi a segunda menor entre as médias, com 40,21 °C.

A classe Solo Exposto exibiu aumento de +4,72 °C, explicado pelo período do ano em que é realizada a colheita e a preparação do solo para o cultivo de cana-de-açúcar (mês de agosto); isso faz com que boa parte da área, outrora cultivada, apresente-se em solo sem cobertura vegetal (PEREIRA et al., 2012). A classe praticamente dobrou sua área ocupada em 2011, se comparada a 1985, com as maiores médias de temperatura verificadas entre todas as classes analisadas. O solo exposto sem cobertura vegetal possui alta amplitude térmica porque se aquece rapidamente durante o período de exposição solar, conseqüentemente, eleva a temperatura durante o dia, o que promove o aumento da irradiação de calor e da temperatura em seu entorno (MASHIKI, 2012).

A classe Área Urbana apresentou aumento de +4,89 °C. O crescimento urbano favoreceu o aumento da área irradiada devido a materiais que promovem a retenção de calor. A temperatura média registrada na classe em 1985 foi 36,08 °C e em 2011 40,97 °C. A temperatura máxima no valor de 80,22 °C registrada para a classe Área Urbana localiza-se em área ocupada por cana-de-açúcar, provavelmente em virtude de alguma inconsistência no processo de classificação automática da imagem. De modo geral, os valores elevados de temperatura em área urbana ocorrem em função dos usos e coberturas que predominam nesses ambientes, como asfalto, concreto, telhas de amianto, entre outros (COELHO; CORREA, 2013). Assim, a classe apresentou a maior diferença de TSA média (+4,89 °C). A condição sinótica que se apresentava no dia da tomada da imagem em 2011 favoreceu a incidência solar, que serviu para as superfícies conservadoras de calor, como solo exposto e materiais urbanos, exibirem temperaturas mais elevadas.

Conclusões

As classes de cobertura do solo referentes ao ano de 2011 apresentaram aumentos significativos de TSA, provavelmente por: i) presença de massa de ar seco; ii) baixa umidade relativa do ar; iii) elevada incidência solar no dia da tomada da imagem. Os maiores valores de TSA destacaram-se para as classes solo exposto e área urbana, decorrentes do aquecimento térmico e da conservação do calor dos materiais que os constituem. Entretanto, o oposto ocorreu nas classes com cobertura vegetal tipo cultura agrícola e vegetação nativa, necessárias para a amenização do microclima. Deste modo, conclui-se que a temperatura da superfície do solo está associada às alterações de sua cobertura, o que interfere no microclima da região. Portanto, o planejamento da expansão urbana de cidades localizadas em região de Cerrado deve considerar os diferentes tipos de cobertura do solo de modo a priorizar a manutenção de vegetação nativa para fins de melhor conforto térmico, sobretudo em zonas residenciais.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) pelo fornecimento das imagens do satélite Landsat 5 utilizadas neste estudo e ao Centro de Educação e Tecnologia Ambiental (CETA), localizado em Uberaba (MG), para utilização do SIG ArcGIS.

Relationship between soil cover and soil temperature in a peri-urban region of Cerrado

Abstract

Soil cover is associated to the surface temperature; hence, changes in soil alter the microclimate due to electromagnetic radiation emission in thermal bandwidth. This study analyzed the relationship between soil cover and Apparent Surface Temperature (AST) in a periurban area of Cerrado through satellite imagery analysis. Digital Image Processing procedures such as supervised classification were used to identify soil cover categories, and arithmetic operations were applied to generate surface temperature imagery measured in Celsius. Temperature and soil were evaluated in two distinct dates:

1985 and 2011. The results indicated Pasture as the largest soil cover class among the five studied groups in 1985, occupying about 50 % of the entire area. From 1985 to 2011, it was verified an increase in the urban area and in the area occupied by Pasture and Native vegetation; there was reduction for Soil and Agriculture classes. The mean temperature value for the classes have significantly increased according to the Apparent Surface Temperature (AST) imagery. The mean differences to each class were: Pasture (+4.47°C), Native Vegetation (+3.53°C), Urban Area (+4.89°C), Soil Exposure (+4.72°C) and Agriculture (+3.27°C). The highest AST values occurred for Soil and Urban classes, while the lower ones for vegetative cover classes such as agriculture and vegetation.

Keywords: Remote sensing. Apparent Surface Temperature. Landscape Change.

Referências

ALVES, H. P. F. **Análise dos fatores associados às mudanças na cobertura da terra no vale do Ribeira através da integração de dados censitários e de sensoriamento remoto.** 2004, 294 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 2004.

BAPTISTA, G. M. M. Sensores Imageadores na Faixa do Termal (8 -14 micrometros). In: MENEZES, P. R.; ALMEIDA, T. (Org.). **Introdução ao processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto.** Brasília: UnB, 2012. 260-266 p.

CALLEJAS, I. J. A.; DURANTE, L. C.; OLIVEIRA, A. S.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Uso do solo e temperatura superficial em área urbana. **Mercator**, v. 10, n. 23, p. 207-223, set./dez. 2011. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/579>>. Acesso em: 08 jul 2018.

CARVALHO, D. L. R.; SOARES, C. B. S. S.; SILVA, M. M. Identificação das Ilhas de Calor Urbana na Cidade de Manaus-AM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: INPE, 2013, p. 874-881. v. 16.

CHAVEZ, P. S. Image-Based Atmospheric Corrections – Revisited and Improved. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 62, n. 9, p. 1025-1036.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC). **Análise Sinótica de Superfície do dia 18/08/2011.** São José dos Campos, 2011. Disponível em: <<https://www.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

COELHO, A. L. N.; CORREA, W. S. C. Temperatura de Superfície Celsius do sensor TIRS/LANDSAT-8: Metodologia e Aplicações. **Revista Geográfica Acadêmica**, Boa Vista, v. 7, n. 1, p. 31-45, 2013. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/rga/article/viewFile/2996/1733>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

COELHO, A. L. N.; CORREA, W. S. C.; NASCIMENTO, F. H. Uso de produtos de sensoriamento remoto para a classificação e análise de temperaturas de superfície no município de Vila Velha/ES (Brasil). **Geofocus: (Informes y Aplicaciones)**, Madrid, v. 13, n. 1, p. 61-76, 2013. Disponível em: <<http://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/279>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

COLL, C.; GALVE, J. M.; SÁNCHEZ, J. M.; CASELLES V. Validation of Landsat-7/ETM+ Thermal-Band Calibration and Atmospheric Correction with Ground-Base Measurements. **IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.**, v. 48, n. 1, p. 547–555, 2010. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/5208377>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

CRUZ, L. B. S. **Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Uberaba-MG**. 2003, 180 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 2003, Campinas.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE cidades: UBERABA-MG**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

IDRISI V.16.03: **Idrisi Project** [S. I.]. Clark Labs, Clark University, 2009.

JENSEN, J. R. Remote Sensing of the environment: an earth resource perspective. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. Cap 1. 1-36 p.

LEITE, M. R.; BRITO, J. L. S. Sensoriamento Remoto aplicado à análise temporal da relação uso da terra/ temperatura e albedo de superfície na Bacia do Rio Vieira no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 10, n. 8, p. 98-120, 2012. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/30590>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

MASHIKI, M. Y. **Geoprocessamento na identificação de Ilhas de Calor e Influência do uso e ocupação do solo na temperatura aparente da superfície no município de Botucatu/SP**. 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Botucatu (SP), 2012.

MATHER, P. M. **Computer processing of remotely-sensed images: an introduction**. 3rd. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2004. 324 p.

NASCIMENTO, D. T. F.; SOUZA, S. B.; OLIVEIRA, I. J. A relação entre os valores de temperatura superficial terrestre (TST), o uso e cobertura do solo e a topografia no município de Minaçu-GO (2001). **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 3, n. 2, p. 93-107, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.bc.ufg.br/xmlui/handle/ri/195>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

OKEKE, F. I. **Review of Digital Image Orthorectification Techniques**. 2006. Disponível em: <<https://www.geospatialworld.net/article/review-of-digital-image-orthorectification-techniques>>. Acesso em: 01 maio 2017.

PEREIRA, C. C. MARIANO, Z. F. WACHHOLZ, F. CABRAL, J. B. P. Análise da Temperatura de superfície e do uso da terra e cobertura vegetal na Bacia Barra dos Coqueiros (Goiás). **Geonorte**, v. 2, n. 5, p. 1243-1255, 2012. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/2576>>. Acesso em: 01 maio 2017.

RIBEIRO, L. C. B. **Geoparque Uberaba: terras dos Dinossauros do Brasil**. 2014. 214 f. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro (RJ), 2014.

SÁ JÚNIOR, A. **Aplicação da Classificação de Koppen para o Zoneamento Climático do Estado de Minas Gerais**. 2009. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras (MG), 2009.

SILVA, E. R. da; PEREZ, B. C. O.; SILVA, R. C. F. da; FRANCHI, T.; ABREU, M. T. C. L.; ASSIS, L. C. Análise do uso e ocupação do solo de uma comunidade rural no Cerrado brasileiro: a baixa (Uberaba/MG). In: 10º ENTEC: ENCONTRO DE TECNOLOGIA, 2016, Uberaba. **Anais...** Uberaba: Minas Gerais, 2016.

SILVA, J. W.; GUIMARÃES, E. C.; TAVARES, M. Variabilidade Temporal da precipitação mensal e anual na Estação Climatológica de Uberaba-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 665-674, 2003. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542003000300023&script=sci_abstract&tlng=pt >. Acesso em: 08 jul. 2018.

SOUZA, S. B.; FERREIRA JÚNIOR, L. G. Relação entre temperatura de superfície terrestre, índices espectrais e classes de cobertura da terra no município de Goiânia (GO). **Raega: o espaço geográfico em análise**, v. 26, p. 75-99, dez. 2012. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/30151>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation Chairperson**, cap. 7, p. 17 – 40, Geneva: Chairperson, 2008. Disponível em: <<https://www.weather.gov/media/epz/mesonet/CWOP-WMO8.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

ZHAO, L. LEE, X. SMITH, R. B. OLESON, K. Strong contributions of local background climate to urban heat. **Nature**, v. 511, p. 216-219, Jul. 2014. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/nature13462>>. Acesso em: 08 jul. 2018.

Submetido em: 10/05/2017.

Aceito em: 24/11/2017.

Como citar:

ABNT

SILVA, R. C. F.; LOPES, C. S.; OLIVEIRA, F. G.; FERNANDES, A. L. T.; ASSIS, L. C. Relação entre cobertura e temperatura do solo em região periurbana do Cerrado. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 10, n. 4, p. 127-140, dez. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181221>

APA

SILVA, R. C. F., LOPES, C. S., OLIVEIRA, F. G., FERNANDES, A. L. T. & ASSIS, L. C. (2018). Relação entre cobertura e temperatura do solo em região periurbana do Cerrado. *Revista Agrogeoambiental*, 10 (4), 127-140. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181221>

ISO

SILVA, R. C. F.; LOPES, C. S.; OLIVEIRA, F. G.; FERNANDES, A. L. T. e ASSIS, L. C. Relação entre cobertura e temperatura do solo em região periurbana do Cerrado. *Revista Agrogeoambiental*, 2018, vol. 10, n. 4, pp. 127-140. Eissn 2316-1817. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181221>

VANCOUVER

Silva RCF, Lopes CS, Oliveira FG, Fernandes ALT, Assis LC. Relação entre cobertura e temperatura do solo em região periurbana do Cerrado. *Rev agrogeoambiental*. 2018 dez.; 10(4): 127-140. Doi: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n420181221>