

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

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

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

**Volume 6 - Número 04
Volume 6 - Number 04**

**Dezembro - 2016
December - 2016**



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

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

Editorial

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

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

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

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

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

Semestral.

Publicação em Português, Espanhol e Inglês

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

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

CDD 22. ed. 630



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

Reitora:

Nilda de Fátima Ferreira Soares

Vice Reitor:

João Carlos Cardoso Galvão

Pró Reitor de Extensão e Cultura:

Clóvis Andrade Neves

Editor chefe:

Rogério de Paula Lana - Universidade Federal de Viçosa.

Gerência:

Geicimara Guimarães - Universidade Federal de Viçosa.

Corpo Editorial:

Aaron Kinyu Hoshide - University of Maine

Antonio Augusto Rossotto Ioris - University of Edinburgh

Carlos Gregorio Hernandez Diaz-Ambrona - Universidad Politécnica de Madrid

Eric Gallandt - University of Maine

Gumercindo Souza Lima - Universidade Federal de Viçosa.

Jaime Fabián Cruz Uribe - Universidad Antonio Nariño

Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho - Universidade Federal de Santa Catarina.

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

Rosane Cláudia Rodrigues - Universidade Federal do Maranhão.

Conselho Científico:

Ana Ermelinda Marques - Universidade Federal de Viçosa.

Anderson Moura Zanine - Universidade Federal do Maranhão.

André Soares de Oliveira - Universidade Federal do Mato Grosso.

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

Cristina Mattos Veloso - Universidade Federal de Viçosa.

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

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

Dilermundo Miranda da Fonseca - Universidade Federal de Viçosa.

Domingos Sávio Paciullo - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.



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

Revisão Linguística:

Nilson Adauto Guimarães da Silva - Universidade Federal de Viçosa.



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

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



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

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

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



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

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

Volume 06	Número 04	Dezembro	2016
<i>Volume 06</i>	<i>Number 04</i>	<i>December</i>	<i>2016</i>

Sumário
Summary

Análise da sinergia entre biocarvão, fertilizante mineral e *Rhizobium Tropici* (*Analysis of the synergy among biochar, mineral fertilizer and Rhizobium Tropici*) Lorena de Oliveira Felipe, Edson Romano Nucci, Felipe Antônio Lacerda, Francine Silveira Vieira, Guilherme Guimarães Ascendino, Kaíque Souza Gonçalves Cordeiro Oliveira, Sílvia Natália Guimarães Lima, Bruno Meireles Xavier.. .. 1

Datas de semeadura para o cultivo em sucessão soja-milho safrinha baseadas na produtividade para as regiões de Maringá - PR e Chapecó - SC (*Sowing dates for farming in succession soybean and off-season maize based on yield for regions of Maringá (PR) and Chapecó (SC)*) Allison Massami Arakaki, Rosandro Boligon Minuzzi 11

Diversidade genética do florescimento de *Anacardium Humile* A. St. hill no sudoeste goiano (*Genetic diversity of Anacardium Humile A. St. hill of flowering in southwest the state of Goiás*) Laísse Danielle Pereira, Maraíza Lima Costa, Jefferson Fernando Naves Pinto, Hildeu Ferreira da Assunção, Edésio Fialho dos Reis, Danielle Fabíola Pereira da Silva 19

Influência de extratos e óleos de *tagetes minuta* (Asteraceae) no consumo foliar e sobrevivência larval de *Ascia Monuste Orseis* (Lepidoptera: Pieridae) (*Influence extracts and oils tagetes minuta (Asteraceae) in foliar consumption and survival larval of ascia monuste orseis (Lepidoptera: Pieridae)*) Chaiane Borges Signorini, Patrícia Braga Lovatto, Gustavo Schiedeck, Eduardo Alexis Lobo, Carlos Rogério Mauch 26

Irradiação e pasteurização de pimenta dedo-de-moça in natura e em polpa (*Irradiation and pasteurization of dedo-de-moça pepper in natura and pulp*) Regina Célia Rodrigues de Miranda Milagres, Solange Guidolin Canniatti Brazaca, Cleide Maria Ferreira Pinto, Claudia Lúcia de Oliveira Pinto 34

Perfil de produção e comercialização do Ora-Pro-Nobis em dois contextos regionais de minas gerais: perspectivas de agregação de valor (*Production and comercialization profile Ora-Pro-Nobis in two regional contexts of minas gerais: value-added perspective*) Maria Regina de Miranda Souza, Cléverson Silva Ferreira Milagres, Rafael Gustavo Faria Pereira, Claudia Lucia de Oliveira Pinto, Glória Zélia Teixeira Caixeta, Paulo Roberto Gomes Pereira 45



Qualidade de queijos Minas Frescal produzidos e comercializados informalmente em agroindústrias familiares (<i>Quality of mines frescal cheese produced and marketed informally in family agroindustries</i>) Mariana Barboza Vinha, Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto, Maria Cristina Dantas Vanetti, Maria Regina de Miranda Souza, José Benício Paes Chaves	51
Produção sustentável na bovinocultura: princípios e possibilidades (<i>Sustainable production in cattle breeding: principles and possibilities</i>) Flávia Oliveira Abrão, Brisa de Castro Fernandes, Moisés Sena Pessoa	61

ANÁLISE DA SINERGIA ENTRE BIOCARVÃO, FERTILIZANTE MINERAL E *RHIZOBIUM TROPICI*

Lorena de Oliveira Felipe, Edson Romano Nucci, Felipe Antônio Lacerda, Francine Silveira Vieira, Guilherme Guimarães Ascendino, Kafque Souza Gonçalves Cordeiro Oliveira, Sílvia Natália Guimarães Lima, Bruno Meireles Xavier

RESUMO - A disseminação do uso de carvão como adjuvante de fertilidade do solo depende do desenvolvimento de tecnologias que tragam benefícios comerciais também no curto prazo. Desse modo, o objetivo desse artigo consistiu na avaliação da interação do biocarvão com a fertilização convencional (NPK 4:30:16) e o bioinoculante (*Rhizobium tropici*). Para tal, foi aplicada a metodologia do Delineamento Central Composto Rotacional (DCCR) tendo como variável resposta a avaliação da produtividade do feijoeiro, nodulação de raiz e pH do solo das parcelas experimentais. O experimento foi realizado em duplicata, com dois pontos centrais. Observou-se que as interações das variáveis testadas foram significativas ($p < 0,05$) para a produtividade do feijoeiro, sendo que o maior estímulo foi observado nos níveis +1 de *R.tropici*, biocarvão e NPK. Entretanto, o incremento no estímulo à produtividade foi menor nos níveis mais altos das variáveis estudadas, indicando uma relação de custo-benefício ideal de NPK 4:30:16 e *R.tropici* compatível com as recomendações feitas pela literatura especializada e adição de 7,5% m/m de biocarvão. Assim, nossos resultados indicam que, aplicado nessas proporções, o biocarvão otimize o rendimento da produção agrícola quando aliado a técnicas tradicionais de fertilização.

Palavras-chave: biocarvão, desenvolvimento sustentável, fertilidade do solo, gerenciamento ambiental, produtividade agrícola, segurança alimentar.

ANALYSIS OF THE SYNERGY AMONG BIOCHAR, MINERAL FERTILIZER AND *RHIZOBIUM TROPICI*

ABSTRACT - The spread of biochar use as soil fertility adjuvant depends on the development of technologies that bring benefits also in the short term. Thereby, we aimed to study interactions of biochar with the conventional fertilizer (NPK 4:30:16) as well as biological inoculation (*Rhizobium tropici*). The Central Composite Rotatable Design (CCRD) approach was employed in this work. The following free responsible-variables was analyzed: evaluation of bean productivity, root nodulation and soil pH. This work was done in duplicate with two central points. Results indicated that biochar and NPK promoted root nodulation as it raised soil pH ($p < 0,05$). Among the levels of biochar tested, the addition of 7,5% of biochar to soil provided best interactions with other variables studied in terms of plant growth and productivity, with NPK at 500 Kg ha⁻¹ and *R. tropici* at 16 Kg per Kg of seed. Taken together, and compared to literature, our results indicate that biochar can have a synergistic effect with conventional fertilization techniques. Future open field studies are needed to better evaluate the extent of this effect.

Key words: biochar, sustainable development, soil fertility, environmental management, agricultural productivity, food security.

¹ Professora do Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos (DQBIO). Universidade Federal de São João del-Rei/Campus Alto Paraopeba (UFSJ/CAP).

² Professor da Universidade Federal de São João del-Rei/Campus Alto Paraopeba (UFSJ/CAP).

³ Estudante de Engenharia Civil e bolsista do Programa de Educação Tutorial Biotecnologias para a Sustentabilidade (PET BioSus) da Universidade Federal de São João del-Rei/Campus Alto Paraopeba (UFSJ/CAP).

⁴ Estudante de Engenharia Química e bolsista do Programa de Educação Tutorial Biotecnologias para a Sustentabilidade (PET BioSus) da Universidade Federal de São João del-Rei/Campus Alto Paraopeba (UFSJ/CAP).

⁵ Professor vinculado ao Departamento de Química, Biotecnologia e Engenharia de Bioprocessos (DQBIO) da UFSJ/CAP.



1. INTRODUÇÃO

Atualmente, em função da vasta aplicabilidade dos produtos de pirólise, esse processo tem sido exaustivamente estudado com o intuito de aumentar o rendimento e adaptar o processo para diferentes tipos de matérias primas (Wang *et al.*, 2015). Ainda, é válido ressaltar que a pirólise também tem se destacado em função das inúmeras possibilidades que oferece, entre as mais importantes: (i) gerenciamento de resíduos, ao considerar que pode ser empregada para converter diferentes recursos de biomassa – dejetos suínos, podas de lavoura, resíduos sólidos urbanos (RSU); (ii) a clara oportunidade de agregar valor a passivos ambientais e também, além de (iii) contribuir para a remediação ambiental (ChenSharma *et al.*, 2015).

A pirólise – carbonização da biomassa sob altas temperaturas, em ambiente livre/baixa concentração de oxigênio – dependendo dos parâmetros aplicados, resulta na produção de produtos com alta densidade energética: biocarvão (sólido com alto teor de carbono), bio-óleo (líquido) e gás de síntese (combustível).

Contudo, apesar da pirólise ser exaustivamente estudada na atualidade, a carbonização da matéria orgânica é prática aplicada pela humanidade desde a antiguidade. No Brasil, o estudo das Terras Pretas de Índio (TPI) sugere que esse tipo de prática era comum entre os povos indígenas que habitavam a Amazônia nos tempos remotos. Assim, tais populações adquiriram o hábito de adicionar deliberadamente matéria carbonizada ao solo, aumentando progressivamente a fertilidade do mesmo. Portanto, a TPI tornou-se modelo de prática agrícola sustentável. Partindo dessa perspectiva, o biocarvão tornou-se produto dessas pesquisas, com o objetivo de replicar as mesmas características da TPI.

Considerado esse contexto e a potencialidade do biocarvão como condicionador de solo, bem como as pertinentes dificuldades atuais para o escalonamento da produção de alimentos em amplitude global/nacional, o uso do biocarvão torna-se efetivamente promissor como tecnologia para o desenvolvimento sustentável. Tal fato pode ser justificado ao levar-se em conta que o uso do biocarvão pode contribuir para melhorar a produtividade agrícola por sua atividade condicionadora de solo (Lone *et al.*, 2015). Adicionalmente, pode também colaborar para o manejo racional dos recursos hídricos

e energéticos (menor demanda de fertilizantes químicos), subsidiando assim um cenário mais otimista para a segurança alimentar (Novak *et al.*, 2015).

Além dos fatores anteriormente mencionados, do ponto de vista do gerenciamento ambiental, o biocarvão mostra-se como uma ferramenta chave (Lehmann & Joseph, 2015). Dentre as principais contribuições nesse sentido, vale ressaltar: (i) pode impactar de forma positiva na gestão de diferentes resíduos - dejetos suínos, poda da lavoura, resíduos sólidos urbanos – os quais são empregados como matéria prima para a produção do mesmo; (ii) pode ser utilizado como leito fixo em biodigestores, favorecendo a produção de biogás em função de seu efeito tamponante; (iii) considerando a sua capacidade adsorvente, pode ser usado na remediação ambiental de diferentes poluentes; (iv) é claramente considerado uma fonte de sumidouro de carbono da atmosfera e, assim, mitigador de mudanças climáticas; (v) por fim, tem potencial de auxiliar na redução da taxa de emissão de óxido nitroso (um dos gases de efeito estufa) na agricultura.

Entretanto, embora seja encontrada uma infinidade de trabalhos sobre biocarvão na literatura científica, não existem relatos de estudos analisando o efeito sinérgico desse produto com outros métodos de adubação tradicional, simultaneamente ao uso de inoculante biológico para avaliação da fixação biológica de nitrogênio.

Portanto, o objetivo central desse trabalho foi avaliar a interação entre o biocarvão, fertilizante mineral (NPK 4:30:16) e o inoculante biológico (*Rizobium tropici*) na produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), alimento de importância central na alimentação do cidadão brasileiro. Para tal, empregou-se ferramenta estatística baseada na metodologia de superfície de resposta para avaliar a interação das variáveis.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Materiais

Amostra de solo, classificado como Latossolo vermelho de textura argilosa⁶ foi amostrado e utilizado para preparo das amostras contendo diferentes concentrações de carvão. Amostras de solo foram tamisadas em peneira de 20 mm, destorroadas/secas

⁶ pH: 5,80. Fração - argila: 50%; silte: 12%; areia: 38%; pedregulho: 0%.

ao ar antes de serem utilizadas para a montagem das replicatas. Para fins experimentais, utilizou-se o carvão vegetal obtido a partir de resíduos de uma carvoaria localizado no distrito de Santa Rita de Ouro Preto/MG. O carvão foi tamisado em peneira de 20 mm, tendo sido utilizada a parte não retida. As sementes de feijão (cultivar Pérola) foram obtidas diretamente na EMBRAPA Sete Lagoas/MG. Por fim, o inoculante biológico *Rhizobium tropicum* (NITRO 1000®) e o NPK (Hering®) formulação 4:30:16 foram adquiridos comercialmente.

As parcelas experimentais foram estruturadas em vasos contendo 10 L de mistura solo/carvão vegetal (Tabela 1) e homogeneizados em betoneira. Anteriormente ao plantio, as sementes de feijão foram inoculadas com *Rhizobium tropicum* seguindo as instruções do fabricante. Logo em seguida, em cada vaso experimental foram plantadas três sementes de feijão e a adubação ao plantio foi realizada adicionando-se manualmente NPK na superfície do vaso. Posteriormente, oito dias após a emergência, realizou-se o desbaste das plantas emergentes, mantendo-se a planta mais vigorosa.

O experimento foi realizado em campo aberto nas dependências da Universidade Federal de São João-del-Rei/Campus Alto Paraopeba, em Ouro Branco/MG (20°31'15"S e 43°41'31"W) a 1052 m de altitude. Irrigação artificial foi realizada em todos os dias não chuvosos, sendo que a lâmina de irrigação utilizada foi calculada tomando como base o tercil médio de distribuição climatológica da chuva monitorada desde 1961 para a região de Belo Horizonte/MG e disponibilizado pelo INMET (INMET, 2015)

O experimento foi conduzido por 90 dias, tendo sido utilizado o fim do estado fenológico do cultivar como ponto de referência. Ao final do período de incubação, as plantas foram removidas inteiras, destorroadas e cuidadosamente lavadas para a remoção do solo. Em seguida, procedeu-se a retirada manual dos nódulos das raízes e remoção das vagens, os quais foram dispostos em estufa a 65°C/72 h e pesados em balança de precisão quando apresentaram massa constante. Para a determinação do pH do solo, após a estruturação das parcelas experimentais, amostras de 5 g foram retiradas de cada vaso, tendo sido analisado o pH da mistura em água seguindo protocolo determinado pela EMBRAPA (EMBRAPA, 1997).

2.2. Planejamento Experimental

A metodologia de superfície de resposta foi empregada utilizando o planejamento experimental do tipo Delineamento Central Composto Rotacional (DCCR) para avaliar a interação em três diferentes níveis entre as seguintes variáveis-controle: carvão vegetal, NPK 4:30:16 e inoculante biológico (*Rhizobium tropicum*) na produtividade do feijoeiro comum. A escolha dos níveis e empregados estão descritas nos mostrados na (Tabela 1.) () Deste modo, foi estudada a Para variáveis-resposta, avaliou-se: produtividade do feijoeiro (massa seca de vagem), nodulação de raiz (massa total de nódulos de cada planta) e pH das parcelas experimentais. Os níveis e os respectivos valores originais correspondentes são apresentados na Tabela 1.

A análise estatística dos dados obtidos foi realizada usando o programa STATISTICA 7 (Statsoft, USA). As estimativas dos efeitos de cada uma das variáveis foram feitas a 95% de confiança, tendo sido consideradas estaticamente significativas aquelas com $p < 0,05$. Excetuando-se os valores dos pontos centrais, considerou-se a média das duplicatas na análise estatística.

3. RESULTADOS

3.1. Matriz Experimental

O efeito das variáveis de estudo foi investigado de acordo com matriz experimental apresentada na Tabela 2, a qual mostra também as respostas da produtividade do feijoeiro, nodulação de raiz e pH das parcelas experimentais.

3.2. Produtividade do feijoeiro

Na Tabela 3 é mostrada as estimativas dos efeitos para a produtividade do feijoeiro, respectivamente. A partir desses dados, observa-se que foram significativos os termos lineares para NPK e *R. tropicum*, bem como a interação entre o carvão vegetal e o NPK. Assim, através dos resultados obtidos foi possível realizar o cálculo do F_{calc} $F_{\text{calculado}}$ (F_{calc}) e compará-lo com o F_{tabelado} (F_t). Nesse caso, o F_{calc} obtido foi de 33,10 e o $F_{t\ 3; 12; 0,95}$ foi igual a 3,4903, com um coeficiente de determinação (R^2) igual a 89,22%⁷. Assim, o teste F foi altamente significativo, mostrando que

⁷ F_{calc} = F calculado. F_t = F tabelado. R^2 = coeficiente de determinação.



Tabela 1 - Valores utilizados no DCCR para a avaliação da interação entre o carvão vegetal, NPK 4:30:16 e *R.tropici* na produtividade do feijoeiro comum

Variáveis	Níveis				
	-1,68	-1	0	+1	+1,68
Carvão vegetal (% m/m)	0	2,5	7,5	12,5	15,5
NPK (4:30:16) (Kg/ha)	0	160	400	640	800
<i>Rhizobium tropici</i> (Kg/50 Kg semente)	0	200	500	800	1000

Tabela 2 - Matriz padrão para o DCCR Delineamento Central Composto Rotacional e valores obtidos das variáveis respostas

Ensaio	Carvão vegetal (%m/m)	NPK 4:30:16 (Kg/ha)	<i>R.tropici</i> (g/50 Kg semente)	Carvão vegetal (%m/m)	NPK 4:30:16 (Kg/ha)	<i>R.tropici</i> (g/50 Kg semente)	Produtividade do feijoeiro (g)	Nodulação de raiz (mg)	pH (H ₂ O)
1	-	-	-	2,5	160	200	7,81	80	5,62
2	-	-	+	2,5	160	800	16,35	85	5,37
3	-	+	-	2,5	640	200	6,34	85	5,65
4	-	+	+	2,5	640	800	16,31	80	5,42
5	+	-	-	12,5	160	200	8,59	240	6,7
6	+	-	+	12,5	160	800	8,69	260	6,74
7	+	+	-	12,5	640	200	16,53	205	6,29
8	+	+	+	12,5	640	800	19,48	185	6,25
9	-1,68	0	0	0	400	500	10,16	75	5,25
10	1,68	0	0	15,5	400	500	15,02	85	6,72
11	0	-1,68	0	7,5	0	500	1,77	140	6,65
12	0	1,68	0	7,5	800	500	17,15	250	5,73
13	0	0	-1,68	7,5	400	0	9,91	90	5,57
14	0	0	1,68	7,5	400	1000	14	100	5,6
15(C)*	0	0	0	7,5	400	500	12,66	20	5,45
16 (C)	0	0	0	7,5	400	500	14,81	40	5,38

(C)* Ponto central.

Tabela 3 - Estimativa dos efeitos do Delineamento Central Composto Rotacional para a produtividade do feijoeiro

Variáveis	Coef.de regressão	Erro padrão	t(6)	p-valor	Lim. de conf. -95%	Lim. de conf. + 95%
Média	13,41	1,74	7,72	0,00	9,16	17,66
(1) Carvão vegetal (L)	2,17	1,40	1,56	0,17	-1,24	5,59
Carvão vegetal (Q)	0,02	1,83	0,01	0,99	-4,46	4,50
(2) NPK 4:30:16 (L)	6,32	1,35	4,67	0,00	3,01	9,64
NPK 4:30:16 (Q)	-2,32	1,63	-1,42	0,21	-6,30	1,67
(3) <i>R.tropici</i> (L)	4,19	1,35	3,09	0,02	0,87	7,50
<i>R.tropici</i> (Q)	-0,52	1,63	-0,32	0,76	-4,50	3,47
1 L x 2 L	5,06	1,76	2,87	0,03	0,75	9,37
1L x 3 L	-3,87	1,76	-2,19	0,07	-8,18	0,45
2 L x 3 L	1,07	1,76	0,61	0,57	-3,24	5,38

o modelo de primeira ordem apresentado na Equação 1 mostrou-se coerente para descrever os resultados através da superfície de resposta. Através dos resultados obtidos foi possível realizar o cálculo do $F_{calculado}$ e

compara-lo com o F_{tabela} . Estes cálculos foram realizados para todas as variáveis resposta. O $F_{calculado}$ obtido foi de 33,10 e o tabelado $F_{t 3; 12; 0,95} = 3,4903$ com um $R^2 = 89,22\%$;

Produtividade do feijoeiro = 13,41 + 6,32 * NPK + 4,19 * *Rhizobium tropici* + 5,06 (Rhizobium tropici * Carvão vegetal)

Equação 1

3.3. Nodulação de Raiz

Na Tabela 4 é apresentada a estimativa dos efeitos e para a nodulação de raiz. A análise dos dados mostra que foram significativos o termo linear para carvão vegetal e termo quadrático para NPK. O F_{calc} obtido foi igual a 6,5 enquanto o $F_{t;13;0,95}$ foi igual a 3,8056. Por outro lado, o R^2 foi igual a 74,04%. Apesar de não ter apresentado alta significância, o valor de F_{calc} foi maior que o de F_t mostrando que o modelo de primeira ordem apresentado na Equação 2 mostrou-se satisfatório para descrever os resultados através da superfície de resposta.

3.4. pH do solo

Na Tabela 5 é apresentada a estimativa dos efeitos para o pH das parcelas experimentais. Nessa mesma tabela, observa-se que foram significativos os termos

lineares e quadráticos para NPK e carvão vegetal. O F_{calc} obtido foi igual a 99,7 enquanto o $F_{t;11;0,95}$ foi igual a 3,3567. Já o R^2 foi igual a 97,32%. Portanto, o teste F foi altamente significativo, mostrando que o modelo de segunda ordem apresentado na Equação 3 mostrou-se claramente adequado para descrever os resultados através da superfície de resposta.

4. DISCUSSÃO

4.1. Matriz Experimental

A análise dos dados da Tabela 2, mostra que a maior produtividade do feijoeiro foi obtida no ensaio 8, onde os níveis dos fatores estavam fixados em +1. Contudo, apesar do referido experimento ter apresentado produtividade superior às demais parcelas experimentais, a demanda da dose de NPK para alcançar tal rendimento mostra-se dispendiosa, já que foi aplicada uma dose

Tabela 4 - Estimativa dos efeitos do Delineamento Central Composto Rotacional para a nodulação de raiz

Variáveis	Coef.de regressão	Erro padrão	t(6)	p-valor	Lim. de conf. -95%	Lim. de conf. + 95%
Média	30,00	43,18	0,69	0,51	-75,66	135,67
(1)Carvão vegetal (L)	87,98	34,69	2,54	0,04	3,10	172,86
Carvão vegetal (Q)	47,12	45,52	1,04	0,34	-64,27	158,51
(2)NPK 4:30:16 (L)	10,82	33,66	0,32	0,76	-71,54	93,18
NPK 4:30:16 (Q)	127,01	40,49	3,14	0,02	27,93	226,10
(3) R.tropicum (L)	2,46	33,66	0,07	0,94	-79,90	84,82
R.tropicum (Q)	55,01	40,49	1,36	0,22	-44,07	154,10
1 L x 2 L	-27,50	43,81	-0,63	0,55	-134,71	79,71
1L x 3 L	0,00	43,81	0,00	1,00	-107,21	107,21
2 L x 3 L	-12,50	43,81	-0,29	0,79	-119,71	94,71

$$\text{Nodulação de raiz} = 87,98 * \text{carvão vegetal} + 127,01 * \text{NPK}^2$$

Equação 2

Tabela 5 - Coeficientes de regressão do Delineamento Central Composto Rotacional para o pH das parcelas experimentais

Variáveis	Coef.de regressão	Erro padrão	t(6)	p-valor	Lim. de conf. -95%	Lim. de conf. + 95%
Média	5,41	0,10	54,01	0,00	5,17	5,66
(1)Carvão vegetal (L)	0,95	0,08	11,81	0,00	0,75	1,15
Carvão vegetal (Q)	0,47	0,11	4,41	0,00	0,21	0,72
(2)NPK 4:30:16 (L)	-0,35	0,08	-4,44	0,00	-0,54	-0,16
NPK 4:30:16 (Q)	0,57	0,09	6,05	0,00	0,34	0,80
(3) R.tropicum (L)	-0,06	0,08	-0,81	0,45	-0,25	0,13
R.tropicum (Q)	0,13	0,09	1,41	0,21	-0,10	0,36
1 L x 2 L	-0,25	0,10	-2,41	0,05	-0,49	0,00
1L x 3 L	0,12	0,10	1,18	0,28	-0,13	0,37
2 L x 3 L	-0,02	0,10	-0,15	0,89	-0,26	0,23

$$\text{pH das parcelas experimentais} = 5,41 + 0,95 * \text{carvão vegetal} + 0,47 * \text{carvão vegetal}^2 - 0,35 * \text{NPK} + 0,57 * \text{NPK}^2$$

Equação 3



superior à quantidade recomendada pela literatura especializada, que é de 500 Kg ha⁻¹. Nesse caso, tratando-se de aplicação prática, mesmo considerando a maior produtividade, o incremento de 28% da adubação mineral poderia comprometer a viabilidade econômica. Adicionalmente, considerando a atual crise energética enfrentada pela população mundial e a alta demanda de energia despendida para a produção de fertilizante mineral, o incremento na dose de aplicação de tal produto torna-se uma justificativa bastante frágil. Ainda, a aplicabilidade em termos práticos de carvão vegetal a 12,5% m/m e de *R.tropici* a 800 Kg 50 Kg⁻¹ semente de feijão também apresentam baixa viabilidade, principalmente, considerando custos operacionais e logísticos.

Dessa forma, apesar dos outros ensaios terem se mostrado com produtividades satisfatórias, como no caso dos experimentos identificados por 2, 7 e 12, considera-se que o rendimento obtido nas parcelas experimentais dos pontos centrais apresentou maior eficiência em relação aos recursos/produtividade. Assim, mesmo que os ensaios 15 e 16 tenham apresentado, respectivamente, produtividade 35 e 24% menor que o rendimento obtido no ensaio 8 (produtividade máxima), as doses de NPK e *R.tropici* seguem aquelas sugeridas pela literatura especializada, bem como a dose de carvão vegetal a ser empregada torna-se mais tangível para aplicação em campo.

Contudo, considerando que o pH ideal para o cultivo de feijoeiro comum situa-se entre 5,8 e 6,2 sugere-se que a correção do pH para o intervalo recomendado pudesse contribuir para incrementar a produtividade do cultivar utilizado em tal estudo (EMBRAPA, 2005). Isso porque, a mudança no valor desse último parâmetro é responsável por alterar a disponibilidade de nutrientes para a planta. Em se tratando especialmente do uso do biocarvão, tal fato encontra íntima relação com as características do produto gerado. Em função dos parâmetros de pirólise aplicados e fonte de matéria-prima, o biocarvão pode apresentar maior caráter ácido ou alcalino, influenciando diretamente na sua capacidade de alterar o pH do solo quando adicionado ao mesmo.

Nesse contexto, alguns relatos na literatura corroboram com o que foi anteriormente exposto. Crombie *et al.*, 2015 analisaram a influência das diferentes faixas e rampa de temperaturas aplicadas, além dos tipos de matérias primas, na característica condicionadora de

solo do biocarvão produzido. Desse modo, a elevação da temperatura apresentou correlação positiva com o aumento do valor de pH, capacidade de troca catiônica (CEC) e fração carbônica recalcitrante. Por outro lado, a adoção de temperaturas mais baixas mostrou íntima relação com a maior disponibilidade da fração lábil do biocarvão. Experimento semelhante foi feito por Luo *et al.*, 2015. Contudo, nesse caso, os referidos pesquisadores observaram a influência da atmosfera (ausência ou presença de gás nitrogênio) nas propriedades funcionais do biocarvão obtido. As principais percepções desse experimento foi o fato de que além da faixa de temperatura aplicada e do tipo de matéria prima, a atmosfera de produção do biocarvão apresenta influência direta na qualidade do produto. Ainda, Zhang *et al.*, 2015 observaram que faixas de temperaturas mais elevadas são capazes de influenciar diretamente a porosidade e o nível de estruturas aromáticas do biocarvão.

Contudo, apesar das diferenças encontradas nos estudos aqui mencionados, o fato é que existe um ponto de convergência entre todos eles: a clara perspectiva de que é necessário “construir” um determinado tipo de biocarvão que seja adequado para cada contexto/situação a qual o mesmo está destinado a desempenhar suporte.

4.2.

A produtividade do feijoeiro foi diretamente influenciada pela adição de NPK e *R.tropici* ao solo. Além disso, a interação entre o carvão vegetal e o fertilizante mineral foi positiva, evidenciando que a imobilização de carvão ao solo reduz a taxa de lixiviação de NPK, tornando mais eficiente o papel desempenhado por tal aditivo na produtividade do cultivar. Tal fato pode ser explicado pelo enriquecimento de matéria orgânica ao solo promovido pela adição de carvão. Assim, considerando que do ponto de vista físico a matéria orgânica desempenha o papel de agente estruturador do solo, favorecendo a formação de macro e microporos em seu interior, a eficiência de percolação do NPK na estrutura porosa é otimizada, obtendo-se assim uma relação sinérgica entre o carvão e o NPK (Chen *et al.*, 2014). Adicionalmente, considerando que o *R.tropici* é promotor da fixação biológica de nitrogênio, sugere-se que a sua atividade promoveu uma disponibilização adicional de nitrogênio para a planta, aumentando assim, o rendimento obtido para a cultura do feijoeiro.

No que diz respeito a avaliação entre NPK e biocarvão, na literatura são descritos alguns estudos. Albuquerque *et al.*, 2015 testaram simultaneamente a adição de biocarvão com a fertilização sintética em solo calcário (pobre em concentrações de ferro e fósforo) na região do Mediterrâneo. Dentre os resultados obtidos, a adição de biocarvão aumentou o rendimento da biomassa de sorgo produzida em 42% quando comparado a fertilização individual com fósforo. Por outro lado, Mete *et al.*, 2015 testaram a aplicação conjunta de NPK e biocarvão em um solo de caráter alcalino no cultivo de soja. Resultados mostraram que aplicação simultânea de ambos os produtos elevou, em média, o rendimento na produção de biomassa e sementes em 361% e 391%, respectivamente. A obtenção desse rendimento quando comparado à fertilização individual por NPK e biocarvão mostrou um claro efeito sinérgico entre ambos os recursos. Dong *et al.*, 2014 realizaram um experimento por um período de dois anos com a aplicação conjunta de biocarvão e ureia como fonte de nitrogênio em arrozais. Resultados mostraram que a aplicação de biocarvão mostrou-se fortemente promissora para aumentar a retenção de nitrogênio no solo, impactando diretamente na produtividade do cultivar.

Dessa forma, fica claro que o biocarvão apresenta inúmeras aplicabilidades em potencial como tecnologia promissora para conferir suporte ao desenvolvimento sustentável. Contudo, ainda resta muitas lacunas a serem exploradas com relação a essa temática. Dentre as mais importantes e como destacado por Jeffery *et al.*, 2013 está a padronização dos métodos empregados, a adoção de controles adequados e a escolha de delineamentos experimentais robustos. Além disso, partindo de estudos baseados em meta-análises, o sucesso dos experimentos com biocarvão estão diretamente relacionados às condições experimentais (Bierdeman & Harpole, 2013; Liu *et al.*, 2013).

4.3. Nodulação de Raiz

A nodulação de raiz apresentou significância estatística para a suplementação de carvão vegetal e NPK ao solo. Por outro lado, a adição de *R. tropicum* ao solo não apresentou significância estatística para incrementar o número de nódulos por planta. Sugere-se que isso ocorreu pelo fato de que bactérias fixadoras de nitrogênio são encontradas livremente nos solos, embora só desempenhem a atividade de fixação de nitrogênio atmosférico quando em associação com

leguminosas (Pérez-Ramírez, 1998). Desse modo, é provável que o solo coletado para a estruturação do experimento em questão já apresentava bactérias fixadoras de nitrogênio em concentração suficiente para promover a colonização e nodulação de raiz do feijoeiro.

Em se tratando do carvão vegetal, acredita-se que o mesmo apresentou significância estatística em função de sua estrutura altamente porosa e disponibilização de nutrientes no solo. Ambas as características são capazes de estimular a atividade microbiana do solo (Nielsen *et al.*, 2014). Assim, serve como estímulo à colonização, ao considerar a maior disponibilidade de área superficial e diversidade no tamanho de poros para o estabelecimento de diferentes habitats e microbiomas. Adicionalmente, embora em curto prazo, a fração lábil do carvão pode ser revertida em suplementação adicional de nutrientes no solo, favorecendo também o desenvolvimento da população microbiana (Domene *et al.*, 2015).

Na literatura, alguns estudos semelhantes podem ser comparados com os resultados aqui obtidos. Assim, Vanek & Lehmann (2014) investigaram a interação entre micorrizas arbusculares e o biocarvão na disponibilidade de fósforo no cultivo do feijoeiro. A suplementação de biocarvão foi capaz de estimular as micorrizas arbusculares em 6%. Por consequência, observou-se também um aumento na concentração de fósforo solúvel disponível para a planta. Quilliam *et al.*, 2013 desenvolveram um experimento de longo prazo (36 meses) para verificarem a influência da aplicação de biocarvão na nodulação de raiz de trevo. Resultados mostraram que o número e o tamanho dos nódulos não foram alterados em função da aplicação de biocarvão. Entretanto, o nível da atividade de nitrogenase em cada nódulo foi bem superior quando comparado aos nódulos obtidos em solo não tratado com biocarvão. Güereña *et al.*, 2015 mostrou resultados promissores do uso do biocarvão no cultivo do feijoeiro comum. Assim, quando comparado ao controle, a aplicação de biocarvão alterou em média, 262% a produção de biomassa da parte aérea, 164% a biomassa radicular e 3575% a biomassa de nódulos. Dessa forma, foi possível demonstrar claramente que o biocarvão apresenta promissora aplicação para melhorar a taxa de fixação biológica de nitrogênio. Prendergast-Miller *et al.*, 2014 observaram que o tamanho da rizosfera foi maior em solo tratado com biocarvão, revelando assim, uma significativa



interação entre biocarvão-raiz. Ainda, de acordo com aqueles autores, essa interação foi capaz de favorecer a disponibilidade de nutrientes para a planta.

Em relação à suplementação artificial de nitrogênio ao solo, esperava-se que o mesmo pudesse suprimir a fixação biológica de nitrogênio pelas bactérias nitrificantes. Contudo, a significância estatística de tal fator sugere que a adição de nitrogênio exógeno estimulou a atividade de tais bactérias. Dessa forma, considerando que para cultivos *in vitro* de linhagens de *Rhizobium* o mesmo deve ser continuamente suplementado com fontes de nitrogênio, é provável que nesse experimento, a adição de nitrogênio serviu como fator complementar favorecendo a inicialização da cultura (EMBRAPA, 1994). Deste modo, em um primeiro momento, as bactérias podem ter utilizado o nitrogênio fornecido pelo NPK, porém, após o estabelecimento da comunidade microbiana, a fixação de nitrogênio pôde ser realizada autonomamente. Portanto, a adição de carvão ao solo simultaneamente à adição de NPK foi capaz de favorecer positivamente a nodulação de raiz influenciando na produtividade.

4.4. pH do solo

O pH dos vasos experimentais apresentou significância estatística para carvão vegetal e NPK. Em se tratando do NPK, supõe-se que o mesmo afetou o pH do solo em função da protonação e desprotonação dos grupamentos aminos do fertilizante. Tal comportamento deve estar relacionado às características particulares de cada solo e as cargas predominantes no mesmo.

Por outro lado, o fato do carvão vegetal ter apresentado termo estatisticamente significativo, reforça o fato de que a adição de carvão ao solo é importante para elevar o pH. Dessa forma, adicionar matéria carbonizada ao solo reduz a demanda de calcário para calagem, tornando possível a correção de solos ácidos, possivelmente, com maior viabilidade econômica (Gul *et al.*, 2015). Ainda, considerando que o solo empregado para a condução do experimento é tido como Latossolo vermelho de textura argilosa, a correção do pH desse tipo de solo é de fundamental importância, já que o mesmo geralmente apresenta alta acidez, sendo que essa última característica, o torna potencialmente insalubre para diferentes cultivares devido a maior disponibilidade do alumínio, metal responsável por toxidez em plantas (Kochian, 1995).

Na literatura são descritos inúmeros estudos que relatam a alteração de pH do solo pela suplementação de biocarvão. Smebye *et al.*, 2016 mostraram que a aplicação de uma dose de carvão a 10% m/m. foi capaz de alterar o pH do solo em 15 vezes. Isto é, o valor de pH do referido solo passou de 4,9 para 8,7. Dai *et al.*, 2014 inferiram que a aplicação de biocarvão ao solo além de alterar o valor de pH, é capaz de aumentar a faixa de tamponamento do solo. Contudo, como destacado pelos referidos autores, a obtenção desses benefícios é dependente do tipo de solo e do biocarvão, bem como taxa de aplicação (Castellini *et al.*, 2015).

5. CONCLUSÃO

A avaliação entre carvão vegetal, fertilização mineral (NPK 4:30:16) e inoculante biológico (*R.tropicum*) mostraram que a interação entre esses fatores foi capaz de estimular a nodulação de raiz, contribuindo para a fixação biológica de nutrientes, além de elevar o pH do solo. Dessa forma, observou-se um incremento na produtividade do feijoeiro comum, sinalizando a importância de estudos que tornem possível a avaliação sistêmica da suplementação de carvão ao solo aliadas a técnicas tradicionais de fertilização convencional para otimizar os ganhos agrícolas.

6. AGRADECIMENTOS

Ao Fundo Nacional de Desenvolvimento (FNDE) pelas bolsas concedidas aos alunos vinculados ao Programa de Educação Tutorial Tecnologias para a Sustentabilidade (PET BioSus), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo auxílio financeiro e à Mse M.^a. Katialaine Corrêa de Araújo pelas sugestões dadas para a estruturação do texto.

7. LITERATURA CITADA

- ALBURQUERQUE, J.A., CABELLO, M., AVELINO, R., BARRÓN, V., CAMPILLO, M.C., TORRENT, J. Plant growth responses to biochar amendment of Mediterranean soils deficient in iron and phosphorus. **J. Plant Nutr. Soil Sci.**, v. 178, p. 567–575, 2015.
- BIEDERMAN, L. A., STANLEY HARPOLE, W., 2013. Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: A meta-analysis. **GCB Bioenergy.**, v. 5, p. 202–214, 2013. doi:10.1111/gcbb.12037

- CASTELLINI, M., GIGLIO, L., NIEDDA, M., PALUMBO, A.D., VENTRELLA, D. Impact of biochar addition on the physical and hydraulic properties of a clay soil. **Soil Tillage Res.**, v. 154, p. 1–13, 2015. doi:10.1016/j.still.2015.06.016
- CHEN, C.-P., CHENG, C.-H., HUANG, Y.-H., CHEN, C.-T., LAI, C.-M., MENYAILO, O. V., FAN, L.-J., YANG, Y.-W. Converting leguminous green manure into biochar: changes in chemical composition and C and N mineralization. **Geoderma**, v. 232-234, p. 581–588, 2014. doi:10.1016/j.geoderma.2014.06.021
- CROMBIE, K., MAŠEK, O., CROSS, A., SOHI, S. Biochar - synergies and trade-offs between soil enhancing properties and C sequestration potential. **GCB Bioenergy**, v. 7, p. 1161–1175, 2015. doi:10.1111/gcbb.12213
- DAI, Z., WANG, Y., MUHAMMAD, N., YU, X., XIAO, K., MENG, J., LIU, X., XU, J., BROOKES, P.C. The effects and mechanisms of soil acidity changes, following incorporation of biochars in three soils differing in initial pH. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 78, p. 1606–1614, 2014. doi:10.2136/sssaj2013.08.0340
- DOMENE, X., HANLEY, K., ENDERS, A., LEHMANN, J. Short-term mesofauna responses to soil additions of corn stover biochar and the role of microbial biomass. **Appl. Soil Ecol.**, v. 89, p. 10–17, 2015. doi:10.1016/j.apsoil.2014.12.005
- DONG, D., FENG, Q., MCGROUTHER, K., YANG, M., WANG, H., WU, W. Effects of biochar amendment on rice growth and nitrogen retention in a waterlogged paddy field. **J. Soils Sediments**, v. 15, p. 153–162, 2014. doi:10.1007/s11368-014-0984-3
- EMBRAPA - Arroz e Feijão. **Manual de Métodos Empregados em Estudos de Microbiologia Agrícola**. Brasília: Serviço de Produção de Informação, 1994. 542p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 46). In: <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00060840.pdf> (acessado em 11 de agosto de 2016).
- EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual Métodos de Análise de Solo**. Rio de Janeiro: 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1). In: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wt.rpdf (acessado em 11 de agosto de 2016).
- EMBRAPA - Arroz e Feijão. **Cultivo do Feijoeiro Comum**. Sistemas de Produção, 2. Versão Eletrônica. 2003. In: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/fbnitrogenio.htm> (acessado em 11 de agosto de 2016).
- EMBRAPA Rondônia. **Cultivo do Feijão Comum em Rondônia**. Sistemas de Produção, 2. Versão Eletrônica. 2005. In: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijaoComumRO/clima.htm> (acessado em 11 de agosto de 2016).
- GÜEREÑA, D.T., LEHMANN, J., THIES, J.E., ENDERS, A., KARANJA, N., NEUFELDT, H. Partitioning the contributions of biochar properties to enhanced biological nitrogen fixation in common bean (*Phaseolus vulgaris*). **Biol. Fertil. Soils**, v. 51, p. 479–491, 2015. doi:10.1007/s00374-014-0990-z
- GUL, S., WHALEN, J.K., THOMAS, B.W., SACHDEVA, V., DENG, H. Physico-chemical properties and microbial responses in biochar-amended soils: Mechanisms and future directions. **Agric. Ecosyst. Environ.**, v. 206, p. 46–59, 2015. doi:10.1016/j.agee.2015.03.015
- INMET. **Faixa Normal da Precipitação Trimestral**. 2015. In: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/faixaNormalPrecipitacaoTrimestral> (acessado em 11 de agosto de 2016).
- JEFFERY, S., BEZEMER, T.M., CORNELISSEN, G., KUYPER, T.W., LEHMANN, J., MOMMER, L., SOHI, S.P., VAN DE VOORDE, T.F.J., WARDLE, D. A., VAN GROENIGEN, J.W. The way forward in biochar research: Targeting trade-offs between the potential wins. **GCB Bioenergy**, v.7, p. 1–13, 2013. doi:10.1111/gcbb.12132



- KOCHIAN, L. V. Cellular Mechanisms of Aluminum Toxicity and Resistance in Plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, v. 46, p. 237–260, 1995.
- LEHMANN, J., JOSEPH, S. **Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation**. New York: Routledge. 2ª edição. 976p. 2015.
- LIU, X., ZHANG, A., JI, C., JOSEPH, S., BIAN, R., LI, L., PAN, G., PAZ-FERREIRO, J., 2013. Biochar's effect on crop productivity and the dependence on experimental conditions—a meta-analysis of literature data. *Plant Soil*, v. 373, p. 583–594, 2013. doi:10.1007/s11104-013-1806-x
- LONE, A.H., NAJAR, G.R., GANIE, M.A., SOFI, J.A., ALI, T. Biochar for Sustainable Soil Health: A Review of Prospects and Concerns. *Pedosphere*, v. 25, p. 639–653, 2015. doi:10.1016/S1002-0160(15)30045-X
- LUO, L., XU, C., CHEN, Z., ZHANG, S., 2015. Properties of biomass-derived biochars: Combined effects of operating conditions and biomass types. *Bioresour. Technol.*, v. 192, p. 83–9, 2015. doi:10.1016/j.biortech.2015.05.054
- METE, F.Z., MIA, S., DIJKSTRA, F.A., ABUYUSUF, M., HOSSAIN, A.S.M.I. Synergistic Effects of Biochar and NPK Fertilizer on Soybean Yield in an Alkaline Soil. *Pedosphere*, v. 25, p. 713–719, 2015. doi:10.1016/S1002-0160(15)30052-7
- NIELSEN, S., MINCHIN, T., KIMBER, S., VAN ZWIETEN, L., GILBERT, J., MUNROE, P., JOSEPH, S., THOMAS, T. Comparative analysis of the microbial communities in agricultural soil amended with enhanced biochars or traditional fertilisers. *Agric. Ecosyst. Environ.*, v. 191, p. 73–82, 2014. doi:10.1016/j.agee.2014.04.006
- NOVAK, J., RO, K., OK, Y.S., SIGUA, G., SPOKAS, K., UCHIMIYA, S., BOLAN, N. Biochars multifunctional role as a novel technology in the agricultural, environmental, and industrial sectors. *Chemosphere*, v. 142, p. 1–3, 2015.
- PÉREZ-RAMÍREZ, N. Seeds of *Phaseolus vulgaris* bean carry *Rhizobium etli*. *FEMS Microbiol. Ecol.*, v. 26, p. 289–296, 1998. doi:10.1016/S0168-6496(98)00043-9
- PRENDERGAST-MILLER, M.T., DUVALL, M., SOHI, S.P. Biochar-root interactions are mediated by biochar nutrient content and impacts on soil nutrient availability. *Eur. J. Soil Sci.*, v. 65, p. 173–185, 2014. doi:10.1111/ejss.12079
- QUILLIAM, R.S., DELUCA, T.H., JONES, D.L. Biochar application reduces nodulation but increases nitrogenase activity in clover. *Plant Soil*, v. 366, p. 83–92, 2013.
- SHARMA, A.; PAREEKA, V.; ZHANG, D. Biomass pyrolysis—A review of modelling, process parameters and catalytic studies. *Renew. Sust. Energ. Rev.*, v. 50, p. 1081–1096, 2015.
- SMEBYE, A., ALLING, V., VOGT, R.D., GADMAR, T.C., MULDER, J., CORNELISSEN, G., HALE, S.E. Biochar amendment to soil changes dissolved organic matter content and composition. *Chemosphere*, v. 142, p. 100–5, 2016.
- VANEK, S.J., LEHMANN, J. Phosphorus availability to beans via interactions between mycorrhizas and biochar. *Plant Soil*, v. 395, p. 105–123, 2014.
- ZHANG, J., LIU, J., LIU, R. Effects of pyrolysis temperature and heating time on biochar obtained from the pyrolysis of straw and lignosulfonate. *Bioresour. Technol.*, 176, p. 288–91, 2015. doi:10.1016/j.biortech.2014.11.011

Recebido para publicação em 27/9/2016 e aprovado em 20/12/2016.



DATAS DE SEMEADURA PARA O CULTIVO EM SUCESSÃO SOJA-MILHO SAFRINHA BASEADAS NA PRODUTIVIDADE PARA AS REGIÕES DE MARINGÁ - PR E CHAPECÓ - SC

Allison Massami Arakaki¹, Rosandro Boligon Minuzzi²

RESUMO - Objetivou-se definir os melhores períodos de semeadura para o cultivo em sucessão soja e milho safrinha em sistemas de plantio direto e convencional para as regiões de Maringá - PR e Chapecó - SC. Foram utilizados dados meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), observados nos municípios de janeiro de 1991 a junho de 2015. Os períodos de semeadura favoráveis nos locais foram determinados segundo os critérios com base na: 1º) probabilidade de ocorrência de estresse térmico: o período onde o decêndio tiver probabilidade inferior a 20% de ocorrência de geada e temperatura média diária do ar abaixo de 10°C; e 2º) redução da produtividade em decorrência do déficit hídrico: para ambas as culturas, com simulações que variaram em função de diferentes datas de semeadura espaçadas em períodos de 10 dias e definidas de acordo com os resultados obtidos pelo primeiro critério. Conclui-se que em Maringá - PR, não há uma barreira climática para a sucessão de soja e milho safrinha, enquanto que para Chapecó - SC, recomenda-se que o plantio de milho safrinha seja realizado de modo que o ciclo não atinja o terceiro decêndio de junho.

Palavras-chave: déficit hídrico, risco climático, *Zea mays*, *Glycine max*.

SOWING DATES FOR FARMING IN SUCCESSION SOYBEAN AND OFF-SEASON MAIZE BASED ON YIELD FOR REGIONS OF MARINGÁ (PR) AND CHAPECÓ (SC)

ABSTRACT - The aim of this study was to define the best sowing periods for farming in succession soybean and off-season maize in no-tillage and conventional management systems for regions of Maringá - PR and Chapecó - SC. Meteorological data from National Institute of Meteorology (Instituto Nacional de Meteorologia, INMET) were used, observed in cities from January 1991 to June 2015. Favorable seeding periods at sites were determined according to the criteria based on the: 1º) probability of occurrence of thermal stress: the period in which ten days have likely less than 20% of occurrence of frost and average daily air temperature below 10 °C; e 2º) decreased yield due to water deficit: for both crops, with simulations that varied according to different sowing dates spaced within a 10 day period and defined according to the results of the first criterion. Concluded that in Maringá - PR, there is not a climate barrier to the succession of soybean and off-season maize, while for Chapecó - SC, the off-season is recommended, since the cycle does not reach the 21.st to 30.th of June.

Key words: water deficit, climatic risk, *Zea mays*, *Glycine max*.

¹ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Av. Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, 88034-001, Florianópolis, SC. allison_massami@hotmail.com

² Professor do Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Catarina, Av. Admar Gonzaga, 1346, Itacorubi, 88034-001, Florianópolis, SC. rosandro.minuzzi@ufsc.br



1. INTRODUÇÃO

A soja possui uma significativa parcela nas exportações do Brasil, sendo o principal gerador de divisas cambiais (Sousa & Ferreira, 2014). Segundo Carvalho & Silva (2008), a cultura é fonte instável referente à economia, em virtude da maior exposição à variação na taxa de câmbio, aos preços, à demanda internacional e as oscilações climáticas. Já o milho safrinha, normalmente produzido após a soja precoce, tem sua produtividade afetada pelo regime de chuvas e por limitações de radiação solar e temperatura do ar na fase final de seu ciclo (Sans & Guimarães, 2006).

A temperatura ótima de crescimento e desenvolvimento da soja é em torno de 30°C, mas desenvolve-se ainda na faixa de 20°C a 30°C (Gianluppi et al., 2009). A variação da temperatura do ar é o principal motivo pelas diferentes datas de florescimento, em cultivares semeadas no mesmo período e latitude, sendo induzidas acima de 13°C (EMBRAPA SOJA, 2011).

Para a cultura do milho, a duração do seu ciclo de desenvolvimento tem manifestado certa inconsistência e o principal motivo está relacionado às oscilações climáticas e não ao número total de dias, sendo a temperatura do ar o efeito ambiental de maior relevância na duração fenológica, desde que não haja estresse hídrico (Gadioli et al., 2000). A maioria das variedades de milho não se desenvolve em temperaturas inferiores a 10°C, por ser esta, considerada a temperatura basal da espécie (Cantele, 2009).

O zoneamento agroclimático é uma ferramenta de grande utilidade, com intuito de minimizar os impactos climáticos negativos na produção agrícola (Rossetti, 2001). Estes impactos dependem da adaptação de diferentes cultivares em determinadas regiões, além das exigências hídricas, térmicas e do fotoperíodo, sendo estes os principais responsáveis pelas perdas na agricultura (EMBRAPA, 2001). Com o zoneamento, o seguro agrícola tomou novos rumos, passou de um simples pagador a um indutor de tecnologia, além de permitir a definitiva implantação de uma metodologia adequada (Santos, 2006).

O planejamento para a implantação do milho safrinha começa com escolha da cultura na primeira safra (soja ou milho), visando liberar a área o mais cedo possível. Quanto mais tarde for a semeadura, menor será o potencial e maior o risco de perdas por adversidades climáticas, como secas ou geadas (Santos, 2006).

A mesorregião norte central do Paraná, onde está situada a cidade de Maringá, tem uma grande importância no cultivo de soja e de milho safrinha no Estado, estando na segunda colocação estadual com uma produção média entre os anos 2005 a 2013 de 1,9 milhões de toneladas e 1,2 milhões de toneladas, respectivamente (IBGE, 2015).

Chapecó, localizada na mesorregião Oeste Catarinense, se encontra na primeira colocação do Estado para a produção de soja, tendo contribuído em média com 557.673 toneladas, entre os anos de 2005 e 2013 (IBGE, 2015). Apesar de ainda apresentar poucas áreas com cultivo de milho safrinha, Giehl et al. (2016) mostram que a microrregião de Chapecó teve na safra 2014/2015 uma produtividade média de 4.602 kg.ha⁻¹, plantada em uma área de 2.860 ha.

Conforme destacaram Pereira et al. (2002), quanto maior o conhecimento que se tem das condições ambientais prevaletentes numa região, mais apto se estará para a seleção das culturas mais adequadas, das melhores épocas de plantio/semeadura, das melhores variedades e dos sistemas de cultivo mais racionais, objetivando uma agricultura mais produtiva. Por isso, o objetivo desse estudo foi definir os melhores períodos de semeadura para o cultivo em sucessão soja e milho safrinha em sistemas de plantio direto e convencional para as regiões de Maringá - PR e Chapecó - SC.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados decenais de temperatura mínima e máxima do ar e de precipitação do período de janeiro de 1991 a junho de 2015, de estações meteorológicas localizadas nos municípios de Maringá (latitude: -23,40°, longitude: -51,92° e altitude de 594 metros) e Chapecó (latitude: -27,09°, longitude: -52,64° e altitude de 679 metros), pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

De acordo com a classificação climática de Köppen, Maringá e Chapecó estão em regiões de clima mesotérmico (grande variação térmica durante o ano), com verões rigorosos e invernos brandos e chuva durante todo o ano.

Para a definição dos períodos de semeadura favoráveis considerou-se dois critérios:

1º) Baseado no estresse térmico, o período será apto quando o decêndio tiver probabilidade inferior

a 20% de ocorrência de geada e temperatura média diária do ar abaixo de 10°C, em consideração a temperatura basal do milho (Lozada & Angelocci, 1999; Cantele, 2009). Como indicativo de geada, levou-se em conta o dia com temperatura mínima no abrigo igual ou inferior a 3°C (Grodzki et al., 1996).

2º) Baseado na redução da produtividade em decorrência do déficit hídrico para ambas as culturas, com simulações que variaram em função de diferentes datas de semeadura espaçadas de 10 em 10 dias e definidas de acordo com os resultados obtidos pelo primeiro critério.

A estimativa da redução de produtividade para a soja e o milho foi obtida com o uso do software AquaCrop 4.0, tendo como dados de entrada: parâmetros climáticos, características da cultura de soja e do milho, tipo de solo e o manejo de solo adotado, sendo as informações mais influentes na produtividade, descritos a seguir:

A precipitação efetiva foi determinada pelo método do USDA Soil Conservation Service (USDA-SCS), enquanto a evapotranspiração de referência (ET_o) foi estimada aplicando os dados de temperatura do ar na metodologia proposta Penman-Monteith (Padrão FAO-1998). As demais variáveis meteorológicas necessárias para o cálculo da ET_o foram estimadas mediante os procedimentos sugeridos por Allen et al. (1998).

Os graus-dias acumulados (GDA) foram calculados através do método proposto por MacMaster & Wilhelm (1997), com a alteração de que não há ajuste se a temperatura mínima fica abaixo da temperatura basal inferior. O acúmulo calórico necessário para a cultura atingir as fases fenológicas após a semeadura foi obtido simulando o modelo pela primeira vez, levando em consideração a duração do ciclo e dos estágios para cultivar de ciclo médio e precoce.

Após, os parâmetros foram convertidos automaticamente em unidades térmicas baseada no conceito dos graus dia (GD). Os parâmetros necessários foram determinados, considerando que a temperatura crítica inferior não é um fator limitante para a soja no clima da região e período em que foram feitas as simulações (Steduto et al., 2012). Já para milho, o desenvolvimento está diretamente ligado ao número de dias e à temperatura do ar (graus-dia acumulados), dependendo mais da última, pois a duração dos subperíodos e ciclos da planta estão ligados a variações ambientais (Gadioli

et al., 2000). Assim, a Tabela 1 mostra os GDA a partir da semeadura de soja e milho de variedades de ciclos precoce e médio.

As simulações foram realizadas considerando a densidade de plantas de soja e de milho como sendo 333.000 e 75.000 mil plantas.ha⁻¹ e a profundidade máxima do sistema radicular efetivo como sendo 70 e 50 cm, respectivamente.

Foram consideradas características dos solos agrícolas predominantes em Maringá e Chapecó (Latossolo Bruno) e fazendo uma referência ao sistema de 'plantio direto', levou-se em conta que o solo possuía uma cobertura de 85% de matéria orgânica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da Tabela 2 mostram que a semeadura de milho safrinha precoce pode ser feito a partir do dia 31 de janeiro, considerando que a soja precoce seja implantada no início de outubro na região de Maringá. À medida que a semeadura de soja vai sendo adiada, proporcionalmente ocorre o mesmo com o milho safrinha. Igual situação também é observada na adoção de soja precoce com milho de ciclo médio (Tabela 3). Porém, Gerage et al. (2001 apud Shioga & Gerage, 2010) relatam que as semeaduras realizadas de janeiro e início de fevereiro, expõem as plantas de milho a altas temperaturas na fase vegetativa, tendo como consequência a redução do ciclo e do potencial produtivo da cultura, devido ao exagerado acúmulo de unidades calóricas, na região de Londrina - PR.

Na adoção de uma variedade de ciclo médio de soja com milho precoce em sucessão na região de Maringá, há uma redução na janela de semeadura de 10 dias para ambas as culturas. Assim, neste cenário, a semeadura de soja poderá ocorrer até o final de outubro, enquanto o cereal poderá somente ser semeado a partir de 10 de fevereiro (Tabela 4). Dentre as cinco datas de semeadura para quatro variedades de soja, Dallacort et al. (2008) consideraram que 15 de outubro e 1º de novembro foram as melhores datas de semeadura para a região de Palotina - PR. No entanto, os pesquisadores não consideraram adoção de uma cultura para a segunda safra.

Segundo Magalhães (2007), o estágio de desenvolvimento de ocorrência do estresse térmico dependerá da época de semeadura. Semeaduras em janeiro a meados de março podem evitar danos mais



Tabela 1 - Graus dias acumulados (GDA) necessários para atingir as fases de desenvolvimento de soja e de milho a partir da semeadura

	Graus dias acumulados (GDA)			
	Emergência	Florescimento	Senescência	Maturação
Milho (Médio)	128	836	1424	1600
Milho (Precoce)	61	734	1260	1480
Soja (Médio)	177	1242	2056	2488
Soja (Precoce)	80	1136	1825	2267

Tabela 2 - Recomendações de semeadura para o cultivo em sucessão soja precoce–milho precoce em Maringá - PR

01/out	NRD	NRD	NRD	OK	OK	OK	OK	OK
10/out	NRD	NRD	NRD	NRD	OK	OK	OK	OK
20/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	OK	OK	OK
31/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	OK	OK
10/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	OK
20/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
30/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
10/dez	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
Soja								
Milho	01/jan	10/jan	20/jan	31/jan	10/fev	20/fev	28/fev	10/mar

OK: Condições climáticas adequadas para a semeadura sem colisão de ciclo no duplo cultivo soja-milho.

NRD: Não recomendado por colisão de ciclo entre as duas culturas.

Tabela 3 - Recomendações de semeadura para o duplo cultivo soja precoce-milho médio em Maringá - PR

01/out	NRD	NRD	NRD	OK	OK	OK	OK	OK
10/out	NRD	NRD	NRD	NRD	OK	OK	OK	OK
20/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	OK	OK	OK
31/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	OK	OK
10/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	OK
20/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
30/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
10/dez	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
Soja								
Milho	01/jan	10/jan	20/jan	31/jan	10/fev	20/fev	28/fev	10/mar

OK: Condições climáticas adequadas para a semeadura sem colisão de ciclo no duplo cultivo soja-milho.

NRD: Não recomendado por colisão de ciclo entre as duas culturas.

Tabela 4 - Recomendações de semeadura para o duplo cultivo soja médio-milho precoce em Maringá - PR

01/out	NRD	NRD	NRD	NRD	OK	OK	OK	OK
10/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	OK	OK	OK
20/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	OK	OK
31/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	OK
10/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
20/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
30/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
10/dez	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
Soja								
Milho	01/jan	10/jan	20/jan	31/jan	10/fev	20/fev	28/fev	10/mar

OK: Condições climáticas adequadas para a semeadura sem colisão de ciclo no duplo cultivo soja-milho.

NRD: Não recomendado por colisão de ciclo entre as duas culturas.

sérios, como a presença da seca e frio intenso, como na adoção do milho safrinha de ciclo médio na região de Maringá. Os efeitos de estresse por frio podem ser evidenciados em todas as fases de crescimento do milho, no entanto, no milho safrinha este estresse ocorre principalmente nas fases reprodutivas (Souza, 2013).

A Tabela 5 mostra que na região de Chapecó não se recomenda o plantio de milho safrinha em razão do risco climático para o final do ciclo. Esta situação também se aplica as demais simulações feitas para a região de Chapecó, conforme apresentadas nas Tabela 6 e 7. Nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, a área de cultivo de milho safrinha é relativamente inexpressiva, pela grande frequência e intensidade das geadas no inverno (Duarte & Cruz, 2001). Considerando que não haja uma cultura em sucessão, Battisti & Sentelhas (2014) na simulação para definirem as melhores datas de semeadura, não encontraram limitação hídrica para a soja em Cruz Alta - RS, mas sim, quanto a temperatura mínima.

Cruz (2006) destaca que o milho safrinha tem sua produtividade bastante afetada pelo regime de chuvas e por fortes limitações de radiação solar e temperatura na fase final de seu ciclo. Na região de Chapecó o empecilho fica restrito a temperatura do ar, já que, a climatologia mensal de chuva satisfaz as necessidades hídricas do cereal.

Geralmente a data de semeadura da soja está diretamente associada com o término das culturas de inverno, e esta, por sua vez, também delimita a data de semeadura da safrinha. Segundo Lima (2004), culturas de inverno de pequeno ciclo (60 a 95 dias), são culturas interessantes para o período de inverno e primavera, pois além da produção de cobertura para o solo, haveria tempo suficiente para a colheita dos grãos e, principalmente, não atrasando a época ideal para implantação da cultura de verão.

A análise das temperaturas médias do ar de Chapecó atesta a limitação climática para a adoção do cultivo em sucessão soja e milho safrinha nas datas simuladas.

Tabela 5 - Recomendações de semeadura para o duplo cultivo soja precoce-milho precoce em Chapecó - SC

01/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRC	NRC	NRC	NRC
10/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRC	NRC	NRC
20/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRC	NRC
31/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRC
10/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
20/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
30/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
10/dez	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
Soja								
Milho	01/jan	10/jan	20/jan	31/jan	10/fev	20/fev	28/fev	10/mar

OK: Condições climáticas adequadas para a semeadura sem colisão de ciclo no duplo cultivo soja-milho.

NRD: Não recomendado por colisão de ciclo entre as duas culturas.

NRC: Não recomendado por questões climáticas para uma ou ambas as culturas.

Tabela 6 - Recomendações de semeadura para o duplo cultivo soja precoce-milho médio em Chapecó - SC

01/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRC	NRC	NRC	NRC
10/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRC	NRC	NRC
20/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRC	NRC
31/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRC
10/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
20/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
30/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
10/dez	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
Soja								
Milho	01/jan	10/jan	20/jan	31/jan	10/fev	20/fev	28/fev	10/mar

OK: Condições climáticas adequadas para a semeadura sem colisão de ciclo no duplo cultivo soja-milho.

NRD: Não recomendado por colisão de ciclo entre as duas culturas.

NRC: Não recomendado por questões climáticas para uma ou ambas as culturas.



Tabela 7 - Recomendações de semeadura para o duplo cultivo soja precoce - milho precoce em Chapecó - SC

01/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRC	NRC	NRC
10/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRC	NRC
20/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRC
31/out	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
10/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
20/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
30/nov	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
10/dez	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD	NRD
Soja								
Milho	01/jan	10/jan	20/jan	31/jan	10/fev	20/fev	28/fev	10/mar

OK: Condições climáticas adequadas para a semeadura sem colisão de ciclo no duplo cultivo soja-milho.

NRD: Não recomendado por colisão de ciclo entre as duas culturas.

NRC: Não recomendado por questões climáticas para uma ou ambas as culturas.

No terceiro decêndio de junho, há uma probabilidade de 24,5% das temperaturas ficarem abaixo de 10°C, se enquadrando no primeiro critério estabelecido neste estudo para a inaptidão do cultivo agrícola. De acordo com Mozambani & Bicudo (2009), temperatura inferior a 10°C, faz com que a taxa fotossintética seja reduzida ou nula, como consequência, diminuindo a taxa de crescimento da plântula.

Em relação à frequência de geada branca, não há restrições. Porém, atenta-se que é um fenômeno meteorológico que dependendo de sua intensidade, apenas um evento é o suficiente para causar danos na cultura por carência térmica. Bergamaschi & Matzenauer (2009) destacam que diante da limitação imposta pelas baixas temperaturas do solo e geada nas regiões de grandes altitudes do Sul do Brasil, têm surgido genótipos de milho de ciclo muito curto (com menor exigência térmica), que tem permitido grande expansão agrícola da cultura em regiões anteriormente consideradas marginais ou inaptas por insuficiência térmica.

Raciocínio semelhante é feito quanto a disponibilidade hídrica. Apesar de serem regiões com distribuição de chuva relativamente uniforme, não estão isentas de secas agrícolas, a qual se pode notar quando são feitos estudos de casos. Conforme citado por Gonçalves et al. (2002), em simulações das primeiras épocas de semeadura de milho safrinha (1º de janeiro), foi possível observar riscos de deficiência hídrica acima de 50%, principalmente no noroeste do Paraná e onde predominam solos arenosos, com riscos de déficit hídrico superiores a 55%.

Na opção de implantar o cultivo do milho safrinha na região de Chapecó, é fundamental realizar um estudo

de diferentes genótipos de ciclos diferentes de culturas de inverno e de verão (que preceda a safrinha, como a soja), para que se possa realizar a semeadura do milho safrinha de forma mais antecipada possível. Isto foi atestado, com simulações de semeaduras de milho safrinha de ciclo precoce, feitas de 1º de janeiro a 20 de janeiro para Chapecó. O ciclo da cultura não alcança o terceiro decêndio de junho, onde há o risco por insuficiência térmica, conforme discutido anteriormente.

Como outras medidas de mitigação que podem ser adotadas para reduzir os riscos climáticos, em nível de propriedade, Bergamaschi & Matzenauer (2009) citam o escalonamento de épocas de semeadura e a observância dos zoneamentos agroclimáticos. Por sua vez, nos zoneamentos deve-se deixar bem claro quais são os impedimentos das áreas marginais e inaptas, pois com o melhoramento genético podem surgir variedades com possível utilização nestas áreas (Pereira et al., 2002).

Neste contexto, percebe-se a importância na busca por novas metodologias na elaboração de zoneamentos agroclimáticos. De forma semelhante a utilizada neste estudo para cultivo em sucessão, Battisti & Sentelhas (2014) apresentaram uma metodologia para recomendação de datas de semeadura para a soja, considerando as condições climáticas e a produtividade, comparando-a com o custo de produção. Aplicando esta metodologia e comparando os resultados com os obtidos pelo zoneamento agroclimático atualmente em uso no Brasil, os pesquisadores concluíram que é possível gerar informações mais precisas, por considerar aspectos agrônomicos e econômicos.

4. CONCLUSÃO

Para a região de Maringá, não há limitação climática para a sucessão de soja e milho safrinha, desde que, não haja adoção de culturas de inverno.

O clima na região de Chapecó somente possibilita a adoção da sucessão soja-milho safrinha, caso a semeadura de soja ocorra antes de outubro.

5. LITERATURA CITADA

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D. et al. **Crop evapotranspiration. Irrigation and Drainage Paper, 56**. Rome: FAO, 1998. 297p.

BATTISTI, R.; SENTELHAS, P.C. New agroclimatic approach for soybean sowing dates recommendation: A case study. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.11, p.1149-1156, 2014

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. Milho. In: MONTEIRO, J.E.B.A. (Org.) **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. p.239-260.

CANTELE, E.F. **Desempenho da cultura de milho em diferentes épocas de cultivo no sudoeste paulista. Dissertação (Mestrado em Agronomia)**. Piracicaba, SP: USP/ESALQ, 2009. 73p.

CARVALHO, M.A.; SILVA, C.R.L. Mudanças na pauta das exportações agrícolas brasileiras. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.46, n.1, p.53-73, 2008.

CRUZ, R.F.D. **Indução e recuperação do stresse hídrico em variedades portuguesas de milho**. Dissertação (Mestrado em Biologia do Stresse em Plantas), Minho, Portugal: Universidade do Minho, 2006. 163p.

DALLACORT, R.; FREITAS, P.S.L. de; GONÇALVES, A.C.A. et al. Níveis de probabilidade de rendimento de quatro cultivares de soja em cinco datas de semeadura. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, n.2, p.261-268, 2008.

DUARTE, A.P.; CRUZ, J.C. Valorização da produção e conservação de grãos no Mercosul. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 6., 2001. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2001. p.45-71.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina, PR: Embrapa Soja. 2011. 261p. Sistemas de produção, n.15. In: <http://www.cnpso.embrapa.br/download/SP15-VE.pdf>. (acessado em 18 de Maio de 2016).

GADIOLI, J.L.; DOURADO-NETO, D.; GARCIA, A.G., et al. Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e caracterização fenológica associada à soma calórica. **Scientia Agrícola**, v.57, n.3, p.377-383, 2000.

GERAGE, A.C.; ARAÚJO, P.M.; SHIOGA, P.S. A cultura do milho safrinha: valorização da produção e conservação de grãos no Mercosul. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 6., 2001. **Anais...** Londrina: IAPAR, 2001. p.32-44.

GIANLUPPI, V.; GIANLUPPI, D.; MARSARO JÚNIOR, A.L. et al. **Cultivo de soja no cerrado de Roraima**. Sistema de Produção, n.1, Boa Vista, RR: Embrapa Roraima, 2009. In: [http://sistemas.de.producao.cnpqia.embrapa.br/Fontes.Html/Soja/Cultivo de soja no cerrado de Roraima/clima.htm](http://sistemas.de.producao.cnpqia.embrapa.br/Fontes.Html/Soja/Cultivo%20de%20soja%20no%20cerrado%20de%20Roraima/clima.htm). (acessado em 20 de Maio de 2016).

GIEHL, A.L., PADRÃO, G.A., ALVES, J.R. et al. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/Centro de Socioeconômica e Planejamento Agrícola - EPAGRI/ CEPA. **Boletim Agropecuário**, Florianópolis, n.36, 20p., 2016.

GONÇALVES, S.L., CARAMORI, P.H.; WREGGE, M.S. Épocas de semeadura do milho “safrinha”, no Estado do Paraná, com menores riscos climáticos. **Acta Scientiarum**, v.24, n.5, p.1287-1290, 2002.

GRODZKI, L.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. Riscos de ocorrência de geada no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.4, n.1, p.93-99, 1996.



IBGE. Sistema IBGE Produção Agrícola municipal. In: <http://www.ibge.gov.br>. (acessado em 18 de Dezembro de 2015).

LIMA, E.V. **Plantas de cobertura e calagem superficial na fase de implantação do sistema de plantio direto em região de inverno seco**. Tese (Doutorado em Agronomia). Botucatu-SP: UNESP, 2004. 121p.

LOZADA, B.I.; ANGELOCCI, L.R. Determinação da temperatura base e graus dia para a estimativa da duração do subperíodo de semeadura à floração de um híbrido de milho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.7, p.31-36, 1999.

MAGALHÃES, P.C., DUARTE, A.P.; GUIMARÃES, P.E.O. Tecnologias para desenvolvimento de milho em condições de safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 9., 2007. **Anais...** Dourados, MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p.108-120.

McMASTER, G.S.; WILHELM, W.W. Growing degree-days: one equation, two interpretations. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.87, p.291-300, 1997.

MOZAMBANI, A.E., BICUDO, S.J. Efeito da temperatura e da luz no desenvolvimento de plântulas de milho. **Nucleus**, v.6, n.1, 2009.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: Fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba, RS: Agropecuária, 2002. 478p.

ROSSETTI, L.A. Zoneamento agrícola em aplicações de crédito e seguridade rural no Brasil: Aspectos atuais e de política agrícola. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.9, n.3, 2001.

SANS, L.M.A.; GUIMARÃES, D.P. **Zoneamento agrícola de riscos climáticos para a cultura do milho**. Embrapa Milho e Sorgo, 2006. EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja Região Central do Brasil 2001/2002. 2001.

SANTOS, M.A.S. **Zoneamento agrícola de riscos climáticos para a cultura do milho**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, 2006. In: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/490414/1/Circ82.pdf>. (acessado em 20 de Maio de 2016).

SHIOGA, P.S.; GERAGE, A.C.; Influência da época de plantio no desempenho do milho safrinha no estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.3, p. 236-253, 2010.

SOUZA, L.O.; FERREIRA, M.D.P. Preço internacional, taxa de câmbio e o preço pago aos produtores brasileiros de soja. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.11, n.3, 2015.

SOUZA, T.C. Parâmetros fisiológicos em milho safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 12. **Anais...** Dourados: Embrapa, 2013. CD-Rom

STEDUTO, P.; HSIAO, T.C.; FERERES, E. et al. **Crop yield response to water**. Irrigation and drainage, 66. Roma: FAO, 2012. 502 p.

Recebido para publicação em 21/6/2016 e aprovado em 1/12/2016.



DIVERSIDADE GENÉTICA DO FLORESCIMENTO DE *Anacardium humile* A. St. Hill NO SUDOESTE GOIANO

Láisse Danielle Pereira, Maraíza Lima Costa, Jefferson Fernando Naves Pinto, Hildeu Ferreira da Assunção, Edésio Fialho dos Reis, Danielle Fabíola Pereira da Silva

RESUMO - Entre as fruteiras nativas do cerrado com potencial para exploração comercial, destaca-se o cajuzinho-do-cerrado. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento do florescimento e a diversidade genética de cajuzinho-do-cerrado proveniente de sete municípios do Cerrado Goiano. O trabalho foi conduzido dentro da coleção Biológica “*ex situ*” de *Anacardium humile* A. St. Hil, na área de recursos genéticos da UFG Regional Jataí, que contém 640 plantas provenientes de 14 municípios. Dentro desta coleção, foram avaliados acessos gerados de planta-mãe com sementes advindas de sete municípios (Caiapônia, Chapadão do Céu, Itarumã, Jataí, Mineiros, Portelândia e Serranópolis). Entre os meses de julho e agosto de 2016 cada acesso foi avaliado quanto às características de florescimento: número de plantas em pleno florescimento e os resultados expressos em %; número de flores por cada acesso de cada município, através de contagem direta; comprimento médio da flor e largura da flor; número de ramificações através de contagem direta. Os resultados foram submetidos à análise descritiva, obtendo-se média, mínimo, máximo, coeficiente de variação e importância relativa dos caracteres para variação total. Foi utilizada, também, à análise multivariada estimando-se a distância euclidiana média obtida a partir dos sete ambientes de coleta de cajuzinho-do-cerrado, avaliados com base nos atributos do florescimento analisados. A medida de similaridade e agrupamento dos ambientes de coleta foi feita pelo algoritmo de otimização de Tocher e dendrograma UPGMA. Plantas dos municípios Itarumã, Serranópolis e Portelândia apresentaram maior percentual de florescimento. Para número de flores por município maior destaque foi observado para Serranópolis, Jataí e Itarumã. Existe variabilidade genética entre os acessos estudados, mesmo em áreas próximas, constatou-se existência de considerável diversidade o que possibilita indicar acessos mais promissores para ambientes agricultáveis e que apresentam maior precocidade.

Palavras-Chave: Cajuzinho-do- cerrado, fruteira, acessos.

GENETIC DIVERSITY OF *Anacardium humile* A. St. Hill OF FLOWERING IN SOUTHWEST THE STATE OF GOIAS

ABSTRACT - Among the native cerrado fruits with potential for commercial exploitation, it detach out the *Anacardium humile*. The objective of this study was to evaluate the behavior of flowering and genetic diversity of *Anacardium humile* from seven municipalities of Goiano savannah. The work was conducted within the Biological Collection “*ex situ*” of *Anacardium humile* St. Hil, containing 640 plants from 14 different municipalities in the area of genetic resources of UFG - Regional Jataí. Within this collection were evaluated accesses generated from the parent plant with seeds produced from seven municipalities (Caiapônia, Chapadao do Ceu, Itarumã, Jataí, Mineiros, Portelândia and Serranópolis). Between the months of July and August, each access was evaluated for flowering characteristics: number of plants in full bloom and the results expressed in %; number of flowers per access each municipality, by direct counting; medium length and width of the flower; number of ramifications by direct counting. The results

¹ Parte da Dissertação de Mestrado da Primeira Autora

² Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Universidade Federal de Goiás - UFG Regional Jataí - Campus Jatobá - Rodovia BR 364, Km 192, Parque Industrial, n. 3800 CEP 75801-615, Goiás - Brasil. laissedaniellep@gmail.com

³ Acadêmica em Agronomia - Universidade Federal de Goiás - UFG Regional Jataí - Campus Jatobá - Rodovia BR 364, Km 192, Parque Industrial, n. 3800 CEP 75801-615, Goiás - Brasil. maraiza-15@hotmail.com

⁴ Biólogo-Universidade Federal de Goiás - UFG Regional Jataí - Campus Jatobá - Rodovia BR 364, Km 192, Parque Industrial, n. 3800 CEP 75801-615, Goiás - Brasil. jeffnaves@gmail.com

⁵ Professores-Universidade Federal de Goiás - UFG Regional Jataí - Campus Jatobá - Rodovia BR 364, Km 192, Parque Industrial, n. 3800 CEP 75801-615, Goiás - Brasil. hildeu@ufg.br, edesiofr7@gmail.com, daniellefpsilva@gmail.com



were submitted to descriptive statistical analysis, obtaining average, minimum, maximum, coefficient of variation and Singh's contribution (S.j). It was used also to multivariate analysis by estimating the average Euclidean distance obtained from the seven municipalities collection *Anacardium humile*, evaluated based on flowering attributes analyzed. The measure of similarity and grouping of municipalities' collection was taken by Tocher algorithm and UPGMA dendrogram. Plants of the municipalities Itarumã, Serranópolis and Portelândia had a higher percentage of flowering. For number of flowers per municipality highlight was observed for Serranópolis, Jataí and Itarumã. There is genetic variability among accessions, even in nearby areas, there was existence of considerable diversity.

Keywords: *Cajuzinho-do-cerrado*, fruit bowl, accesses.

1. INTRODUÇÃO

O cerrado brasileiro apresenta ampla distribuição geográfica e diversidade florística, sendo considerado um bioma de grande importância para o país. Classificado como um complexo vegetacional pela variação de suas fitofisionomias, desde paisagens adensadas até mais abertas, mostrando também formas intermediárias (Bispo et al., 2014).

Este Bioma representa cerca de 20% do território nacional. O Estado de Goiás possui a maior área de solo inserida nesse bioma (quase 100%) seguido por Tocantins (87,05%), Minas Gerais (65,98%), Piauí (64,71%), Mato Grosso do Sul (61,75%) e Mato Grosso (47,91%), além do Distrito Federal (100%) (Aguiar et al., 2004).

Dentre as inúmeras frutíferas nativas que possuem alto potencial para exploração comercial, destaca-se o cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile* A. St.-Hil., Anacardiaceae). A família Anacardiaceae é formada por 21 espécies do gênero *Anacardium*. O nome caju é oriundo da palavra indígena acaiu, que, em tupi, quer dizer noz que se produz. O caju, fruto do cajueiro, tem duas partes: o fruto propriamente dito, que é conhecido popularmente como castanha, e o pseudofruto, chamado tecnicamente pedúnculo floral, que é a parte vendida como fruta (Carvalho et al., 2012).

Suas flores são classificadas em estaminadas (oito a dez estames, com antese diurna) e moclinadas (ovário súpero com um óvulo lateral), sendo que a inflorescência é de proporção de 4:1 em ambas. A inflorescência terminal é na forma de panícula (Almeida et al., 1998). Suas flores são melíferas e seu principal polinizador é a abelha, sendo a *Apis mellifera* a espécie mais comum (Lorenzi, 2006).

A floração e frutificação apresentam fases curtas, que coincidem com o final dos períodos secos do ano e início de períodos chuvosos, ou seja, em julho e agosto

(Lorenzi, 2006), e sua frutificação ocorre geralmente nos meses de outubro e novembro (Almeida et al., 1998).

Existem poucos estudos sobre a associação entre os caracteres avaliados no florescimento de cajuzinho-do-cerrado e sua contribuição para a diversidade genética, sendo imprescindíveis para orientar programas de melhoramento genético e ações de manejo fitotécnico.

Esta falta de estudos sobre a espécie abre possibilidades para o início de pesquisas a fim de se conhecer suas necessidades para planejar estratégias futuras de preservação e utilização da espécie.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento do florescimento e diversidade genética de cajuzinho-do-cerrado proveniente de sete municípios do Cerrado Goiano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido dentro da coleção Biológica "ex situ" de *Anacardium humile* A. St. Hil, no campo de recursos genéticos da UFG Regional Jataí, em área de aproximadamente 1.720m², que contém 640 plantas provenientes de 14 municípios do Cerrado Goiano. Dentro desta coleção, foram avaliados acessos gerados de planta-mãe com sementes advindas de sete municípios (Caiapônia, Chapadão do Céu, Itarumã, Jataí, Mineiros, Portelândia e Serranópolis) de acordo com a Tabela 1.

Do início até o final do florescimento (entre os meses de julho e agosto de 2016), cada acesso foi avaliado quanto às características de florescimento: número de plantas em pleno florescimento (quando as plantas apresentam mais de 50% das flores abertas) cujos resultados foram expressos em %; número de flores por cada acesso de cada município, obtidos por contagem direta; comprimento médio da flor e largura da flor com auxílio de paquímetro digital com resultados expressos em mm; número de ramificações obtidos por contagem direta.

Tabela 1 - Caracterização das procedências de *Anacardum humile* St. Hill

Municípios	Número de plantas	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
Caiapônia	17	16°53'57"	51°52' 21"	772
Chapadão Céu	13	18°32'09,1"	52°38'02,7"	816
Itarumã	23	18° 45' 03"	51° 22' 53"	536
Jataí	35	17° 54' 01"	51° 47' 01"	688
Mineiros	23	17°56'06"	52°59'16"	875
Portelândia	21	17° 25' 39"	52° 36' 41"	863
Serranópolis	17	18° 20' 39"	51° 51' 07"	690

Os resultados foram submetidos à análise descritiva, obtendo-se média, mínimo, máximo, coeficiente de variação (%) e importância relativa dos caracteres para variação total (S.j) e os resultados expressos em porcentagem. Foi utilizada, também, à análise multivariada estimando-se a distância euclidiana média obtida a partir dos sete ambientes de coleta de cajuzinho-do-cerrado, avaliados com base nos atributos do florescimento analisados. A medida de similaridade e agrupamento dos ambientes de coleta foi feita pelo algoritmo de otimização de Tocher e dendrograma UPGMA (Método da Ligação Média Entre Grupos) (Cruz et al., 2012).

O critério de corte utilizado para determinação do número de grupos no método UPGMA foi baseado no tamanho relativo dos sete níveis de fusões (distâncias). Foi calculado o coeficiente de correlação cofenética (CCC) entre a matriz de dissimilaridade genética e a matriz dos valores cofenéticos, a fim de verificar a consistência do agrupamento. Foi realizada, também, análise gráfica com base na técnica dos componentes principais, tendo como referência de agrupamento o método de Otimização de Tocher.

As análises dos dados foram realizadas com o auxílio do programa computacional GENES (Cruz, 2013). O dendrograma foi confeccionado com o auxílio do software Statistic, versão 5.0 (Statsoft, 1999).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise descritiva dos dados (Tabela 2), o maior percentual de plantas em florescimento foi para os municípios Itarumã, Serranópolis e Portelândia com 66,67; 61,76 e 60%, respectivamente.

Enquanto que Chapadão do Céu, Jataí e Mineiros o percentual foi de 23,53; 25,42 e 27,85, respectivamente. Menor porcentagem de plantas

em florescimento foi obtida em Caiapônia. Estes resultados indicam que cajuzinho-do-cerrado com procedência de Itarumã, Serranópolis e Portelândia pode ter maior potencial produtivo em ambientes fora da ocorrência natural da espécie. Isto pode indicar favorecimento destas procedências quanto à adaptação a ambientes agricultáveis além da possibilidade de serem acessos de florescimento antecipado. De acordo com Ferrão (1995), essa diversidade no florescimento pode ser explicada devido ao método de propagação desta espécie ser sexuada. Também associado às limitações na polinização, como a incapacidade de algumas flores hermafroditas se transformarem em fruto, este possui baixa capacidade de produção de frutos e sementes, apesar do grande número de flores por inflorescência.

Em relação ao número de flores por município (Tabela 2), maior destaque foi observado para Serranópolis, Jataí e Itarumã, com 110, 79 e 68 flores por município, respectivamente, o que pode indicar um bom potencial produtivo para cajuzinho-do-cerrado destas procedências. Todavia, existem relatos de proporção de 4:1 entre flores masculinas e hermafroditas (Almeida et al., 1998). O que nos permite inferir que a porcentagem de frutificação é baixa. Para Ferrão (1995), outra justificativa para baixa frutificação é a tendência de grãos de pólen dos estames permanecerem unidos à antera após a deiscência, e que, nas flores estaminadas somente um entre oito a dez estames é fértil.

Verifica-se maior coeficiente de variação (CV%) para N° de flores/município, indicando grande heterogeneidade entre os ambientes de coleta de cajuzinho-do-cerrado em relação a este atributo (Tabela 3). Para N° Ramificações o CV foi de 9,74% indicando uma maior homogeneidade entre os ambientes de coleta de cajuzinho-do-cerrado em relação a este atributo.



Tabela 2 - Análise descritiva dos dados médios para sete características de florescimento em acessos de cajuzinho-do-cerrado com procedência de sete municípios. Jataí-Go, 2016

Municípios	Porcentagem de plantas floridas	Número de flores/município	Média de flores/planta	Comprimento	Largura Médio	Número de Ramificações
Caiapônia	11,11	6	3,00	10,50	10,88	8,38
Chapadão do Céu	23,53	10	2,50	13,58	8,88	9,25
Itarumã	66,67	68	4,25	18,28	13,59	10,24
Jataí	27,85	79	3,59	14,41	11,04	8,07
Mineiros	25,42	63	4,20	14,91	11,70	9,11
Portelândia	60,00	48	3,20	14,11	9,76	7,89
Serranópolis	61,76	110	5,24	18,59	15,59	9,70

Tabela 3 - Valores médios, mínimos, máximos, coeficiente de variação e contribuição relativa (Sj) das seis variáveis, para a dissimilaridade das sete procedências de coleta de cajuzinho-do-cerrado

Variáveis	Média	Mínimo	Máximo	CV	Sj
% de plantas floridas	3,94	11,11	66,67	57,10	26,63
Nº de flores/município	54,85	6,00	110	67,83	72,59
Média de flores/planta	3,71	2,50	5,24	24,87	0,04
Comprimento Médio	14,91	10,50	18,59	18,77	0,41
Largura	11,63	8,88	15,59	19,69	0,27
Nº Ramificações	8,94	7,89	10,24	9,74	0,03

Com base na contribuição relativa das seis variáveis, utilizando-se o critério proposto por Singh (1981), verificou-se que para as procedências em estudo a variável que mais contribuiu para a discriminação da variância foi o número de flor por município com uma contribuição de 72,59%, seguida de 26,63% de contribuição para % de plantas floridas. De acordo com Cruz et al. (2012) a importância relativa dos caracteres auxilia no descarte de variáveis, possibilitando uma melhor escolha dos atributos a serem considerados numa avaliação de divergência entre ambientes. Sendo assim, a contribuição relativa das variáveis Média de flores/planta, Comprimento Médio, Largura e Nº Ramificações foi semelhante com média de contribuição de 0,19%, indicando que, essas variáveis apresentam pouca contribuição e relevância para a variação total entre as procedências estudadas, o que indica a possibilidade de eliminação em futuros estudos.

A dissimilaridade máxima de 0,8473 foi observada para os municípios Caiapônia e Serranópolis, indicando que para as variáveis avaliadas esses municípios são bastante divergentes e a menor dissimilaridade foi de 0,2177 para Jataí e Mineiros, indicando que esses municípios apresentam comportamento similar para as variáveis em estudo.

O dendograma foi obtido a partir da matriz de dissimilaridade gerada pela distância euclidiana média, utilizando as sete procedências de cajuzinho-do-cerrado, baseado em seis características do florescimento (Figura 1). Procedeu-se a divisão dos grupos pelo ponto de corte de 0,336, o que equivale a 54% de distância, baseado no tamanho relativo dos níveis de fusões ou distâncias no dendograma, tendo uma correlação cofenética de 0,84, formando três grupos.

O agrupamento proporcionado por este método foi adequado para a representação da divergência genética e formação de grupos entre as populações utilizadas por apresentar correlação cofenética (CCC) igual a 0,84. Este coeficiente mede o ajuste entre a matriz de dissimilaridade e a matriz de simplificação, devido ao método de agrupamento e pode ser empregado para aumentar a confiabilidade das conclusões frente à interpretação dos dendrogramas (Cruz et al., 2012). Para Monteiro et al. (2010), quanto mais próximo da unidade for o coeficiente de correlação cofenético, melhor a representação da matriz de dissimilaridade na forma de dendograma. Observa-se que a matriz de dissimilaridade pela correlação cofenética que 84% do dendograma é informativo com base no posicionamento de cada ponto; o que é considerado

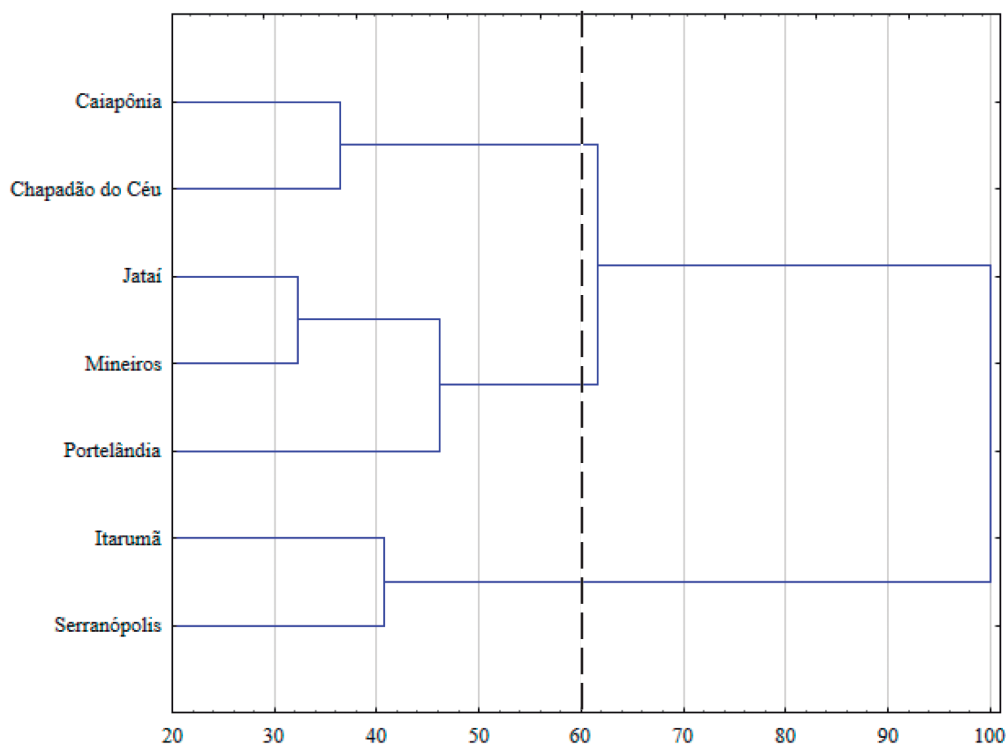


Figura 1 - Dendrograma gerado pelo método UPGMA a partir de dissimilaridades expressa pela distância euclidiana média entre sete procedências de cajuzinho-do-cerrado, a partir de seis variáveis do florescimento. Coeficiente de Correlação cofenética (CCC): 0,84. Jataí-Go, 2016.

bom ajuste dos grupos formados (Rohlf, 2000), possibilitando fazer inferências por meio das variáveis analisadas e revelando bom ajuste entre a representação gráfica das distâncias e a sua matriz original, reforçando a confiabilidade dos resultados. Valores de CCC acima de 0,80 indicam boa representatividade entre as distâncias (Cruz et al., 2013).

O método UPGMA agrupa as distâncias menores e recalcula novas distâncias através de médias aritméticas para novo agrupamento (Cruz et al., 2012). E quanto maior o valor de correlação cofenética menor será a distorção provocada ao agrupar os municípios, o que normalmente acontece pelo método UPGMA.

Observa-se que os municípios Caiapônia e Chapadão do Céu, foram agrupados no Grupo I, indicando que dentro das características avaliadas existe alguma similaridade entre estes municípios, com CCC de 0,84. Jataí, Mineiros e Portelândia foram agrupados no Grupo 2 e no Grupo 3, Itarumã e Serranópolis. Para Gonçalves et al. (2014), o UPGMA apresenta uma formação mais

complexa, referindo-se as menores distâncias, permitindo visualização dos ambientes de coleta mais similares dentro dos grupos.

O agrupamento feito pelo método de otimização de Tocher indicou a formação de quatro grupos (Tabela 4). A distância média intragrupo demonstra a consistência dos agrupamentos, sendo que esses agrupamentos foram formados por municípios estatisticamente similares. Os grupos formados apresentam média da dissimilaridade intra grupo considerada pequena, isso pode ser explicado pelo fato do método Tocher preconizar as maiores distâncias entre grupos em relação à distância intra grupos, sendo um método exclusivo (Bertan et al., 2006).

No grupo 2 foram agrupados os municípios Itarumã e Serranópolis, evidenciando a similaridade entre eles, apesar da grande amplitude geográfica.

Observa-se que Portelândia ficou agrupada isoladamente no grupo 4, sendo considerado o mais divergente entre os municípios em estudo. De acordo com relatos de Barros et al. (2016), grupos formados

Tabela 4 - Formação dos grupos pelo método de Otimização de Tocher com base nas seis características do florescimento para os sete municípios de cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile* A. St.- Hil.)

Grupo	Municípios	Distância Média Intragrupo
1	Jataí Mineiros	0,2178
2	Itarumã Serranópolis	0,2722
3	Caiapônia Chapadão do Céu	0,2756
4	Portelândia	-

por apenas um ambiente de coleta apontam na direção de que tais ambientes sejam mais divergentes em relação aos demais. Bispo et al. (2014) afirmam que a análise de agrupamento pelo método de Otimização de Tocher tem sido empregados com sucesso na estimativa da diversidade genética em espécies nativas do cerrado.

Pelo conjunto de dados obtidos neste trabalho, os resultados refletem a variabilidade genética no florescimento de cajuzinho-do-cerrado entre os municípios estudados, pois mesmo em áreas próximas, constata-se a existência de considerável diversidade que não deve ser apenas reflexo de efeito ambiental, mas de origem genética, provavelmente em virtude da ocorrência de reprodução sexuada ou da manifestação de mutações naturais (Carvalho et al., 2012).

Estudos a respeito de divergência genética apresentam grande relevância no melhoramento de plantas, por fornecerem parâmetros para identificação de genitores que, quando cruzados, possibilitam o aparecimento de materiais superiores, além de facilitarem o conhecimento da base genética da população avaliada.

Os resultados deste estudo com a caracterização e divergência genética do florescimento entre municípios sinaliza que coleta, conservação, caracterização e seleção de acessos mais produtivos de cajuzinho-do-cerrado, com produção de pseudofrutos com sabor agradável e boa aceitação pelo consumidor são consideradas demandas urgentes. Estas são iniciativas importantes para favorecer a produção e divulgação comercial das espécies nativas, que muito podem colaborar para a diversificação alimentar da população brasileira, além de, até então, já enriquecer a dieta da população regional.

4. CONCLUSÃO

Os municípios Itarumã, Serranópolis e Portelândia apresentaram maior percentual de plantas floridas.

Maior número de flores foi observado nos municípios Serranópolis, Jataí e Itarumã.

Existe variabilidade genética entre os acessos estudados, mesmo em áreas próximas, sendo constatada existência de considerável diversidade.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG- Regional Jataí), CAPES, CNPq e FAPEG pelo apoio financeiro.

6. LITERATURA CITADA

AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B.; MARINHO FILHO, J. A. Diversidade biológica do Cerrado. In: AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. de. (Ed.). **Cerrado: ecologia e caracterização**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. cap.1. p.17- 40.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1998. 464 p.

BARROS, B. S. X. de; BARROS, Z. X. de; CARDOSO, L. G.; POLLO, R. A.; OLIVEIRA JUNIOR, A. J. Análise de agrupamento em variáveis de ocupação do solo em bacias hidrográficas no município de Botucatu-SP. **Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 31, n.1, p.102-107, 2016.

BERTAN, I., CARVALHO, F. I. F. de; OLIVEIRA, A. C.; VIEIRA, E. A.; HARTWIG, I.; SILVA, J. A. G. da; SHIMIDT, D. A. M.; VALÉRIO, I. P.; BUSATO, C. C.; RIEIRO, G. Comparação de métodos de agrupamento na representação da distância morfológica entre genótipos de trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 279-286, 2006.

- BISPO, R. B.; ROSSI, A. A. B.; BISPO, R. B.; BISPO, R. B.; DARDENGO, J. F. E. 30 Análise da diversidade genética de tamarindeiros cultivados em quintais no município de alta floresta, MT por meio de diferentes métodos de agrupamento. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p. 1978-1987, 2014.
- CARVALHO, R. S.; PINTO, J. F. N.; REIS, E. F.; SANTOS, S. C.; DIAS, L. A. S. Variabilidade genética de cajuzinho-do-cerrado (*Anacardium humile* St. Hill) por meio de marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.1, 1 p.227-233, 2012.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, v. 1 - 4. Ed. 2012, 514p.
- CRUZ, C. D. GENES – a software package for analysis in experimental statistics and 10 quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. V. 35, n. 3, p.271-276, 2013.
- FERRÃO, J. E. M. **O Cajueiro**. Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical, 1995. 299 p.
- GONÇALVES, D. L. de; AMBROZIO, V. C.; BARELLI, M. A. A.; NEVES, L. G.; SOBRINHO, S. P.; LUZ, P. B. da; SILVA, C. R. da. Divergência genética de acessos tradicionais de feijoeiros através de características da semente. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 6, p. 1671-1681, 2014.
- LORENZI, H. **Frutas Brasileiras**. Nova Odessa: Plantarum, 2006. 627 p.
- MONTEIRO, E. R.; BASTOS, E. M.; LOPES, Â. C. A.; GOMES, R. L. F.; NUNES, J. A. R. Diversidade genética entre acessos de espécies cultivadas de pimentas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 2, p. 288-293, 2010.
- ROHLF, F. J. **NTSYS-pc: numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 2.1**. New York: Exeter Software, 2000. 83p.
- SINGH, G. Late quaternary pollen records and seasonal palaeoclimates of lake frome, South Australia. **Hydrobio-logia**, n. 82, p. 419 - 430, 1981.
- STATSOFT. **Statistica for windows [computer program manual]**. 1999.

Recebido para publicação em 29/9/2016 e aprovado em 19/12/2016.



INFLUÊNCIA DE EXTRATOS E ÓLEOS DE *Tagetes minuta* (ASTERACEAE) NO CONSUMO FOLIAR E SOBREVIVÊNCIA LARVAL DE *Ascia monuste orseis* (LEPIDOPTERA: PIERIDAE)

Chaiane Borges Signorini¹, Patrícia Braga Lovatto², Gustavo Schiedeck³, Eduardo Alexis Lobo⁴, Carlos Rogério Mauch⁵

RESUMO - Considerando a bioatividade e a disponibilidade de *Tagetes minuta* (Asteraceae) no ambiente de estudo, bem como a necessidade de ampliação dos métodos de manejo destinados ao equilíbrio populacional de insetos nos cultivos orgânicos a pesquisa teve como objetivo avaliar o consumo foliar e sobrevivência larval de *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae) em couve tratada com extratos e óleos de *T. minuta*, em bioensaios sem e com chance de escolha. Os tratamentos consistiram de extratos de folha e flor sem (10 e 30% v/v) e com o adjuvante farinha de trigo (1% p/v) e óleos de folha e flor (0.25, 0.5 e 1% v/v), comparados com a testemunha água destilada e óleo de nim 1% v/v. Nos bioensaios sem chance de escolha os tratamentos foram aplicados em discos de couve fornecidos à cinco lagartas incluindo 10 repetições. Nos bioensaios com chance de escolha, os discos tratados foram fornecidos a seis lagartas incluindo 20 repetições. Os bioensaios foram mantidos em BOD por 24h (12h e 25 ± 2°C). Os resultados indicaram que os extratos reduziram em média o consumo foliar em 13.2% e 46.3% nos bioensaios sem e com chance de escolha, respectivamente, enquanto que os óleos de folha e flor (1% v/v) levaram a uma redução média de 37% na sobrevivência larval.

Palavras-chave: chinchilho, curuquerê-da-couve, fitoprotetor botânico, olericultura.

INFLUENCE EXTRACTS AND OILS Tagetes minuta (ASTERACEAE) IN FOLIAR CONSUMPTION AND SURVIVAL LARVAL OF Ascia monuste orseis (LEPIDOPTERA: PIERIDAE)

ABSTRACT – Considering the bioactivity and the availability of *Tagetes minuta* (Asteraceae) in the study environment and the need for expansion of management methodologies for the population balance of insects in the research organic crops aimed to evaluate the leaf consumption and larval survival *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae) in kale treated with extracts and oils *T. minuta* draft in bioassays and without free choice. The treatments consisted of extracts of leaf and flower without (10 and 30% v/v) and wheat flour adjuvant (1% v/v) and leaf and flower oils (0.25, 0.5 and 1% v/v) compared with the control distilled water and neem oil 1% v/v. Bioassays no choice treatments were applied in cabbage disks provided to five tracks including 10 repetitions. Bioassays free choice, the treated discs were provided to six tracks including 20 repetitions. The bioassays were held in BOD for 24h (12h and 25 ± 2°C). The results indicated that the extracts reduced in average leaf consumption by 13.2% and 46.3% in bioassays with and without the chance to choose, respectively, whereas the leaf and flower oils (1% v/v) led to an average reduction of 37% in larval survival.

Keywords: marigold, leafworm-of-cabbage, olericulture, safener botanical.

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar/FAEM-UFPel.

² Pós-Doutoranda DOCFIX FAPERGS/CAPES no Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar/FAEM-UFPel

³ Pesquisador Embrapa Clima Temperado/Estação Experimental Cascata

⁴ Professor e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Ambiental/UNISC

⁵ Professor e Pesquisador no Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar/FAEM-UFPel



1. INTRODUÇÃO

A couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) é uma hortaliça de grande importância econômica para as unidades de produção agrícola familiar, ocupando lugar de destaque entre as hortaliças orgânicas cultivadas e comercializadas na Região Sul do Rio Grande do Sul, Brasil (Martinez & Peil, 2010; Lovatto, 2012).

Entre os entraves para o cultivo da couve está a lagarta curuquerê-da-couve, *Ascia monuste orseis* (Latr., 1819) (Lepidoptera: Pieridae), responsável por grande desfolha das plantas, necessitando de aplicações periódicas de inseticidas químicos sintéticos utilizados no controle convencional, os quais segundo Filgueira (2008), favorecem a indução de resistência dos insetos, além de causar impactos ao ambiente e a saúde humana.

Dentre as alternativas para o manejo destes lepidópteros nos cultivos orgânicos está a utilização de fitoprotetores botânicos, como é o caso da espécie *Tagetes minuta* L. (Asteraceae), planta conhecida como chinchilho e de ocorrência espontânea em áreas agrícolas do RS (Lorenzi & Matos, 2008).

A espécie *T. minuta* parece ser nativa da América Central e, atualmente, ocorre espontaneamente na Bolívia, Paraguai, Argentina, México e no Brasil, onde é encontrada nos estados do Piauí, Pernambuco, Bahia, Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e no Distrito Federal (Hattori, 2009; Roca et al., 2009). O óleo essencial de *T. minuta* tem larga utilização como condimento e em perfumaria, além de ser conhecido por suas propriedades biocidas. (Chamorro et al., 2008).

Estudos realizados com espécies do gênero *Tagetes*, demonstram seus efeitos benéficos no manejo da produção orgânica através da utilização de extratos, óleos essenciais ou consorciação com cultivos agrícolas no manejo de nematóides, insetos e doenças, além de ser reconhecida e utilizada por agricultores como alternativa a sanidade dos cultivos na transição agroecológica na região sul do Rio Grande do Sul, Brasil (Lovatto et al., 2013), podendo apresentar ampla ação sobre diversos organismos, incluindo insetos, bactérias e outras plantas (Gakuubi et al., 2016).

Considerando a disponibilidade da planta na região de estudo e a viabilidade da utilização de *T. minuta* para o manejo de insetos em cultivos orgânicos de hortaliças, a pesquisa objetivou avaliar o potencial

de extratos aquosos e óleos essenciais de folhas e flores de *T. minuta* no consumo foliar e sobrevivência larval de *A. monuste orseis* em couve, sob condições de laboratório.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A coleta de *T. minuta*, criação dos insetos e os bioensaios foram realizados na Estação Experimental Cascata (EEC), Embrapa Clima Temperado (31°37' Sul e 52°31' Oeste), Pelotas, RS, Brasil.

As plantas foram coletadas em plena floração, em dias de sol, nas primeiras horas da manhã nos meses de abril e maio de 2013. Para extração de óleo essencial, foram separadas folhas e flores, colocadas em balões volumétricos acoplados em aparelho de Clevenger modificado para hidrodestilação e obtenção dos óleos essenciais, que posteriormente foram centrifugados e armazenados em vidro âmbar a -4°C, seguindo a metodologia de Castro et al. (2006).

Para a obtenção do extrato aquoso, folhas e flores da planta foram desidratadas em estufa a 40°C por 24h, armazenadas em embalagens de papel e mantidas em ambiente seco até a sua utilização. De acordo com Lovatto (2012), optou-se por utilizar o material de *T. minuta* desidratado devido à ausência de plantas de chinchilho em plena floração no período de primavera-verão, momento de maior ocorrência de *A. monuste orseis*.

Para criação dos insetos, foram coletados ovos e lagartas de *A. monuste orseis* em cultivos de couve localizadas em propriedades orgânicas certificadas do município de Pelotas, RS, Brasil. As lagartas foram alimentadas diariamente com couve até atingir a fase pupal. Posteriormente os adultos emergidos destas pupas, foram alimentados com solução de mel (10% p/v), e mantidos em gaiola telada, em casa de vegetação, contendo vasos com couve para oviposição, conforme sugerido por Biermann (2009), sendo as posturas coletadas diariamente para eclosão das lagartas e realização dos bioensaios, no período de janeiro a abril de 2014.

Para a manutenção dos insetos e realização dos bioensaios, plantas de couve, oriundas de sementes agroecológicas da BioNatur Ltda., foram cultivadas sob manejo orgânico em canteiros da EEC/Embrapa Clima Temperado.

Os extratos aquosos de folhas e flores foram obtidos através da infusão do material vegetal desidratado na



proporção de 10g para 100mL de água destilada fervente por 15min, obtendo-se após a filtragem em algodão, o extrato bruto 10% p/v. Posteriormente, foram obtidas as diluições 10 e 30% v/v e 10 e 30% v/v + adjuvante (farinha de trigo 1% p/v). Os óleos essenciais de folhas e flores foram diluídos em água destilada a 0,25; 0,5 e 1% v/v, com adição de Tween[®] 80.

Os bioensaios foram confrontados com a testemunha negativa água destilada e testemunha positiva óleo de nim (1% v/v), proveniente da espécie *Azadirachta indica* A. Juss (Meliaceae) planta mundialmente conhecida e utilizada para obtenção de produtos fitoprotetores aplicados no cultivo de orgânicos (MAPA, 2013).

Como fonte hospedeira foram utilizados discos de couve orgânica com 5cm de diâmetro pulverizados em ambas as faces com 1,5mL de suspensão de cada tratamento, através de borrifador manual.

Para o bioensaio sem chance de escolha, lagartas de três dias de vida foram colocadas sobre discos de couve tratados e dispostos individualmente no centro de placas de Petri de 9cm de diâmetro, forradas com papel filtro umedecido, totalizando 10 repetições por tratamento, com delineamento inteiramente casualizado. Os tratamentos testados constituíram-se em: extratos de folha e flor 10 e 30% (v/v); 10 e 30% + adjuvante (farinha de trigo 1% p/v), óleo de folha 0,25, 0,5 e 1% (v/v) e óleo de flor 0,25, 0,5 e 1% (v/v) além das testemunhas negativa água destilada e positiva óleo de nim 1% (v/v), totalizando 16 tratamentos.

Nos bioensaios com chance de escolha foram avaliadas quatro baterias formadas por pares de formulações de óleo ou extrato aquoso de folha e flor de *T. minuta*, confrontadas com a testemunha negativa água destilada e testemunha positiva óleo de nim 1% v/v, conforme ilustrado na Tabela 1. Neste caso, placas de Petri de 14cm de diâmetro constituíram as unidades experimentais, onde discos foliares tratados foram distribuídos de forma equidistante sobre papel filtro umedecido, para posterior liberação de seis lagartas

com seis dias de vida, totalizando 20 repetições em cada bateria. Para identificação e fixação dos discos foliares, foram utilizados alfinetes de cores distintas presos a uma base de isopor disposta no fundo de cada placa.

Nos bioensaios sem e com chance de escolha, as placas de Petri foram fechadas com fitas de silicone e armazenadas em estufa BOD com fotoperíodo de 12h e temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, até a avaliação do consumo foliar, e sobrevivência larval, após 24h.

A área foliar resultante dos bioensaios foi medida com auxílio de aparelho Li-Cor modelo Li 3100C, sendo a área consumida obtida pela diferença entre a área do disco de folha íntegra e a área foliar após o consumo. As análises estatísticas foram feitas empregando as provas estatísticas não paramétricas de Kruskal-Wallis seguidas do teste de comparações múltiplas de Dunn, com nível de significância $\alpha = 0.05$, disponíveis no programa computacional PAST Version 2.15 (Hammer et al., 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos bioensaios sem chance de escolha, os extratos aquosos de flor (10% v/v) sem e com adjuvante (1% p/v), o óleo de folha (0,5% v/v) e a testemunha positiva óleo de nim (1% v/v) apresentaram diferenças significativas quando comparados com a testemunha negativa água destilada ($p < 0.05$), reduzindo o consumo foliar pelas lagartas em 12,6, 13,8, 10,8 e 11,54%, respectivamente (Figura 1).

Em relação à sobrevivência após 24h, avaliada em conjunto com o consumo foliar, os tratamentos a base de óleo de flor e folha (1% v/v) apresentaram diferenças significativas com a testemunha negativa água destilada e testemunha positiva óleo de nim (1% v/v) ($p < 0,05$), reduzindo a sobrevivência larval em 26 e 48%, respectivamente. A testemunha positiva óleo de nim (1% v/v) diferiu da testemunha negativa ($p < 0,05$) reduzindo a sobrevivência em 91,3%.

Tabela 1 - Bateria de tratamentos utilizados no bioensaio com chance de escolha

Bateria 1	Bateria 2	Bateria 3	Bateria 4
H ₂ O	H ₂ O	H ₂ O	H ₂ O
Nim 1%	Nim 1%	Nim 1%	Nim 1%
Ext. folha 10%	Ext. folha 30%	O. folha 0,5%	O. folha 1%
Ext. flor 10%	Ext. flor 30%	O. flor 0,5%	O. flor 1%

Nos bioensaios com chance de escolha, os extratos aquosos de flor (10% v/v) e folha (10% v/v) da bateria 1 apresentaram diferenças significativas quando comparados com a testemunha negativa água destilada ($p < 0,05$), reduzindo o consumo pelas lagartas em 43,1 e 37,4%, respectivamente. Da mesma forma, o extrato aquoso de flor (10% v/v) comparado à testemunha positiva óleo de nim (1% v/v) ($p < 0,05$), reduziu o consumo pelas lagartas em 32,8% (Figura 2).

Na bateria 2, o extrato aquoso de folha (30% v/v) apresentou diferenças significativas quando comparado com a testemunha negativa água destilada e testemunha positiva óleo de nim (1% v/v) ($p < 0,05$), reduzindo o consumo foliar em 58,3 e 50,3%, respectivamente (Figura 3).

No bioensaio referente a bateria 3, não houveram diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$). Já na bateria 4, o tratamento com óleo de folha (1% v/v) diferiu da testemunha positiva óleo de nim (1% v/v) e óleo de flor (1% v/v) ($p < 0,05$) ocasionando um aumento do consumo foliar pelas lagartas de 35,2% em relação ao nim e 24% em relação ao óleo de flor (1% v/v).

Corroborando com os resultados obtidos através da utilização dos extratos e óleos de *T. minuta* sobre a alimentação e sobrevivência de *A. monuste orseis*, Lovatto et al. (2013) verificaram ação repelente dos

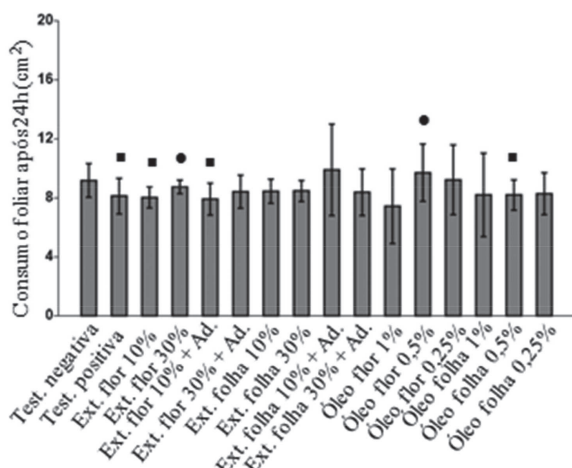


Figura 1 - Médias (\pm desvio-padrão) de consumo foliar do bioensaio sem chance de escolha. Estação Experimental Cascata – EEC, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, mar/2014. ■ Diferença significativa (Kruskal Wallis/Dunn, $p < 0,05$) a respeito da testemunha negativa água destilada. ● Diferença significativa (Kruskal Wallis/Dunn, $p < 0,05$) a respeito da testemunha positiva óleo de nim 1% v/v.

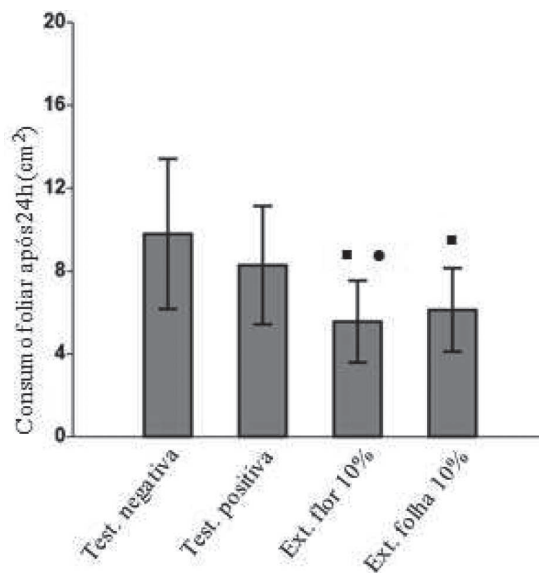


Figura 2 - Médias (\pm desvio-padrão) de consumo foliar com chance de escolha da bateria 1. Estação Experimental Cascata – EEC, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, mar/2014. ■ Diferença significativa (Kruskal Wallis/Dunn, $p < 0,05$) a respeito da testemunha negativa água destilada. ● Diferença significativa (Kruskal Wallis/Dunn, $p < 0,05$) a respeito da testemunha positiva óleo de nim 1% v/v.

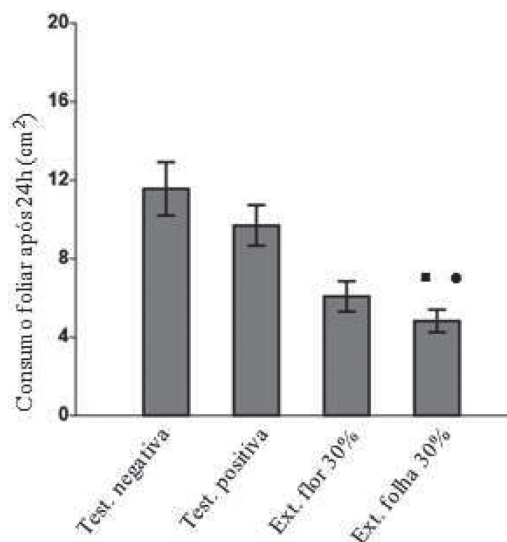


Figura 3 - Médias (\pm desvio-padrão) de consumo foliar com chance de escolha da bateria 2. Estação Experimental Cascata – EEC, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, mar/2014. ■ Diferença significativa (Kruskal Wallis/Dunn, $p < 0,05$) a respeito da testemunha negativa água destilada. ● Diferença significativa (Kruskal Wallis/Dunn, $p < 0,05$) a respeito da testemunha positiva óleo de nim 1% v/v.



extratos de folhas e flores de *T. minuta* sobre *Brevicoryne brassicae* (L., 1758) (Hemiptera: Aphididae). Neste trabalho os autores verificaram a ação do extrato de flor 30% (v/v) sobre a mortalidade de 75% dos afídeos *B. brassicae*. Já Motazedian et al. (2014), testando o óleo de *T. minuta* sobre *B. brassicae* verificaram mortalidade de 98 e 84% nas concentrações de 125,8 e 62,5 $\frac{1}{4}$ L⁻¹, respectivamente.

Com relação a alimentação, Mong'are et al. (2012) ao testarem o extrato de *T. minuta* junto a dieta de *Phlebotomus duboscqi* (Diptera: Psychodidae), verificaram a interferência do extrato sobre a digestão do alimento, ocasionando baixa no aporte nutricional e na fecundidade das fêmeas do inseto. Da mesma forma, Salinas-Sanchez et al. (2012) avaliando o efeito de extratos de *T. erecta* L. sobre *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidoptera: Noctuidae) apontaram que os extratos de folhas causaram efeito anti-alimentar nas lagartas, reduzindo o seu peso em 50%, além de causar efeito adicional como alongamento da duração do estágio larval e aumento da mortalidade pupal. Trindade et al. (2013) também verificaram que o extrato de raízes na concentração de 5000 mg.mL⁻¹ causou mortalidade em 85% das lagartas de *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae), dados ampliados por Reddy et al. (2015) que evidenciaram o efeito fagoderrente do óleo essencial sobre o mesmo inseto.

Lima (2010) avaliando a mortalidade de larvas de três diferentes populações de mosquitos de *A. aegypti* (Diptera: Cuculidae) observou que óleo essencial na diluição 0,3ml L⁻¹ foi capaz de causar mortalidade acima de 93% nas três distintas populações do inseto, após 24h, enquanto que Kiarimpa et al. (2014) verificou 100% de mortalidade de larvas de 3° e 4° de *Anopheles gambiae*, agente transmissão da malária, quando tratadas com óleo essencial de *T. minuta*, após 24h de exposição.

De acordo com Lacroix et al. (2011) o óleo essencial também apresenta ação antiplasmódica e citotóxica, com inibição superior a 60% sobre *Plasmodium falciparum* FcB1 na concentração de 10 $\frac{1}{4}$ g mL⁻¹.

Garcia et al. (2012) também observaram a eficácia do óleo essencial a 20% sobre quatro espécies de carrapatos, entre eles *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Amblyomma cajennense* e *Argas miniatus* (Acarina: Ixodidae), causando mortalidade de 95%, sendo que Coelho et

al. (2013), obtiveram controle de 99,11% sobre fêmeas de *R. (B) microplus* utilizando óleo essencial a 10%.

No tocante a amplitude de dados favoráveis à bioatividade da planta sobre diferentes insetos e organismos demonstrada pelos diversos autores, os resultados do trabalho ora apresentado indicam uma tendência a maior efetividade dos óleos essenciais de flor e folha (1% v/v) sobre a redução da sobrevivência larval e maior desempenho dos extratos aquosos na diminuição do consumo foliar de *A. monuste orseis* nas condições testadas, confirmando a divergência da sua atividade sobre insetos, que podem ocorrer através de mecanismos diversos (Meshktalsadat et al., 2010), uma vez que a espécie *T. minuta* é rica em monoterpenos, sesquiterpenos, flavonoides e tiofenóis, distribuídos de forma heterogênea na planta (Zygodlo et al., 1999; Garcia et al., 1995) o que pode explicar a diferença de resultados para óleos e extratos obtidos de partes iguais da planta.

Segundo Andreotti et al. (2013), entre os compostos identificados em maior teor no óleo essencial está o limoneno (6,96%), ocimeno (5,11%), di-hidrotagetona (54,10%) e tagetona (6,73%). Já em trabalho realizado por Medeiros (2015) o óleo essencial de plantas coletadas em local e condições semelhantes as experimentadas neste trabalho apresentou a dihidrotagetona (12,5%), cis-tagetona (49%) e cis- α -ocimeno (26%) como componentes majoritários.

A distinção da composição química observada nos diferentes trabalhos podem estar relacionadas com a organização fitoquímica de diferentes partes da planta, conforme destaca Chamorro et al. (2008), que ao estudar a composição de *T. minuta* coletada em diferentes regiões da Argentina, verificaram que o principal constituinte do óleo essencial das folhas é a dehidrotagetona, enquanto que nas flores prevalecem α -ocimeno e tagetona.

A colheita, localização geográfica, fase fenológica, partes utilizadas e condições climáticas onde plantas de *T. minuta* crescem também exercem influências sobre a composição química de seus produtos (Gakuubi et al., 2016), assim como a biologia do inseto e o tipo de extração dos componentes da planta, seja extrato ou óleo essencial utilizados também resultam em diferentes efeitos como demonstrado por Shahzadi et al. (2010) que ao utilizarem duas frações distintas de extrato de sementes de *T. minuta* sobre larvas de três espécies de insetos de grãos armazenados, obtiveram

80% e 0% de mortalidade sobre *Callosobruchus analis* (Coleoptera: Chrysomelidae) utilizando a fração solúvel em n-hexano e a fração solúvel em éter, respectivamente, enquanto que para *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae), a mortalidade apresentada foi de 70% para ambas as frações.

Quanto aos efeitos da testemunha positiva óleo de nim (1% v/v) foi observado em bioensaios realizado por Biermann (2009) que as concentrações de óleo de nim 1, 5 e 10% (v/v) causaram mortalidade de 100% com em lagartas de *A. monuste orseis* somente após o sétimo dia de exposição aos tratamentos.

Estes dados evidenciam que a azadiractina, um dos componentes presentes nas Meliáceas, causa entre outros danos, inibição de crescimento e alteração na metamorfose de larvas da ordem Lepidoptera, impedindo a ecdise (Menezes, 2005), e levando a morte por inanição ao longo de alguns dias. Como foi observado no bioensaio sobre a sobrevivência larval realizado neste trabalho, o óleo de nim 1% v/v, utilizado como testemunha positiva, reduziu a sobrevivência em 91,3%, porém conforme Menezes (2005) e considerando que o bioensaio foi avaliado após 24h, não teria havido tempo para uma inibição da síntese de quitina e consequentemente a morte dos insetos.

4. CONCLUSÃO

Nos bioensaios com chance de escolha a redução do consumo foliar de *A. monuste orseis* foi mais evidente, ocasionado uma redução quando utilizado o extrato aquoso da folha de *T. minuta* (30% v/v). Já os óleos de flor e folha (1% v/v) foram os mais eficientes na redução da sobrevivência larval de *A. monuste orseis*.

5. LITERATURA CITADA

ANDREOTTI, R.; GARCIA, M. V.; CUNHA, R. C.; BARROS, J.C. Protective action of *Tagetes minuta* (Asteraceae) essential oil in the control of *Rhipicephalus microplus* (Canestrini, 1887) (Acari: Ixodidae) in a cattle pen trial. **Veterinary Parasitology**, v.197, p.341–345, 2013.

BIERMANN, A. C. S. **Bioatividade de inseticidas botânicos sobre *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Santa Maria, RS: UFSM, 2009. 73f.

CASTRO, D.P.; CARDOSO, M.G.; MORAES, J.C.; SANTOS, N.M.; BALIZA, D.P. Não preferência de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) por óleos essenciais de *Achillea millefolium* L. e *Thymus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.8, n.4, p.27-32, 2006.

CHAMORRO, E.R.; SEQUEIRA, A.F.; VELASCO, G.A.; ZALAZAR, M.F. Chemical composition of essential oil from *Tagetes minuta* L. leaves and flowers. **Journal of the Argentine Chemical Society**, v.96, p80-86, 2008.

COÊLHO, M.D.G.; da SILVA, V.A.R.; AKISUE, G.; PEREIRA, J.R.; da SILVA, V.A.R.; FURTADO, F.N. Avaliação “in vitro” do potencial acaricida do óleo essencial de *Tagetes minuta* frente a *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887). **Revista Biociências**, v.19, n.1, p.104 -110, 2013.

FILGUEIRA, F.A.R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa, UFV, 2008, 421p.

GAKUUBI, M.M.; WANZALA, W.; WAGACHA, J.M.; DOSSAJI, S.F. Bioactive properties of *Tagetes minuta* L. (Asteraceae) essential oils: A review. **Ameriacan Journal of Essential Oils and Natural Products**, v.4. n.2, p.27-36, 2016.

GARCIA, D.A.; PERILLO, M.A.; ZYGADLO, J.A.; MARTINEJA, I.D. The essential oil from *Tagetes minuta* L. modulates the binding of [3H] flunitrazepan to crude membranes from chick brain. **Lipids**, v.30, p.1105-1109, 1995.

GARCIA, M.V.; MATIAS, J.; BARROS, J.C.; LIMA, D.P.D.; LOPES, R.S.; ANDREOTTI, R. Chemical identification of *Tagetes minuta* Linnaeus (Asteraceae) essential oil and its acaricidal effect on ticks. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v.21, n.4, p.405-411, 2012.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Paleontologia Electronica**, 4(1): 9p. 2001.



HATTORI, E. K. O. **Asteraceae da estação ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais). Uberlândia, MG: UFU, 2009. 169p.

KYARIMPA, C.M.; BOHMDORFER, S.; WASSWA, J.; KIREMIRE, B.T.; NDIEGE, I.O.; KABASA, J.D. Essential oil and composition of *Tagetes minuta* from Uganda. Larvicidal activity on *Anopheles gambiae*. **Industrial Crops and Products**, v.62, p.400-4004, 2014.

LACROIX, D.; PRADO, S.; KAMOGA, D.; KASENENE, J.; NAMUKOBE, J.; KRIEF, S.; DUMONTET, V.; MOURAY, E.; BODO, B.; BRUNOIS, F. Antiplasmodial and cytotoxic activities of medicinal plants traditionally used in the village of Kiohima, Uganda. **Journal of Ethnopharmacol**, v.133, p.850-855, 2011.

LIMA, P.W. **Toxicidade do óleo essencial de *Tagetes minuta* L (Asteraceae) em larvas de *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) e protocolo de alimentação em camundongos SwissCalb/C**. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde). São José do Rio Preto, SP: FAMERP, 2010. 64f.

LORENZI, H.; MATOS, F.J. As Plantas Mediciniais no Brasil: Nativas e Exóticas Cultivadas. 2ª ed. **Instituto Plantarum**. Nova Odessa, Brasil. 2008. 544p.

LOVATTO, P.B. **As plantas bioativas como estratégia à transição agroecológica na agricultura familiar: análise sobre a utilização empírica e experimental de extratos botânicos no manejo de afídeos em hortaliças**. Tese (Doutorado em Agronomia). Pelotas, RS: UFPel, 2012. 392f.

LOVATTO, P.B.; SCHIEDECK, G.; MAUCH, C.R. Extratos aquosos de *Tagetes minuta* (Asteraceae) como alternativa ao manejo agro-ecológico de afídeos em hortaliças. **Revista Interciência**, v.38, n.9, p. 676-680, 2013.

MAPA, Instrução Normativa Conjunta SDA/SDC Nº 2, de julho de 2013. <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/vegetal/agrotoxicos/Produtos%20Fitossanitarios%20Organicos/INC%20SDASDC%20N_%20de%2012%20de%20julho%20de%202013.pdf>. (Acessado em 27 Agosto de 2015).

MARTINEZ, E.A.; PEIL, R.M.N. Caracterização da comercialização e da diversidade da produção dos agricultores familiares associados à Cooperativa Sul Ecológica. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.16, p.149-152, 2010.

MEDEIROS, C.H. **Alterações bioquímicas e fisiológicas em couve submetidas à aplicação de óleos essenciais e húmus de minhoca**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Pelotas, RS: UFPel, 2015. 59f.

MENEZES, E.L.A. Inseticidas botânicos: seus princípios ativos, modo de ação e uso agrícola. Seropédica, Rio de Janeiro: **Embrapa Agrobiologia**, 2005. 58p.

MESHKATASADAT, M. H.; SAFAEI-GHOMI, J.; MOHARRAMIPOUR, S.; NASSERI, M. Chemical characterization of volatile components of *Tagetes minuta* L. cultivated in South west of Iran by nano scale injection. **Digest Journal Nano Materials Biostruction**, v.5, p.101-106, 2010.

MONG'ARE, S.; NG'ANG'A, Z.; MARANGA, R.; OSIEMO, Z.; NGURE, P.; NGUMBI, P.; TONUI, W. Effect of leaf crude extracts of *Tarhonanthus camphoratus* (Asteraceae), *Acalypha fruticosa* (Fabaceae) and *Tagetes minuta* (Asteraceae) on fecundity of *Phlebotomus duboscqi*. **American International Journal of Contemporary Research**, v.2, n.8, p.194-200, 2012.

MOTAZEDIAN, N.; ALEOSFOOR, M.; DAVOODI, A.; BANDANI, A.R. Insecticidal activity of five medicinal plant essential oil against the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae*. **Journal of Crop Protection**, v.3, n.2, p.137-146, 2014.

REDDY, S.E.; KIRTI, D.S.; KOUNDAL, R.; SINGH, B. Chemical composition and insecticidal activities of essential oil against Diamond back moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). **Natural Product Research**, v.30, p.1-5, 2015.

ROCA, L. B.; GUZMÁN, B. H.; GÓMEZ, A. M. B.; SOSA, E.H.; PEREZ, M.G.; NAVARRO, B.A. Caracterización física y tamizaje fitoquímico de la especie *Tagetes erecta* Lin. **Revista Cubana de Química**, v. 21, n.2, p.10-15, 2009.



SALINAS-SÁNCHEZ, D. O.; ALDANA-LLANOS, L.; VALDÉS-ESTRADA, M. E.; GUTIÉRREZ-OCHOA, M.; VALLADARES-CISNEROS, G.; RODRÍGUEZ-FLORES, E. Insecticidal activity of *Tagetes erecta* extracts on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). **Florida Entomologist**, v.95, n.2, p. 428-432, 2012.

SHAHZADI, I.; HASSAN, A.; KHAN, U.W.; SHAH, M.M. Evaluating biological activities of the seed extracts from *Tagetes minuta* L. found in Northern Pakistan. **Journal of Medicinal Plants Research**, v.4, n.20, p.2108-2112. 2010.

TRINDADE, R.C.P.; DE LIMA, I.S.; SANT'ANA, A.E.G.; DA SILVA, P.P. Atividade de extratos de plantas na mortalidade de lagartas da traça-das-crucíferas, *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). **Revista Ciência Agrícola**, v.11, p.21-28. 2013.

ZYGADLO, J.A.; GROSSO, N.R.; ALBURRA, R.E.; GUZMAN, C.A. Essential oil variation in *Tagetes minuta* populations. **Biochemical Systematics and Ecology**, v.18, p.405-407, 1999.

Recebido para publicação em 30/9/2016 e aprovado em 20/12/2016.



IRRADIAÇÃO E PASTEURIZAÇÃO DE PIMENTA DEDO-DE-MOÇA IN NATURA E EM POLPA

Regina Célia Rodrigues de Miranda Milagres¹, Solange Guidolin Canniatti Brazaca², Cleide Maria Ferreira Pinto³, Claudia Lúcia de Oliveira Pinto⁴

RESUMO - Avaliar os efeitos da irradiação e da pasteurização sobre a vida útil de pimenta Dedo-de-moça *Capsicum baccatum* var. *pendulum* in natura e em polpa. Métodos: Realizaram-se três experimentos. Experimento 1: pimentas in natura tratadas com radiação gama do ⁶⁰Co (doses de 1, 2 e 3 kGy), estocadas a 5°C/30 dias, analisados quanto ao teor de carotenoides. Experimentos 2 e 3: pimentas processadas na forma de polpa e adicionadas de ácido cítrico 5%. No experimento 2, as polpas foram expostas a 2 e 3 kGy, estocagem a 25°C/60 dias e análises de mesófilos aeróbios, sólidos solúveis (SS), pH e cor. No experimento 3 avaliou-se a dose de 3 kGy, a pasteurização em bancada (85 °C/3min) em polpas conservadas a 25°C. Realizou-se análises de pH, SS, cor, umidade, acidez titulável e ratio. Resultados: Houve aumento do teor de carotenoides (85,9 µg.g⁻¹) na pimenta in natura irradiada, entretanto ocorreu degradação mais rápida dos frutos (experimento 1). Polpas de pimenta irradiadas com 2 e 3 kGy não alteraram pH (4,8) e SS (10,3), mas modificaram a cor. Constatou-se inibição de mesófilos na dose de 3 kGy. Pasteurização e irradiação (3 kGy) permitiram aumento de 6 dias na vida útil da polpa (experimentos 2 e 3). Conclusão: Considerando que doses até 3 kGy não conservaram a pimenta in natura, mais estudos são necessários para estabelecer doses efetivas. O aumento em seis dias da vida útil da polpa submetida a irradiação (3 kGy) e a pasteurização indicou a viabilidade desses métodos para sua conservação.

Palavras-chave: conservação de alimentos, *Capsicum*, radiação.

IRRADIATION AND PASTEURIZATION OF DEDO-DE-MOÇA PEPPER IN NATURA AND PULP

ABSTRACT - *Objective:* To assess the effects of irradiation and pasteurization on the shelf-life of pepper (*Dedo-de-moça*) *Capsicum baccatum* var. *pendulum* in natura and in pulp. *Methods:* Three experiments were conducted: experiment 1: in natura fruits were exposed to ⁶⁰Co gamma radiation (doses of 1, 2 and 3 kGy), stored at 5 °C / 30 days and analyses for contents of carotenoids. Experiments 2 and 3: pepper processed in pulp and added of 5% citric acid. In experiment 2, the doses 2 and 3 kGy were evaluated in the pulp, stored at 25 °C/60 days, aerobic mesophilic, soluble solids (SS), pH and instrumental color. In experiment 3, we evaluated the 3 kGy dose and pasteurization (85 °C/3 min) in samples stored at 25 °C and analyzed for pH, SS, color, moisture, titratable acidity and ratio. *Results:* There was increase of the contents of carotenoids (86 mg g⁻¹) in in natura radiated pepper, but there was faster degradation of the fruits (experiment 1). Pulps radiated with 2 and 3 kGy did not change pH (4.8) and SS (10.3) but change the color. It is found inhibition of mesophilic in the dose of 3 kGy. Pasteurization and radiation (3 kGy) increase 6 days in the useful life of the pulp (experiment 2 and 3). *Conclusions:* Account that doses up to 3 kGy did not preserved the in natura pepper, more studies are needed to establish effective doses. The increase in six days of useful life of the radiated (3 kGy) and pasteurized pulp indicated the feasibility of these methods for their preservation.

Keywords: food preservation, *Capsicum*, radiation.

¹ Universidade Federal de Viçosa. E-mail para correspondência reginamilagres@ufv.br.

² Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ Universidade de São Paulo.

³ Pesquisadora na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Epamig Regional Sudeste.



1. INTRODUÇÃO

A insegurança alimentar constitui uma grande preocupação no mundo. A *Food and Agriculture Organization* - FAO publicou o relatório intitulado “O estado de insegurança alimentar no mundo” que destacou a necessidade de crescimento econômico para redução da fome, além dos pontos centrais da insegurança alimentar como: preços, distribuição e disponibilidade dos alimentos. Problemas relacionados à conservação e qualidade dos alimentos foram também abordados (FAO, 2012).

Um grande desafio à ciência e à sociedade é melhorar a alimentação das pessoas em prol do bem-estar social, da qualidade de vida e da boa saúde. Dentre as diversas formas que a ciência pode contribuir estão os conhecimentos sobre as técnicas de conservação e seus impactos sobre os nutrientes. Diferentes tratamentos físicos e químicos são usados para conservação de alimentos, no entanto, alguns podem causar perdas nutricionais e ou sensoriais, a exemplo dos métodos que empregam o calor (Rico et al., 2010). Altas temperaturas podem desnaturar enzimas com consequentes alterações indesejáveis, e comprometimento do sabor, cor, textura e qualidade nutricional (Valderrama, 2001).

Além do emprego do calor, a refrigeração é uma alternativa para conservação dos produtos frescos ou processados. Entretanto, o fator econômico é limitante no uso deste método, uma vez que existe a necessidade de se manter a cadeia do frio. Como alternativa ao emprego do calor, da refrigeração ou de aditivos químicos, a técnica de irradiação tem se mostrado eficaz. A radiação gama do ⁶⁰-Cobalto vem sendo empregada para aumentar a estabilidade dos alimentos no armazenamento por inativar microrganismos patogênicos, bactérias deteriorantes, fungos filamentosos, leveduras, parasitas, insetos, e por retardar a maturação e inibir o brotamento em bulbos e tubérculos (Andrews et al., 1998; Morehouse, 2002).

A irradiação é considerada um excelente processo de conservação para alimentos de origem vegetal (Shahbaz et al., 2014; Xie et al., 2015; Zeng et al., 2015). Entretanto, são necessários estudos sobre a sua aplicação para cada tipo de alimento e conhecimento do seu efeito sobre a qualidade (IAEA, 2006). Desta forma, há grande interesse pelo desenvolvimento de pesquisas nesta área. Ramamurth et al. (2004)

observaram que a radiação gama com a dose 2 kGy resultou em aumento da vida útil de *Capsicum* minimamente processado associado a redução da população bacteriana inicial em 2 a 3 ciclos logarítmicos e inativação de bactérias do grupo coliformes, *Listeria* e *Yersinia* sem alteração da qualidade nutricional. Maior efetividade da irradiação, na dose de 10 kGy, em relação ao vapor para conservação de pimenta-vermelha em pó foi constatada por Rico et al. (2010) com redução de 5 ciclos logarítmicos na contagem microbiana e efeitos mínimos sobre as propriedades físico-químicas e funcionais.

A pasteurização também é efetiva para a conservação de alimentos por inativar enzimas e microrganismos termo sensíveis, com ocorrência de alterações mínimas no valor nutritivo e nas características sensoriais dos produtos (Bastos et al., 2008; Pelais et al., 2008).

Embora a pimenta *Capsicum* tenha relevância econômica expressiva pelo seu uso na culinária mundial, farmacologia, odontologia, medicina e produção de armas de autodefesa (Pinto et al., 2013), existem poucos estudos sobre a avaliação da técnica de irradiação para sua conservação. A maioria das pesquisas foi desenvolvida com pimenta desidratada ou em pó (Ramamurth et al., 2004; Jalili et al., 2010; Rico et al., 2010). Existem relatos dos efeitos da irradiação em *Capsicum* minimamente processada (Ramamurth et al., 2004), mas não há ainda, pesquisas sobre a avaliação das técnicas de irradiação e de pasteurização para conservação de polpa de pimenta.

Com base no exposto, objetivou-se avaliar as técnicas de irradiação e de pasteurização sobre a vida útil de pimenta Dedo-de-moça *Capsicum baccatum* var. *pendulum* in natura e na forma de polpa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos sequenciais. O primeiro com pimenta Dedo-de-moça in natura, o segundo e o terceiro com polpa oriunda do processamento dos frutos adicionada de ácido cítrico.

Experimento 1 - Pimenta Dedo-de-moça “in natura” irradiada

O experimento foi realizado na Planta Piloto da Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz - ESALQ/USP. Empregou-se delineamento inteiramente aleatorizado – DIA, com três repetições.



Amostra

Utilizou-se 5 kg de pimentas Dedo-de-moça, selecionadas pela coloração, grau de maturação, ausência de lesões, tamanhos e danos mecânicos. Em seguida, 60 g dos frutos foram pesados e colocados em 60 bandejas de poliestireno expandido (isopor) com dimensões de: 15 x 15 x 4 x 0,5 cm, recoberta com filme de cloreto de polivinila – PVC comercial.

Irradiação e armazenamento

Os frutos embalados foram irradiados, em irradiador Multipropósito de ^{60}Co , no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN em São Paulo-SP, com radiação gama do ^{60}Co , nas doses de: 1; 2 e 3 kGy e taxa de dose de 3,21 kGy h⁻¹. Após a irradiação as amostras irradiadas e controles (não irradiadas), foram armazenadas a 5 °C (L 90% UR) em câmara fria e analisadas nos tempos: 1, 7, 15 e 30 dias.

Quantificação de carotenoides totais

A quantificação de carotenoides totais foi realizada conforme método descrito por Umiel & Gabelman, (1971), com modificações propostas por Moretti et al. (1998).

- Preparo da amostra e extração dos pigmentos

Os frutos foram homogeneizados em *mixer* por 3 min. A uma alíquota de 8 g do homogenato adicionou-se 40 mL de acetona e a mistura foi homogeneizada por um minuto. Procedeu-se a filtração a vácuo em kitassato protegido com papel alumínio, para evitar a foto-oxidação dos pigmentos. Em seguida, o extrato foi rinsado, por duas vezes, com 25 mL de acetona. Adicionou-se 45 mL de hexano ao filtrado.

- Partição das fases

A solução resultante foi transferida para um funil de separação e deixada em repouso tempo suficiente para separação nítida das fases. Em seguida, foram transferidos 100 mL de água destilada para o funil de separação para realização da etapa de lavagem do hexano. Após a separação das fases, descartou-se a fase inferior e procedeu-se a lavagem com água destilada por mais duas vezes. Após a última lavagem, transferiu-se o extrato hexano-pigmento para um balão volumétrico de 100 mL e completou-se o volume com hexano.

- Determinação espectrofotométrica e cálculo da concentração

A absorvância do extrato foi determinada em espectrofotômetro de UV visível modelo *Shimadzu UV-1800*, no comprimento de onda de 460 nm. A concentração de carotenoides totais (µg g⁻¹) foi calculada pela equação:

$$CT (\mu\text{g g}^{-1}) = \frac{A \times V \times 10^4}{A^{1\%}_{1\text{cm}} \times m}$$

Em que:

A = absorvância dos pigmentos a 460 nm;

V = volume final da amostra (mL);

A^{1%}_{1cm} = coeficiente de extinção (2200);

m = peso da amostra (g)

Uma vez que, doses acima de 2 kGy podem causar alterações sensoriais nos frutos in natura (IAEA, 2006), nos experimentos seguintes, testou-se a radiação gama na “polpa” processada a partir do fruto da pimenta.

Experimento 2 – Polpa de pimenta Dedo-de-moça irradiada e acidificada

Utilizou-se DIA, em esquema fatorial 3x2 com 4 parcelas subdivididas e 3 repetições. Correspondendo a: 3 - tratamentos (controle; 2 kGy e 3 kGy); 2 - acidificação (amostras acidificadas e não acidificada) e 4 - tempos de estocagem (1, 15, 30 e 60 dias).

Amostra e Processamento da polpa de pimenta

Para seleção das amostras seguiu-se os mesmos critérios do Experimento 1. As pimentas foram divididas em três lotes, os quais foram processados separadamente na Planta Piloto da ESALQ/USP.

O processamento da pimenta, devidamente selecionada, foi realizado de acordo com as boas práticas de fabricação (BPF). Utilizaram-se frutos sem pedúnculo. Na Figura 1 são apresentadas as etapas do processamento da polpa de pimenta.

Irradiação

A irradiação foi realizada no Laboratório de Melhoramento de Plantas do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP). Após envase, a polpa, foi tratada com radiação gama utilizando-se fonte de

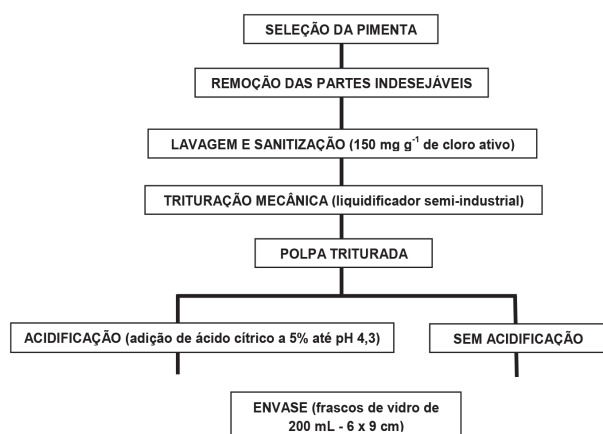


Figura 1 - Esquema do processamento da polpa de pimenta Dedo-de-moça acidificada e não acidificada.

^{60}Co , em irradiador *Gamma-Cell 220*, a temperatura ambiente, nas doses de: 2 e 3 kGy e taxa de dose de $0,368 \text{ kGy h}^{-1}$. O tratamento controle consistiu de amostras não irradiadas.

Armazenamento da polpa de pimenta

Após o tratamento das amostras com radiação ionizante, procedeu-se o armazenamento a 25°C , em estufa climatizada e, análises com 1, 15, 30 e 60 dias de estocagem.

Análises

Microbiológica: realizou-se a contagem de microrganismos mesófilos aeróbios em placas com *Plate Count Agar* (Ágar PCA-Merck®) após a incubação a 37°C , por 24 a 48 horas. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônia por mililitro de polpa (UFC mL^{-1}) de acordo com procedimento proposto pela *American Public Health Association* – APHA, descrito por Morton (2001).

Sólidos solúveis – (SS): utilizou-se refratômetro digital, conforme as normas da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005). Os resultados foram expressos em °Brix.

pH: foi determinado em potenciômetro e os resultados foram expressos em unidade de pH (AOAC, 2005).

Cor: foi determinada por reflectância em colorímetro Minolta, Modelo Chroma Meter CR-200b conforme proposto por Bible & Singha (1993). As coordenadas

de cor foram medidas em relação à placa branca. O valor L forneceu a luminosidade, com variação do preto ($L = 0$) ao branco ($L = 100$). O valor a^* caracteriza a coloração na região do vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$) e o valor b^* indica a coloração no intervalo do amarelo ($+b^*$) ao azul ($-b^*$).

Experimento 3 – Polpa de pimenta Dedo-de-moça acidificada submetida à irradiação ou à pasteurização

O estudo foi realizado em esquema fatorial 3×2 com 3 parcelas subdivididas, 3 repetições, em DIA. Correspondendo a: 3 tratamentos (irradiação; pasteurização e controle); 2 embalagens (frascos de vidro e embalagem aluminizada multicamadas) e 3 tempos de estocagem (1, 15 e 30 dias).

Amostras e Processamento da polpa de pimenta

A seleção e o processamento da polpa de pimenta foram realizados na Planta Piloto da ESALQ/USP, seguindo-se os procedimentos descritos nos experimentos 1 e 2.

Foram avaliados os tratamentos:

- Embalagens

1. Embalagem aluminizada multicamadas sobrepostas: PET 15U - politereftalato de etila (poliéster); OPA 15U – poliamida biorientada (nylon); CPP 70U (ou PP Cast) - polipropileno obtido por extrusão e alumínio. Esta embalagem confere proteção à luz para os alimentos e resistência a 121°C , por 45 min.

2. Frascos de vidros transparentes com tampas rosqueáveis.

- Pasteurização em bancada

Após o envase, as polpas foram identificadas e pasteurizadas, individualmente, em bancada de acordo com método descrito por Bastos et al. (2008).

A contabilização do tempo de 3 min foi feita quando a amostra atingiu 85°C , no centro geométrico (ponto frio). A temperatura foi aferida por imersão de termômetro com coluna de mercúrio em frasco de vidro e em embalagem multicamada aluminizada, as quais foram colocadas em banho-maria, junto às demais amostras. A pasteurização foi realizada separadamente considerando-se que a condutividade térmica do vidro é menor que a da embalagem aluminizada. Após o tratamento térmico



as amostras foram resfriadas até 40 °C tomando-se cuidados para evitar o choque térmico na embalagem de vidro.

-Irradiação

Após processamento, as amostras foram tratadas com radiação gama em fonte de ^{60}Co , a temperatura ambiente, no Laboratório de Melhoramento de Plantas do CENA/USP em Irradiador *Gamma-Cell 220*. Utilizou-se a dose de radiação gama que obteve o melhor resultado no experimento 2 (3 kGy) e taxa de dose de 0,349 kGy h⁻¹.

Armazenamento

Após os tratamentos de irradiação e pasteurização as amostras foram armazenadas a 25 °C, em estufa climatizada e analisadas em 3 tempos de estocagem (1, 15 e 30 dias).

Análises

- *pH*, *SS* e *Cor*: conforme item 3.2.2.5 (AOAC, 2005; Bible & Singha, 1993)

- *Umidade*: método gravimétrico, em estufa a 105 °C, até peso constante (AOAC, 2005);

- *Acidez Titulável (AT)*: determinada por titulação potenciométrica. Os resultados foram expressos em mg 100 mg⁻¹ de ácido cítrico (AOAC, 2005)

- *Ratio*: foi obtida pela relação direta dos valores de *SS* e *AT*.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1 – Pimenta Dedo-de-moça “in natura” irradiada

Carotenoides totais

A irradiação não afetou o teor de carotenoides totais (Figura 2) durante a estocagem. Houve maior perda de carotenoides (43%) aos 30 dias de estocagem, na amostra controle. Maior média do teor do pigmento (96,8 µg g⁻¹) foi observada em amostras irradiadas com a dose 1 kGy. Houve aumento de 9% do teor do pigmento aos

30 dias de estocagem para a dose de 2 kGy e de 4% para amostras irradiadas com 3 kGy aos 7 dias (Figura 2).

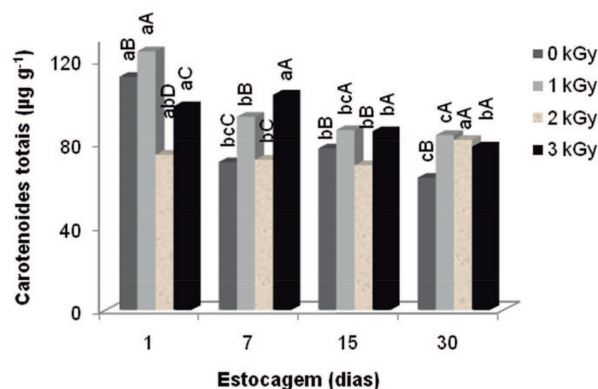


Figura 2 - Carotenoides totais em pimenta Dedo-de-moça irradiada e armazenada a 5 °C por 30 dias. Médias seguidas pela mesma letra (maiúsculas em relação às doses e minúsculas aos dias de armazenamento) não diferem entre si (Tukey, $p < 0,05$).

Diferenças na conservação do pedúnculo entre os frutos irradiados e não irradiados foram observados após 15 dias de estocagem. Verificou-se nas pimentas irradiadas, degradação mais rápida comparada às amostras controle, além de maior perda de turgidez, deterioração do pedúnculo e crescimento microbiano.

Diante destas observações e uma vez que nas avaliações realizadas, aos 7, 15 e 30 dias de estocagem, as amostras irradiadas apresentaram os maiores teores de carotenoides totais, infere-se que a radiação gama acelerou a maturação da pimenta. Esta afirmativa se fundamenta na premissa de que na maturação dos frutos ocorre a degradação da clorofila, a síntese de carotenóides e a reação de oxidação (Lima et al., 2001). Em estudos realizados com manga e melão irradiados na dose de 2 kGy (Thomas & Beyers, 1979) e com melão tratado com 0,45 kGy (Siqueira, 2007) também foi observado aumento do teor de carotenoides totais.

Com base nos resultados do experimento 1, constatou-se que doses de radiação de até 3 kGy não são efetivas para ampliar a vida útil da pimenta Dedo-de-moça in natura, estocada a 5 °C.

Experimento 2 - Polpa de pimenta Dedo-de-moça irradiada e acidificada

A radiação gama, na dose de 3 kGy, em amostras acidificadas e não acidificadas, inibiu o crescimento

de microrganismos mesófilos aeróbios até 60 dias de estocagem, a 25 °C. Nos demais tratamentos evidenciou-se aumento dessa microbiota em até 4 ciclos logarítmicos (Tabela 1).

Os íons reativos produzidos durante a irradiação com raios gama danificam e destroem os microrganismos imediatamente, alteram a estrutura da membrana celular e afetam a atividade de enzimas metabólicas. Entretanto, o efeito mais importante da radiação nos microrganismos é sobre o DNA. Esses efeitos são aparentes após um determinado tempo no qual há comprometimento do mecanismo de duplicação do DNA e, em consequência, da divisão celular (Yokoya et al., 2008). Essa alteração no mecanismo de duplicação do DNA pode explicar os resultados encontrados no experimento 2, em que a amostra irradiada com 3 kGy, após 1 dia da irradiação, apresentou crescimento de mesófilos e, nas demais avaliações realizadas ao longo da estocagem, esses organismos não foram detectados.

Ramamurthy et al. (2004) constataram redução de 2 a 3 ciclos logarítmicos na contagem de mesófilos

em *Capsicum* minimamente processada irradiada com 2 kGy, após 1 dia da irradiação. A contaminação manteve-se baixa durante 28 dias, em condições de refrigeração a 5 °C e a 10 °C. Doses de 1 e 2 kGy aplicadas em polpa de manga foram efetivas para reduzir a da contagem de mesófilos. Na estocagem a 3 °C, embora tenha ocorrido aumento da contagem, este foi menor nas amostras irradiadas em relação ao controle (Youssef et al. 2004).

A irradiação não provocou alteração no pH e na concentração de SS, como pode ser observado nas avaliações realizadas no tempo 1 (Tabela 2). No entanto, durante a estocagem, houve aumento do pH e redução do teor de SS até 30 dias. Apenas nos tratamentos com doses de 2 e 3 kGy, sem adição de ácido, não houve alteração dos SS durante os 30 dias de estocagem (Tabela 2).

O teor de SS representa a concentração de açúcares presentes nos frutos, embora outros compostos como ácidos, vitaminas, aminoácidos e algumas pectinas também façam parte deste índice em menor proporção (Kluge et al., 2002). Aos 60 dias houve, na maioria dos

Tabela 1 - Contagem de microrganismos mesófilos aeróbios (UFC mL⁻¹) em polpa de pimenta Dedo-de-moça acidificada e não acidificada, irradiada e não irradiada, estocada a 25 °C

Tempo (dias)	Tratamentos					
	Controle	2 kGy	3 kGy	Controle ácido	2 kGy ácido	3 kGy ácido
1	3,3 x 10 ⁰ bA	<1bA	8,0 x 10 ¹ aA	<1bA	3,3 x 10 ⁰ bA	<1bA
15	<1*bA	<1bA	<1bA	<1bA	3,3 x 10 ⁰ bA	<1bA
30	2,7 x 10 ⁰ bA	1,0 x 10 ¹ bA	<1bA	<1bA	1,0 x 10 ⁰ bA	<1bA
60	2,1 x 10 ³ aBC	1,6 x 10 ⁴ aA	<1bA	3 x 10 ¹ aC	1,2 x 10 ⁴ aAB	<1aC

* Valor estimado; Médias seguidas pela mesma letra (maiúsculas na linha e minúsculas na coluna) não diferem entre si (p<0,05).

Tabela 2 - pH e SS em polpa de pimenta Dedo-de-moça irradiada e não irradiada estocada a 25 °C

Tempo (dias)	Tratamentos					
	Controle	2 kGy	3 kGy	Controle ácido	2 kGy ácido	3 kGy ácido
pH						
1	4,9 ± 0,04 bA	5,0 ± 0,02 cA	5,0 ± 0,02 cA	4,4 ± 0,30 bB	4,4 ± 0,02 bB	4,4 ± 0,06 bB
15	5,0 ± 0,07 abB	5,3 ± 0,02 aA	5,3 ± 0,00 bA	4,6 ± 0,03 aC	4,7 ± 0,01 aC	4,7 ± 0,00 aC
30	5,1 ± 0,04 aB	5,2 ± 0,02 abB	5,6 ± 0,46 aA	4,5 ± 0,05 abD	4,7 ± 0,01 CD	4,9 ± 0,03 aC
60	5,0 ± 0,02 abA	5,0 ± 0,01 bcA	5,0 ± 0,00 cA	4,3 ± 0,04 bB	4,4 ± 0,01 bB	4,4 ± 0,01 bB
SS (°Brix)						
1	10,0 ± 0,15 bB	10,2 ± 0,06 bAB	10,4 ± 0,06 bAB	10,9 ± 0,30 aA	10,6 ± 0,06 bAB	10,2 ± 0,29 bAB
15	9,4 ± 0,06 bA	10,1 ± 0,17 bA	9,9 ± 0,06 bA	9,9 ± 0,15 bAB	10,1 ± 0,17 bcA	9,9 ± 0,06 bcA
30	7,3 ± 0,06 cB	10,1 ± 0,21 bA	9,9 ± 0,06 bA	9,7 ± 0,21 bA	9,6 ± 0,36 cA	9,5 ± 0,36 cA
60	11,5 ± 0,9 aBC	11,8 ± 0,36 aABC	11,4 ± 0,15 aC	11,4 ± 0,64 aBC	12,4 ± 0,23 aA	12,1 ± 0,42 aAB

*Médias seguidas pela mesma letra (maiúsculas na linha e minúsculas na coluna) não diferem entre si (p<0,05).



tratamentos, inversão da tendência apresentada até os 30 dias, ou seja, redução do pH e aumento de SS (Tabela 2). O aumento no teor de SS pode ser atribuído à perda de umidade durante o armazenamento em temperatura de 25 °C (Lima et al., 2001). A redução do pH após 30 dias pode ser associada à contaminação da polpa com bactérias produtoras de ácidos, o que corrobora com os resultados das análises microbiológicas, em que a contaminação com mesófilos constatada no tempo 60 foi significativamente maior. No entanto, o crescimento de mesófilos foi inibido com 3 kGy, mas ainda assim houve redução do pH após 30 dias. É possível ter havido crescimento de microrganismos anaeróbios, que não foram detectados na análise para mesófilos aeróbios. De acordo com Bach (2012) microrganismos anaeróbios são, em geral, fermentadores de hidratos de carbono e, desta forma, pode ocorrer fermentação e, em consequência, liberação de compostos ácidos, associados à redução do pH.

Os efeitos da irradiação sobre o pH e o teor de SS podem variar de acordo com a espécie vegetal. Por exemplo, o teor de SS em romãs não foi afetado com a aplicação das doses de radiação de 0,4; 1 e 2 kGy, mas houve aumento do pH nas amostras irradiadas com 2 kGy (Shahbaz et al., 2006). Em contraste, Moreno et al. (2007) verificaram que em frutos de mirtilo irradiados com até 3,2 kGy não houve alteração do pH.

Cor

Por meio da avaliação colorimétrica observou-se diferenças entre os tratamentos ($p < 0,05$), com exceção das amostras acidificadas e irradiadas com doses de 2 e 3 kGy que permaneceram estáveis. Os valores de luminosidade (L) variaram entre 35 e 43,7. Este índice apresentou decréscimo até o trigésimo dia de estocagem, resultado indicativo de ocorrência de escurecimento das amostras, provavelmente, pela degradação do pigmento carotenóide da pimenta. De acordo com Youssef et al., (2002), alterações de cor podem ser atribuídas a alta atividade da polifenoloxidase. Esta enzima, em contato com o oxigênio, provoca a oxidação dos compostos fenólicos com liberação de água e de quinona que é um composto colorido. Estes autores também evidenciaram variação da cor, em polpa de manga irradiada, com doses até 2 kGy

Não houve alteração significativa no parâmetro a^* , que variou de 15,5 a 21, durante a estocagem, exceto para a dose de 2 kGy em que ocorreu aumento da

intensidade da cor vermelha. No parâmetro b^* os valores variaram entre 17 e 35, ao longo da estocagem, em todos os tratamentos, com tendência para a cor amarela, o que indica perda da cor natural da polpa. O único tratamento que não alterou foi aquele em que aplicouse a dose de 2 kGy e acidificação.

Experimento 3 – Polpa de pimenta Dedo-de-moça acidificada submetida à irradiação ou à pasteurização

Todas as amostras controle apresentaram estufamento, vazamento de líquido na embalagem e visível produção de gás após 3 dias de estocagem, a 25 °C. Em amostras irradiadas e ou pasteurizadas este resultado também foi observado após 9 dias.

Na Figura 3 são apresentados os resultados das análises físico-químicas da polpa, após 1 dia de estocagem, uma vez que não foram realizadas as avaliações de 15 e 30 dias em função da contaminação das amostras. Não houve diferença ($p < 0,05$) nos resultados das avaliações físico-químicas entre os tratamentos.

As coordenadas L , a^* e b^* não foram influenciadas pela irradiação ($p < 0,05$). A pasteurização alterou os valores de a^* e b^* da polpa. Nas amostras pasteurizadas e armazenadas em frascos de vidro houve aumento dos valores de a^* ($15 \pm 1,5$ para $20 \pm 2,4$) e b^* ($20 \pm 2,4$ para $30 \pm 4,0$) em relação ao controle, ou seja, tornaram-se mais alaranjada.

Os resultados encontrados revelaram que a dose de radiação gama de 3 kGy e o binômio tempo/temperatura usado na pasteurização controlaram a deterioração das amostras, por seis dias a mais do que o controle. No entanto, esta mesma dose no experimento 2 controlou a deterioração da polpa por 30 dias, provavelmente porque a concentração de células microbianas residual presente na polpa após processamento, pode ter sido muito inferior a evidenciada na polpa do experimento 3.

Este fato pode ter ocorrido em função de um alto grau de contaminação inicial na polpa, uma vez que, em produtos recém-colhidos há considerável variação na contagem de microrganismos mesófilos aeróbios, podendo chegar a 9 logs. Tal contaminação poderia ter sido controlada pelo aumento da dose de radiação. Iqbal et al. (2013) observaram em pimenta vermelha que a contaminação inicial, entre 10^4 e 10^7 ciclos logarítmicos, foi reduzida em 1 log na dose de 2 kGy. Na dose de 4 kGy houve redução de 2 a 3 logs e na

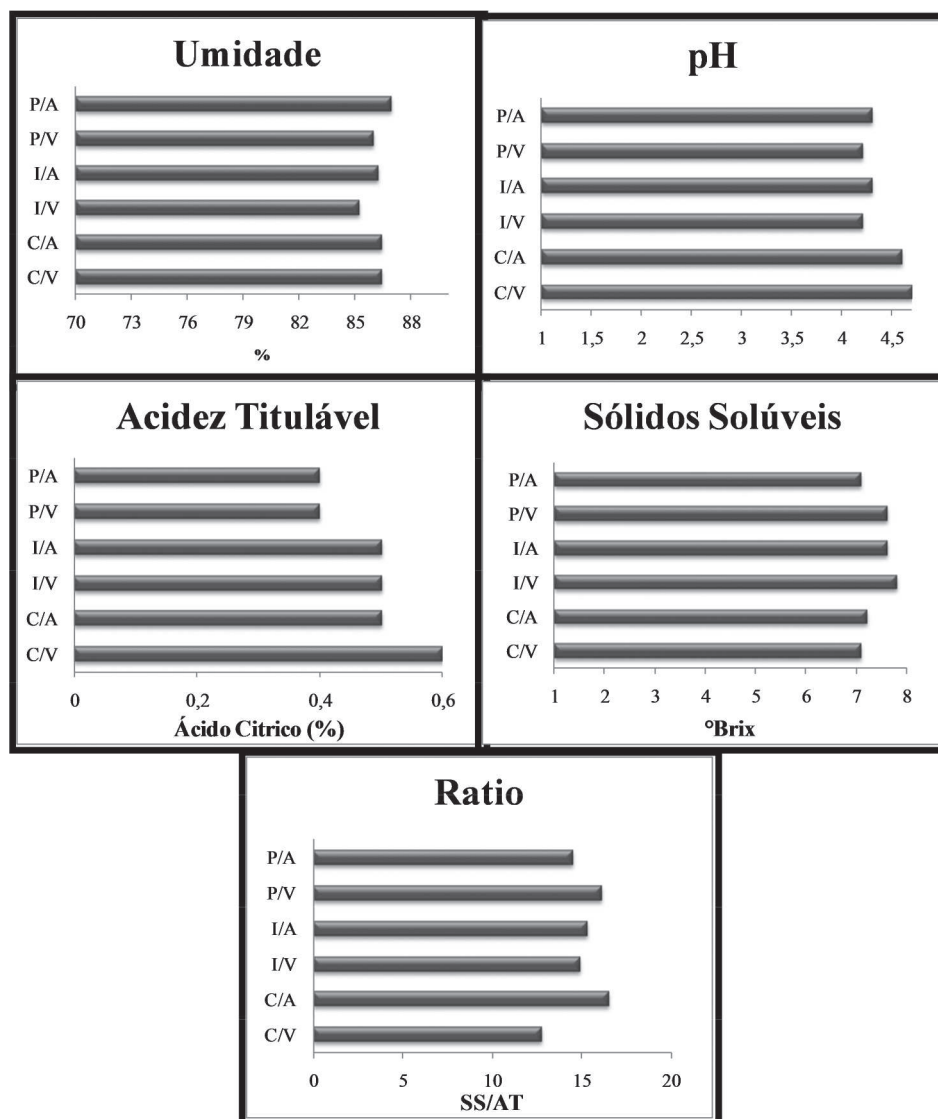


Figura 3 - Caracterização físico-química da polpa de pimenta Dedo-de-moça após 1 dia da irradiação e da pasteurização. P/A= pasteurizada/embalagem aluminizada; P/V= pasteurizada/ embalagem de vidro; I/A= irradiada/embalagem aluminizada; I/V= irradiada/ embalagem de vidro; C/A= controle/ embalagem aluminizada; C/V= controle/embalagem de vidro.

dose de 6 kGy a redução variou de 4 a 7 logs. No entanto, em produtos de origem vegetal, doses elevadas podem acelerar o metabolismo da planta.

Além da contaminação microbiana inicial, os procedimentos de lavagem e sanitização também podem influenciar a qualidade microbiológica do produto final. As etapas de seleção, lavagem e sanitização podem interferir de forma diferenciada nas populações e tipos

de microrganismos presentes na matéria-prima. A utilização de água de boa qualidade para lavagem permite reduzir cerca de 1 log da contaminação microbiana inicial. A sanitização tem eficiência limitada. O uso de sanitizantes apropriados para alimentos frescos permite reduzir de 1 a 2 ciclos logarítmicos, no entanto, pode favorecer o crescimento de microrganismos patogênicos pela redução da microbiota competitiva (Zagory, 1999). Em produtos minimamente processados, por exemplo, a

contagem de bactérias mesófilas após processamento pode variar de 10^3 a 10^9 UFC g^{-1} . Além dos microrganismos mesófilos, outros microrganismos como leveduras, coliformes e bactérias lácticas heterofermentativas produzem dióxido de carbono e gás.

Não houve diferença nos resultados das avaliações físico-químicas entre os tratamentos. Em outros estudos também foi demonstrado que a radiação gama do ^{60}Co não alterou as características físico-químicas de umidade, pH, AT, SS e ratio (Lima et al., 2001; Santos et al., 2010; Souza et al., 2012). Do mesmo modo, as coordenadas L , a^* e b^* não foram influenciadas pela irradiação.

A pasteurização não afetou as características físico-químicas da polpa de pimenta, no entanto, Pelais et al. (2008) registraram que em polpa de muruci (*Byrsonima crassifolia*) as coordenadas L , a^* e b^* foram influenciadas pela temperatura da pasteurização em escala de bancada ($p < 0,05$). Bastos et al. (2008) também demonstraram variação significativa de cor ($p < 0,05$) em polpa de taperebá (*Spondias mombim*) pasteurizada.

4. CONCLUSÃO

Considerando que doses de radiação até 3 kGy não foram efetivas para aumentar a vida útil da pimenta Dedo-de-moça in natura, outros estudos são necessários para o estabelecimento de doses que sejam efetivas.

O aumento em seis dias da vida útil da polpa de pimenta, empregando-se a dose de radiação de 3 kGy e a pasteurização, indicou a viabilidade desses métodos para conservação de pimenta processada na forma de polpa.

5. LITERATURA CITADA

ANDREWS, L.S.; AHMEDNA M.; GRODNER, R.M. et al. Food preservation using ionizing radiation. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, v.153, p. 1-53, 1998.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 18. ed. Arlington, AOAC, 2005.

BACH, F. **Avaliação das condições de produção de fermentado acético de soro de leite**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Toledo, PR: UNIOEST; 2012, 136p.

BASTOS, C.T.D.R.M.; LADEIRA, T.M.H. et al. Estudo da eficiência da pasteurização da polpa de taperebá (*Spondias mombim*). **Alimentos e Nutrição**, v.19, n.2, p.123-131, 2008.

BIBLE, B. B.; SINGHA, S. Canopy position influences CIELAB coordinates of peach color. **Hortscience**, v. 28, n.10, p.992-993, 1993.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. The state of food insecurity in the world: economic growth is necessary but not sufficient to accelerate reduction of hunger and malnutrition. Roma, 2012. In: <http://www.ft.dk/samling/20121/almudel/uru/bilag/19/1168376/index.htm>. (acessado em 21 de julho de 2014).

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. **Use of irradiation to ensure hygienic quality of fresh, pre-cut fruits and vegetables and other minimally processed food of plant origin**. Vienna: FAO/IAEA, 2006.

IQBAL, S.; BHATTI, I.A.; ASI, M.R. et al. Effect of g irradiation on fungal load and aflatoxins reduction in red chillies. **Radiation Physics and Chemistry**, v.82, p.80-84, 2013.

JALILI, M.; JINAP, S.; NORANIZAN, A. Effect of gamma radiation on reduction of mycotoxins in black pepper. **Food Control**, Guildford, v.21, n.10, p.1388-1393, 2010.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2 ed. Campinas: Livraria e Editora Rural. 2002.

LIMA, K. S. C.; JORGE, L.S.; GROSSI, J.L.G. et al. Efeito da irradiação ionizante na qualidade pós-colheita de cenouras (*Daucos carota L.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, p.202-208, 2001.

MOREHOUSE, M. Food irradiation: US regulatory considerations. **Radiation Physics and Chemistry**, v.63, p.281-284, 2002.

MORENO, M. A.; CASTELL-PEREZ, M.E.; GOMES, C. et al. Quality of electron beam irradiation of blueberries (*Vaccinium corymbosum L.*) at medium dose levels (1.0-3.2 kGy). **LWT - Food Science and Technology**, v.40, p.1123-1132, 2007.



- MORETTI, C. L.; SARGENT, S.A.; HUBER, D.J. et al. Chemical composition and physical properties of pericarp, locule and placental tissues of tomatoes with internal bruising. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.123, n.4, p.656-660, 1998.
- MORTON, R. D. Microbiological Monitoring of the Food Processing Environment. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4 rd. [S.l.]. Washington DC: APHA, 2001. p.63-67.
- PELAIS, A. C. A.; ROGEZ, H., PENA, R. S. Estudo da pasteurização da polpa de Murici. **Revista Alimentos e Nutrição**, v.19, n.1, p.17-24, 2008.
- PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. O.; DONZELES, S. M. L. Pimenta *capsicum*: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.2, p.108-120, 2013.
- RAMAMURTHY, M. S.; KAMAT, A.; KAKATKAR, A. et al. Improvement of shelf-life and microbiological quality of minimally processed refrigerated capsicum by gamma irradiation. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Oxford, v.55, n.4, p.291-299, 2004.
- RICO, C.W.; KIM, G.; AHN, J. et al. The comparative effect of steaming and irradiation on the physicochemical and microbiological properties of dried red pepper (*Capsicum annum* L.). **Food Chemistry**, v.119, p.1012-1016, 2010.
- SANTOS, A. M. G.; OLIVEIRA, S.M.A.; SILVA, J.M. et al. Podridão por *Fusicoccum* em mangas submetidas a baixas doses de radiação gama. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, p.1066-1072, 2010.
- SHAHBAZ, M. S.; AHN, J.; AKRAM, K. et al. Chemical and sensory quality of fresh pomegranate fruits exposed to gamma radiation as quarantine treatment. **Food Chemistry**, Barking, n.145, p.312-318, 2014.
- SIQUEIRA, A. A. Z. C. **Utilização de radiação gama em melões cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *Cantaloupensis*) como técnica de conservação pós colheita**. Tese (Doutorado em Ciências). Piracicaba, SP: CENA-USP, 2007. 108p.
- SOUZA, A.R.M; ARTHUR V.; NOGUEIRA, D.P. The effect of irradiation in the preservation of pink pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi). **Radiation Physics and Chemistry**, v.81, n.8, p.1082-1083, 2012.
- THOMAS, A. C.; BEYERS. M. Irradiation of Subtropical Fruits. 3. A comparison of the chemical changes occurring during normal ripening of mangoes and papayas with changes produced by y irradiation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.27, n.1, 1979.
- UMIEL, N.; GABELMAN, W. H. Analytical procedures for detecting carotenoids of carrot (*Daucus carota* L.) roots and tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) fruits. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.96, n.6, p.702-704, 1971.
- VALDERRAMA, P.; MARANGONI, F.; CLEMENTE, E. Efeito do tratamento térmico sobre a atividade de peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em maçã (*Mallus comunis*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.3, p.321-325, 2001.
- XIE, Z.; CHARLES, M.T.; FAN, J. et al. Effects of preharvest ultraviolet-C irradiation on fruit phytochemical profiles and antioxidant capacity in three strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.95, n.14, p.2996-3002, 2015.
- YOKOYA, A.; SHIKAZONO, N.; FUJII, K et al. DNA Damage induced by the direct effect of radiation. **Radiation Physics and Chemistry**, v.77, n.10-12, p.1280-1285, 2008.
- YOUSSEF, B. M.; ASKER, A.A.; EL-SAMAHY, S.K. et al. Combined effect of steaming and gamma irradiation on the quality of mango pulp stored at refrigerated temperature. **Food Research International**, v.35, p.1-13, 2002.



ZAGORY, D. Effects of post-processing handling and packaging on microbial populations.

Postharvest Biology and Technology, v.15, n.3, p.313-321, 1999.

ZENG, F.; LUO, Z.; XIE, J. et al. Gamma radiation control quality and lignification of bamboo shoots (*Phyllostachys praecox* f. *prevernalis*) stored at low temperature. **Postharvest Biology and Technology**, v.102, p.17-24, 2015.

Recebido para publicação em 16/06/2016 e aprovado em 21/09/2016.

PERFIL DE PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DO ORA-PRO-NOBIS EM DOIS CONTEXTOS REGIONAIS DE MINAS GERAIS: PERSPECTIVAS DE AGREGAÇÃO DE VALOR

Maria Regina de Miranda Souza¹, Cléverson Silva Ferreira Milagres², Rafael Gustavo Faria Pereira³, Claudia Lucia de Oliveira Pinto⁴, Glória Zélia Teixeira Caixeta⁵, Paulo Roberto Gomes Pereira⁶

RESUMO - Plantas tradicionais como ora-pro-nobis, podem contribuir para a diversificação agrícola e segurança alimentar. A falta de um sistema de produção e comercialização dificulta o seu resgate e disseminação. Objetivou-se identificar o perfil da produção e da comercialização do ora-pro-nobis em contextos regionais de Minas Gerais, além das possibilidades de agregação de valor ao produto, que motivem e orientem a produção e a comercialização em bases mais seguras. Nesta pesquisa caracterizaram-se esses aspectos por meio de visitas a feiras e propriedades em Sabará, Viçosa e Belo Horizonte - Minas Gerais, Brasil. Em Viçosa, os produtores cultivam de 1 a 11 plantas de ora-pro-nobis em locais marginais da propriedade. A oferta de ora-pro-nobis é esporádica, em molhos de 300 a 700 g e preços entre R\$ 1,00 a R\$ 1,80. Em Sabará, a produção chegou a 200 plantas. O produto é vendido em sacos plásticos com 250 g de folhas, de R\$ 2,00 a R\$ 3,00. O mesmo conteúdo em bandejas de isopor é comercializado por R\$ 4,00, em hipermercados de Belo Horizonte. Os preços praticados, a apresentação conveniente, a tradição cultural, o possível aumento de escala e a regularidade de oferta, tornam o ora-pro-nobis uma alternativa atraente de renda e inserção do agricultor familiar no mercado.

Palavras-chave: hortaliças tradicionais, comercialização, produção, *Pereskia aculeata* Mill.

PRODUCTION AND COMERCIALIZATION PROFILE ORA-PRO-NOBIS IN TWO REGIONAL CONTEXTS OF MINAS GERAIS: VALUE-ADDED PERSPECTIVE

ABSTRACT - Traditional plants as *Pereskia aculeata*, can contribute to the agricultural diversification and food security. The lack of production and marketing systems hinders the renewal and dissemination. This study aimed to identify the profile of the production and marketing of *Pereskia aculeata* in regional contexts of Minas Gerais, and opportunities to add value to the product to motivate and guide the production and commercialization. In this research were characterized these aspects by visiting fairs and properties in the cities of Viçosa, Sabará and Belo Horizonte, in Minas Gerais, Brazil. In Viçosa, the farmers cultivate 1 to 11 plants of *Pereskia aculeata* in marginal local of the properties. Its offer is sporadic, in sprigs of 300 to 700 g, at prices ranging from R\$ 1.00 to R\$ 1.80. In Sabará the production reached 200 plants. The product is sold in plastic bags with 250 g of leaves, for R\$ 2.00 to R\$ 3.00. The same content in Styrofoam tray are sold for R\$ 4.00 in hypermarkets of Belo Horizonte. The studied prices, convenient presentation, cultural tradition, possible scale-up and offer regularity, makes the *Pereskia aculeata* an alternative of income and insertion of family farmer in the market.

Key words: traditional vegetables, commercialization, production, *Pereskia aculeata* Mill.

¹ Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.

² Bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais.

³ Grupo Raízes da Mata.

⁴ Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.

⁵ Pesquisadora da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais.

⁶ Professor da Universidade Federal de Viçosa.



1. INTRODUÇÃO

Plantas tradicionais podem contribuir para a diversificação da produção na agricultura familiar, para a geração de renda e a segurança alimentar. Entretanto, pouco se sabe sobre os sistemas de produção e de comercialização envolvidos, o que dificulta a ampliação de seu uso. Entre as plantas tradicionais mais conhecidas encontram-se a taioba, a capiçoba, a serralha e o ora-pro-nobis, mesmo assim subutilizadas (Milagres et al., 2015).

O ora-pro-nobis ou lobrobrô (*Pereskia aculeata* Mill.) é uma espécie da família *Cactaceae*, utilizada como hortaliça. As folhas são tenras, medianamente carnosas e contém expressiva quantidade de mucilagem, que lhes confere paladar semelhante ao do quiabo, e alto teor de proteína. Podem ser utilizadas picadas ou rasgadas, preferencialmente cozidas, mas podem ser servidas cruas, em saladas. Em ambiente doméstico, o ora-pro-nobis é cultivado principalmente em cercas-vivas ou como arbusto isolado (Souza et al., 2016). Como as demais Hortaliças Não Convencionais (HNC), o ora-pro-nobis (OPN) faz parte do Programa de Resgate de Plantas Não Convencionais (Brasil, 2010) e de projetos que envolvem o Ministério da Agricultura e Abastecimento, a Secretaria da Agricultura e Abastecimento de Minas Gerais, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) e a Universidade Federal de Viçosa (UFV). O ora-pro-nobis, como espécie perene, de fácil propagação, tem a vantagem de apresentar crescimento vegetativo abundante na época de verão, o que permite que seja utilizado como hortaliça alternativa em épocas e locais em que as hortaliças convencionais tornam-se escassas (Souza et al, 2009). Seu valor biológico foi evidenciado por diversos estudos e considerado importante fonte de proteínas, fibras e minerais, principalmente cálcio e ferro (Almeida et al., 2014). Sua produtividade é estimada entre 2,5 a 5,0 t de folhas/ha (Brasil, 2010).

O alto teor de mucilagem e proteínas do ora-pro-nobis levaram ao aumento do interesse pela planta por parte da indústria alimentícia e farmacológica, mas não há dados sobre seu emprego industrial e sua projeção econômica como negócio. A expressão mais evidente do ora-pro-nobis está no âmbito socioeconômico, reflexo do seu valor como tradição cultural. Por exemplo, o ora-pro-nobis constitui-se atrativo turístico e atributo

de novidade na gastronomia, em cidades como Sabará, com o Festival do Ora-pro-nobis, restaurantes em Belo Horizonte - MG, e um prato típico na gastronomia mineira. Tem expressão nacional e internacional em eventos como “Comida de Buteco”, em Belo Horizonte e o Circuito Gastronômico de Tiradentes.

As hortaliças não convencionais não estão organizadas como cadeia produtiva propriamente dita (Brasil, 2010). Entretanto, Melo & Vilela (2007) mostraram que o interesse dos consumidores por novidades na área alimentar tem contribuído para que esse mercado de hortaliças estructure seus segmentos de forma semelhante às hortaliças orgânicas e às hortaliças minimamente processadas.

Uma maior valorização do ora-pro-nobis pode ser obtida com a sua apresentação mais atraente e mais apropriada, pode favorecer sua inserção no mercado com maior valor agregado e conseqüentemente auferir maior renda. A oferta de hortaliças com melhor padronização em termos de aparência, tamanho, qualidade e apresentação, como o uso de embalagem, evidencia-se com amplos horizontes de oportunidades no mercado. Objetivou-se com este trabalho identificar o perfil da produção e da comercialização do ora-pro-nobis em contextos regionais de Minas Gerais, bem como identificar possibilidades de agregar valor ao produto, que motivem e orientem a produção e a comercialização em bases mais seguras.

2. MATERIALE MÉTODOS

O trabalho foi realizado em duas etapas: primeiramente, a caracterização do sistema de produção e comercialização do ora-pro-nobis por agricultores familiares e moradores dos municípios de Sabará-MG e de Viçosa-MG, Brasil. Em seguida, caracterização e análise das formas de oferta do produto em pontos comerciais desses locais e de Belo Horizonte-MG.

A primeira etapa ocorreu entre março de 2010 a março de 2011 e constou de coleta de dados por meio de entrevistas semiestruturadas e observação participante (Triviños, 1987; Neves, 1996). Os produtores que participaram da pesquisa, em Sabará-MG foram indicados pelo Secretário Municipal de Turismo e, em Viçosa-MG, a identificação foi feita por meio de visitas à feira livre, aos sábados. O levantamento dos dados foi realizado durante as visitas a propriedades rurais, moradias, restaurantes e feiras-livres, nos municípios

de Sabará-MG e Viçosa-MG. As questões foram elaboradas de forma a caracterizar o sistema de produção adotado pelos agricultores familiares. Foram levantadas informações sobre o cultivo e a produção, formas de plantio e sistemas de condução, adubação, irrigação, formas e frequência de colheita e assistência técnica para produção.

A segunda etapa ocorreu de março de 2012 a maio de 2014. Foram visitados os pontos comerciais de Sabará-MG, Viçosa-MG e Belo Horizonte-MG. Foram feitas entrevistas com os comerciantes nos pontos de venda e em suas propriedades. Em Belo Horizonte-MG, as informações foram coletadas no Mercado Central e em um hipermercado.

As informações obtidas nas duas etapas foram sistematizadas e os resultados foram expressos de forma descritiva e representados por meio de tabelas. Por abordar os fenômenos em uma população reduzida e não representativa, esta modalidade de pesquisa é caracterizada como um estudo de caso, método comum utilizado na pesquisa social empírica (Campomar, 1991).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perfil de produção do ora-pro-nobis: sistema doméstico e comercial

Entre os produtores pesquisados a produção do ora-pro-nobis caracterizou-se por dois tipos de uso: cultivo doméstico, para uso próprio e de vizinhos e, o cultivo comercial realizado, na maioria, por agricultores familiares produtores de hortaliças.

Em Sabará-MG encontraram-se três cultivos comerciais de ora-pro-nobis, produtores A, B e C (Tabela 1). Nas duas primeiras propriedades, os cultivos foram estabelecidos nas hortas com irrigação por aspersão e em sulcos. O plantio é feito por meio de estacas, em fileira única, com espaçamento variando de 0,2 a 1,0 m. O número de plantas era 30 a 200 unidades, conduzidas em cercas-vivas (Tabela 1). As plantas são adubadas com esterco bovino, associada à adubação mineral. O produtor A mencionou incorporar vinhaça ao solo e o produtor B o uso de esterco bovino de produção própria e oriundo de propriedades próximas. Nenhum deles utiliza de análise de solo para orientar a adubação. Na propriedade C, a irrigação é eventual e não foi mencionada a prática da adubação. Foram identificados cinco cultivos domésticos de 1 a 10 pés

de ora-pro-nobis, número pequeno, tendo em vista a expressão local da planta (Tabela 1).

Em Sabará-MG, a produção comercial é motivada, principalmente, pelo turismo gastronômico, consolidado localmente com a criação do Festival do Ora-pro-nobis, que passou a fazer parte do calendário turístico da cidade. O ora-pro-nobis, nesse caso, é cultivado em horta, com cuidados semelhantes aos utilizados na condução das demais hortaliças (Tabela 1). Os produtores A e B utilizam o produto para abastecimento dos restaurantes localizados nas suas propriedades, nos finais de semana. O produtor A vende o excedente em feira, localizada no próprio local de produção, na feira livre semanal e outros mercados e restaurantes locais e de Belo Horizonte-MG. O produtor B, além de fornecer pratos no final de semana, fornece refeições para trabalhadores locais, regularmente. O produtor C fornece refeições eventualmente e o excedente é vendido a terceiros no próprio local. O produtor E, que cultivava 10 plantas em cerca-viva, mencionou vender ora-pro-nobis para as barracas de venda durante a feira e mesmo para os restaurantes locais, no Festival do Ora-pro-nobis. Segundo depoimento dos secretários da cultura e do turismo de Sabará-MG, mesmo com a maior produção dos agricultores A e B, a oferta ainda é insuficiente para abastecer o mercado turístico, principalmente na época do Festival do Ora-pro-nobis.

A alta demanda pela comida típica baseada no ora-pro-nobis, o guisado de ora-pro-nobis com costelinha-de-porco, servido com angu, estende-se pelos restaurantes da cidade, pousadas, feira semanal e pontos de venda, até Belo Horizonte-MG, na “Comida de Buteco”. Em decorrência, a produção extrapola os limites de Sabará-MG, sendo direcionada para pontos comerciais de Belo Horizonte-MG, restaurante e o Mercado Central. Ainda assim, a oferta é esporádica, provavelmente pela escala pequena de produção e existência de poucos fornecedores que permitam oferta contínua. No Mercado Central, na ocasião da pesquisa, apenas em três de 10 pontos comerciais visitados foi encontrado ora-pro-nobis.

Em Viçosa-MG, além da produção para autoconsumo, o excedente de ora-pro-nobis é vendido principalmente na feira livre. Dos entrevistados, três são produtores domésticos e cinco agricultores familiares, produtores de hortaliças. Estes possuíam na época das entrevistas de uma a onze plantas, com produção dirigida principalmente para a feira livre (Tabela 2).



Tabela 1 - Características do sistema de produção de ora-pro-nobis em Sabará-MG

Produtor	Número de plantas	Condução das plantas	Colheita	Poda	Adubação	Irrigação/Frequência	Localização das plantas
A*	200	Cerca-viva	Ramos	Anual	Vinhaça	Aspersão / sulcos	Horta
B*	80	Cerca-viva	Ramos	Anual	Esterco bovino	Aspersão	Horta
C*	30	Cerca-viva	Ramos e Folhas	Anual	Não	Às vezes	Próximo ao estabelecimento
D**	2	Planta isolada	Ramos	N. I.	Não	Às vezes	Próximo da casa
E**	10	Cerca-viva	Ramos	N. I.	Não	Não	Marginal
F**	3	Cerca-viva	Folhas	N. I.	Não	Não	Marginal
G**	1	Planta isolada	Folhas	N. I.	Não	Às vezes	Próximo da casa
H**	2	Planta isolada	Ramos	N. I.	Não	Às vezes	Horta

* Produtores comerciais; ** Produtores domésticos. N. I.

Tabela 2 - Características do sistema de produção de ora-pro-nobis em Viçosa-MG

Produtor	Número de plantas	Condução das plantas	Colheita	Poda	Adubação	Irrigação/Frequência	Localização
I*	11	Cerca-viva	Ramos	Anual	Esterco e ureia	Aspersão	Marginal
J*	2	Planta isolada	Folhas e Ramos	Anual	Esterco e ureia	Mangueira	Horta
L*	5	Planta isolada	Ramos e brotos	Anual	Não	Não. Umidade natural do local	Marginal
M*	4	Planta isolada	Ramos	Anual	Não	Não	Marginal
N*	2	Planta isolada	Ramos	Anual	Esterco bovino	Diariamente	Horta
O**	2	Planta isolada	Folhas	Eventual	Não	Não	Marginal
Q**	8	Cerca-viva	Ramos	Eventual	Não	Não	Marginal
R**	2	Planta isolada	Folhas	Eventual	Não	Não	Próximo da casa

* Produtores comerciais; ** Produtores domésticos.

Os agricultores familiares de Viçosa-MG, principalmente aqueles que vendem a hortaliça também para outros pontos comerciais, reconheceram que a produção é pequena e a oferta irregular, sendo necessária uma produção mais frequente. O número de plantas cultivadas e a localização marginal de plantas no terreno mostraram-se extremamente inadequados (Tabela 2) para manter a regularidade da oferta. Esses fatores conjugados denotaram a organização precária da produção do ora-pro-nobis para fins comerciais e a sua pouca valorização como cultura agrícola, fator agravante para a comercialização. Essa situação está associada ao fato de que é necessário determinado período de tempo, em dias, meses ou até anos para que o plantio, o cultivo e a colheita ocorram satisfatoriamente, para satisfazer a demanda (Lourenzani et al., 2004) e é comum à produção de hortaliças, que se agrava na produção do ora-pro-nobis, cujas características de cultivo não condizem com a manutenção da regularidade da oferta. Isto dificulta o seu estabelecimento como hortaliça no mercado e no hábito dos consumidores.

Possibilidades de comercialização de ora-pro-nobis: agregação de valor ao ora-pro-nobis

Embora o ora-pro-nobis seja cultivado de forma rudimentar e não apresente uma cadeia de produção propriamente dita, as formas de comercialização encontradas indicam espaços para comercialização do produto. Foram encontradas as seguintes formas de venda direta ao consumidor em feira livre, venda direta em restaurantes, venda direta ao consumidor no local de produção e a venda indireta, por meio de terceiros que compram o produto dos agricultores familiares, em molhos, e destacam as folhas para vender. O processamento para venda ocorre de três formas: molhos; folhas acondicionadas em sacos de polietileno, em geral de 25 x 15 cm; folhas acondicionadas em bandejas de isopor de 25 cm x 18 cm (Figura 1).

Em Viçosa-MG, a comercialização é feita de forma direta na feira livre semanal, pelos agricultores familiares, onde o produto é ofertado em molhos constituídos de hastes com folhas, de 20 cm a 30 cm de comprimento, cujos volumes corresponderam a pesos de 300 g a 700 g e os preços variaram de R\$1,00 a R\$1,80. A oferta

é pequena e escassa, e a frequência não chega a ser nem mesmo quinzenal. Apenas o produtor I (Tabela 2), consegue manter uma oferta média de até 30 molhos por semana, os quais são vendidos para restaurantes em município vizinho.

Em Sabará-MG, o ora-pro-nobis é encontrado em quantidades grandes de 1 kg, para venda a restaurantes locais e de Belo Horizonte-MG, ao preço de R\$ 5,00 (Tabela 3). Para venda direta, as folhas são destacadas dos ramos e embaladas em sacos plásticos, contendo em média 250 g, vendidos por preços que variam de R\$ 2,00 a R\$3,00 por unidade. Esses valores são também praticados no Mercado Central de Belo Horizonte-MG. Em um ponto comercial de produtos típicos em Sabará-MG foi encontrado acondicionamento em bandeja de isopor, coberta por um filme plástico, ao preço de R\$ 2,50. Tal tipo de acondicionamento foi observado também em um hipermercado em Belo Horizonte-MG, cujo preço foi R\$ 4,00 para um volume correspondente de 250 g, mas de forma eventual, provavelmente pela baixa escala de produção capaz de atender à demanda dos estabelecimentos.

Os molhos apresentaram em média, rendimento de 50% na quantidade de folhas em relação ao ramo, proporção utilizada para comparação de valor agregado. Comparativamente, a forma de venda em molhos

apresenta menor valor agregado, pois sob essa forma 100 gramas de folhas valem de R\$ 0,51 a R\$ 1,20. Um molho de 1 kg de ramos com folhas custa R\$ 5,00, contém cinco vezes o volume correspondente a 100 g de folha que equivaleria a R\$ 1,00. Em sacos plásticos, obtém-se entre R\$ 1,00 e R\$ 1,50, e em bandeja, de R\$ 1,00 a R\$ 2,67 (Tabela 3). Essa forma possibilita dobrar o preço de venda do produto.

De acordo com Vilela & Henz (2000), produtos selecionados e embalados em bandejas de isopor recobertas com filme plástico constitui uma mudança significativa na apresentação de hortaliças. Embora sejam mais caras, mantêm adequadamente a aparência e a qualidade do produto, possuem maior tempo de prateleira e permitem a redução de perdas durante a comercialização.

Assim, apesar da produção do ora-pro-nobis ter-se mostrado incipiente e rudimentar, desfavorável à obtenção de escala e, portanto, de regularidade de oferta, as formas de venda em embalagens adequadas mostraram possibilidade de agregação de valor ao produto. Essa agregação de valor, associada à utilização de práticas agronômicas adequadas, que permitam alcançar seu potencial produtivo tecnicamente definido, de 2,5 a 5 mil kg/ha, poderá permitir obtenção de escala necessária para promover maior geração de renda aos agricultores familiares.



Figura 1 - Ora-pro-nobis em molhos (caules e folhas), sacos plásticos e bandeja de isopor (folhas) produzido ou comercializado no município de .

Tabela 3 - Preços médios do ora-pro-nobis em diferentes formas de apresentação

Formas de apresentação	Massa de folhas (g)	Preço (R\$)	Preço de 100g de folhas (R\$)
Molhos de 300 g a 700 g	150 - 350*	1,00 - 1,80	0,51 - 1,20
Molho grande de 1 kg	500*	5,00	1,00
Saquinho plástico com folhas	200 - 300	2,00 - 3,00	1,00 - 1,50
Bandeja com folhas	150-250	2,50 - 4,00	1,00 - 2,67

(*) Considerou-se 50% de folhas/molho.

A regularidade de oferta de ora-pro-nobis é comprometida pela ausência de planejamento da produção para comercialização. O acondicionamento das folhas e o uso de embalagens apropriadas, entretanto, acrescentam-lhe a possibilidade de inserção no segmento do mercado de hortaliças não convencionais, inclusive com a perspectiva de vantagens adicionais relacionadas a peculiaridades associadas à cultura gastronômica, à saúde e à segurança alimentar.

4. CONCLUSÃO

O ora-pro-nobis pode ser viável como cultura agrícola, desde que se estabeleça maior regularidade de oferta e maior escala de produção. Embalagens em saco plástico e bandeja de isopor agregam valor ao produto, podendo proporcionar maior geração de renda. A apresentação adequada pode estimular a aquisição por consumidores, principalmente em mercados especiais. Para isso, é necessário maior divulgação das propriedades nutricionais e medicinais e investimento na geração e difusão de tecnologias apropriadas à sua produção para fins de comercialização.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro e concessão de bolsas de pesquisa.

6. LITERATURA CITADA

ALMEIDA, M, E, F et al. Caracterização química das hortaliças não convencionais conhecidas como ora-pro-nobis. **Bioscience Journal** (UFU. Impresso), v. 30, p. 431-439, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortaliças não convencionais**/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Brasília: Mapa/ACS, 2010. 92 p.

CAMPOMAR, M. C. Do uso de “estudo de caso” em pesquisas para dissertações e teses em administração. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 95-97, 1991.

KINUPPI, V. F. Plantas alimentícias alternativas no Brasil: uma fonte complementar de alimento e renda. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 333-336, 2006.

LOURENZANI, A. E. B. S. et al. Barreiras e oportunidades na comercialização de plantas medicinais provenientes da agricultura familiar. **Informações Econômicas**, v. 34, n. 3, p. 15-25, 2004.

MELO, P. C. T; VILELA, N.J. **Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças**. Brasília: Palestra apresentada pelo 1º autor na 13ª Reunião Ordinária da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva de Hortaliças, 2007.

MILAGRES, C. S. F.; SOUZA, M. R. M.; MAGALHÃES, I. B. P.; SILVEIRA, A. S.; PINTO, C. L, O. Hortaliças não convencionais: uma opção de renda e sustentabilidade. In: **Anais do 3º Simpósio da Ciência do Agronegócio** [recurso eletrônico]: III Simpósio da Ciência do Agronegócio 2015, Porto Alegre: CEPAN, 2015. p. 638-643.

NEVES, J.L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração**, São Paulo, 1996.

SOUZA, M.R.M. et al. O Potencial do Ora-pro-nobis na Diversificação da Produção Agrícola Familiar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Curitiba, PR, v. 4, n. 2, p. 3550-3554, 2009.

SOUZA M. R. M. et al. Teores de minerais, proteína e nitrato em folhas de ora-pro-nobis submetidos à adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v, 46, p, 43-50, 2016.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

VILELA N. J.; HENZ G. P. Situação atual da participação das hortaliças no agronegócio brasileiro e perspectivas futuras. **Cadernos de Ciências e Tecnologia**, v.17, p. 1-89.2000.

Recebido para publicação em 31/8/2016 e aprovado em 17/10/2016.



QUALIDADE DE QUEIJOS MINAS FRESCAL PRODUZIDOS E COMERCIALIZADOS INFORMALMENTE EM AGROINDÚSTRIAS FAMILIARES

Mariana Barboza Vinha, Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto, Maria Cristina Dantas Vanetti, Maria Regina de Miranda Souza, José Benício Paes Chaves

RESUMO - Nesta pesquisa relacionaram-se as condições de produção e de comercialização de queijos Minas Frescal produzidos em agroindústrias familiares informais do Município de Viçosa, MG, com a qualidade higiênico-sanitária do produto. Foram coletadas 77 (38 +39) amostras de queijos Minas Frescal provenientes de agroindústrias familiares; não inspecionadas. As amostras foram coletadas na fonte de produção e em seus respectivos pontos de comercialização. As condições de produção e de comercialização também foram avaliadas. As agroindústrias apresentaram baixo grau de adequação às Boas Práticas de Fabricação (BPF) e alto percentual de amostras em desacordo com os padrões microbiológicos, o que indica relação direta entre grau de atendimento aos requisitos de BPF e a qualidade do produto final. A qualidade higiênico-sanitária dos queijos foi insatisfatória associada ao alto índice de contaminação por bactérias do grupo coliformes e por estafilococos coagulase positiva. Detectou-se a presença de *Listeria monocytogenes* em uma amostra de queijo. A presença de *Salmonella* sp não foi constatada em nenhuma das amostras. A adoção de medidas orientativas, o cumprimento das BPF e a melhoria das condições de comercialização do produto são medidas necessárias para aperfeiçoar a qualidade dos queijos produzidos, prevenir a ocorrência de doenças associadas ao consumo de queijos contaminados, reduzir as perdas econômicas de modo a garantir a continuidade da atividade em pequenas agroindústrias familiares.

Palavras-chaves: higienização; inspeção, legislação, pasteurização e patógenos.

QUALITY OF MINES FRESCAL CHEESE PRODUCED AND MARKETED INFORMALLY IN FAMILY AGROINDUSTRIES

ABSTRACT - This research related conditions of production and commercialization of Minas Fresh cheese produced by not inspected family agribusinesses in the Viçosa, MG, and regarding hygienic-sanitary quality of this product. 77 samples of Minas Frescal cheese were collected in family agroindustries not inspected and their respective retail outlets. During the collection of the samples were evaluated the conditions of production and commercialization cheeses. Agroindustries had low degree of adequacy with Good Manufacturing Practices (GMP) and high percentage of cheese samples out the microbiological standards, indicating a direct relationship between the degree of compliance with GMP and quality of final product.

Keywords: legislation and inspection, sanitation, pasteurization.

¹ Pesquisadora na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG

² The sanitary conditions of cheeses analyzed were unsatisfactory due to high contamination by coliforms and coagulase positive staphylococci. Was detected the presence of *Listeria monocytogenes* in a sample and *Salmonella* sp was not detected. The adoption of orientative measures, adoption of GMP and the improvement of commercialization conditions are necessary to improve the quality of cheeses produced, prevent the occurrence of illnesses associated with consumption of cheese, reduce economic losses and ensure continuity of activity in small family agroindustries .



1. INTRODUÇÃO

O processamento de alimentos em pequenas agroindústrias familiares tornou-se uma alternativa de emprego e renda para as famílias do meio rural, o que possibilitou o desenvolvimento regional e melhoria da qualidade de vida. Estas mudanças contribuíram para redução do número de famílias que deixaram o campo em busca de melhores oportunidades nas cidades (Giraldello et al., 2013). A fabricação do queijo Minas Frescal em pequenas queijarias localizadas em propriedades rurais é muito comum em todo país. Esta popularidade é atribuída à tecnologia simples, ao bom rendimento, à popularização do consumo e à comercialização a preços acessíveis tornando esta atividade rentável para pequenos produtores (Lopes et al., 2006).

O queijo Minas Frescal apresenta alta susceptibilidade a contaminações microbianas, que podem ocorrer a partir do leite usado como matéria-prima ou por contaminações durante e /ou após o processamento, especialmente quando produzidos de forma artesanal (Rocha et al., 2006, Zegarra et al., 2009). Estudos indicam baixa qualidade microbiológica de queijos Minas Frescal produzidos em pequenas agroindústrias não inspecionadas (Komatsu et al., 2010; Pinto et al., 2011, Senger & Bizani, 2011, Amorim et al., 2014, Valiatti et al., 2015, Dias et al., 2016). A regularização sanitária desses estabelecimentos contribui para a melhoria dos padrões microbiológicos dos produtos fabricados de modo a reduzir os riscos para a saúde pública e possibilita a inserção do produto no mercado formal facilitando sua comercialização e garantindo a continuidade da atividade (Lombardi & Correio, 2014).

O leite cru pode veicular diversos microrganismos patogênicos (Zegarra et al., 2009), no entanto, sua utilização é uma prática comum na fabricação de queijos frescos artesanais produzidos em estabelecimentos não inspecionados (Moraes et al., 2009; Almeida et al., 2012; Garcia et al., 2016). A pasteurização do leite para fabricação de derivados tem como objetivo inativar os patógenos provenientes da matéria-prima. Após a pasteurização não há outra etapa no processo de fabricação de queijos frescos capaz de eliminar ou reduzir o crescimento de microrganismos, portanto torna-se imprescindível a adoção de boas práticas de fabricação para evitar a recontaminação ou contaminações cruzadas

e garantir a segurança do produto. O uso de matéria-prima insegura associada às condições higiênic-sanitárias de fabricação e comercialização contribui para tornar os queijos frescos produzidos com leite cru um produto de alto risco para saúde do consumidor (Zegarra et al., 2009; Almeida et al., 2012; Torres-Vitela et al., 2012).

Surtos relacionados a doenças de origem alimentar decorrente do consumo de queijos, especialmente fabricados a partir de leite cru resultaram em um maior número de hospitalizações e foram atribuídos ao consumo de queijos fabricados ou comercializados de forma ilegal nos Estados Unidos (Gould et al., 2014). No Brasil, surtos envolvendo o consumo de queijos, especialmente os de fabricação caseira, ocorreram no Estado de Minas Gerais. As principais causas desses surtos foram o uso de leite cru na fabricação de queijos, a pasteurização ineficiente, o uso de leite proveniente de animais com mastite, as contaminações cruzadas, as falhas no monitoramento da produção e a ineficiência dos procedimentos de higienização (Carmo et al., 2002, Perry, 2004). A adoção das boas práticas agropecuárias e de fabricação é fundamental para produção de queijos em conformidade com os padrões de qualidade sanitária (Almeida et al., 2012, Souza et al., 2014). Produtores e comerciantes devem compreender a importância da regularização sanitária das pequenas queijarias familiares e do cumprimento dos requisitos de boas práticas, bem como da responsabilidade de oferecer um produto seguro ao consumidor (Lombardi & Correio 2014).

Objetivou-se relacionar aspectos de adequação sanitária da fabricação e de comercialização do queijo Minas Frescal produzido por agroindústrias familiares não inspecionadas com a qualidade higiênico-sanitária do produto, avaliada com base nos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em seis agroindústrias familiares não inspecionadas, localizadas em comunidades rurais do município de Viçosa-MG. Em três agroindústrias produziam-se queijos com leite pasteurizado e, em outras três, a partir de leite cru. Para cada agroindústria selecionada foram avaliadas as condições de fabricação e as condições de comercialização em pontos de venda informados pelos produtores. Foram coletadas amostras de queijo nas

agroindústrias e nos seus respectivos pontos de venda para realização de análises microbiológicas. Foram planejadas duas coletas de amostras por estação do ano em cada uma das seis agroindústrias, entretanto, no período da seca houve interrupção da atividade em algumas agroindústrias em função da escassez de matéria-prima. Desta forma, foram coletadas 39 amostras de queijos na fonte de produção dentre as 48 planejadas. Para amostragem nos pontos de venda seguiu-se o mesmo planejamento, duas coletas a cada estação do ano, nas quatro estações. Os pontos de venda foram selecionados aleatoriamente. A coleta das amostras foi realizada, no mínimo 24 horas e, no máximo, sete dias após a entrega do produto no comércio. Foram coletadas 38 amostras em pontos de venda das 48 planejadas.

A avaliação das condições sanitárias de produção foi realizada por meio de observação e entrevista direcionada por uma lista de verificação elaborada com base na Resolução - RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Foram avaliados 37 itens de boas práticas, para cada item de boas práticas foi atribuída uma pontuação em escala de zero a dez, sendo zero a pior e dez a melhor situação. Os itens classificados como não aplicáveis foram excluídos do número total de itens para obtenção da nota final do estabelecimento. A pontuação ponderada foi obtida para cada agroindústria e, com base nesta pontuação, suas condições de processamento foram classificadas como “ruim” quando obtiveram pontuação entre 0% e 50%, “regular” com pontuação entre 51% e 75% e “boa” com pontuação entre 76% e 100%.

As condições sanitárias de comercialização foram avaliadas por meio de observação direcionada com a aplicação da lista de verificação, previamente elaborada com base nas exigências do Serviço de Vigilância Sanitária para comercialização de produtos de origem animal. A lista era composta por perguntas discursivas e objetivas. As perguntas objetivas foram computadas como um ponto para respostas positivas e zero para respostas negativas, questões não aplicáveis ao estabelecimento foram excluídas da contagem total. As respostas das questões discursivas foram agrupadas para calcular o percentual de respostas iguais. As questões foram agrupadas em seis blocos: tipo de estabelecimento; embalagem, rotulagem, condições de estocagem, irregularidades observadas e manipulador. A temperatura do equipamento utilizado para armazenamento dos queijos no estabelecimento foi

verificada no momento da coleta das amostras com auxílio de termômetro digital. As condições de comercialização foram avaliadas durante a coleta das amostras.

Para as análises microbiológicas dos queijos utilizou-se a metodologia oficial (Brasil, 2003). As amostras foram submetidas às análises microbiológicas exigidas pela RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 do Ministério da Saúde e Portaria nº 146 de 07 de março de 1996 do Ministério da Agricultura. Os resultados das análises foram comparados com os padrões exigidos pelo Ministério da Agricultura para amostras coletadas na fonte de produção (Brasil 1996). Os resultados das amostras coletadas nos pontos de venda foram comparados com os padrões da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil 2001), para amostras indicativas de lote. A qualidade higiênico-sanitária do produto foi associada com aspectos de adequação técnica e estrutural de produção e de comercialização avaliados. Os resultados das avaliações foram agrupados e descritos na forma gráficos e tabelas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior parte das agroindústrias, cinco das seis estudadas, não possuía local exclusivo para a fabricação e utilizavam a própria cozinha da residência para produzir os queijos. Constatou-se também a ausência dos procedimentos padrão para higienização das instalações conforme as determinações de Brasil 2002. Essas práticas favorecem a contaminação cruzada em função da manipulação inadequada do produto e de outros alimentos o que pode colocar em risco a inocuidade e a qualidade dos queijos produzidos.

O uso de leite cru como matéria-prima foi uma irregularidade observada em três das seis agroindústrias estudadas e pode ser atribuída ao desconhecimento da importância da pasteurização por parte dos produtores e à tradição cultural de produzir queijo com leite cru. Alguns produtores alegaram que a pasteurização do leite interfere no sabor do produto e na aceitação pelo consumidor.

O percentual de adequação às BPF das agroindústrias foi muito baixo com variação de 28% a 45%. As condições de produção em todos os estabelecimentos foram classificadas como “ruim” (Tabela 1). A agroindústria codificada como PSS2 apresentou maior percentual de adequação e era a única que dispunha



Tabela 1 - Atendimento aos requisitos de Boas Práticas de Fabricação e classificação das agroindústrias familiares produtoras de queijos Minas Frescal não inspecionadas do Município de Viçosa, MG

Requisitos	Produtores						Média
	PSS1	PSS2	PSS3	PSS4	PSS5	PSS6	
Classificação dos empreendimentos	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Requisitos gerais	33	45	42	32	43	28	37
Edificação e Instalações	45	45	47	38	51	38	44
Controle Integrado de Pragas	0	50	0	0	0	0	8
Abastecimento de água	27	44	41	34	44	34	37
Manejo dos resíduos	57	47	82	70	85	55	66
Equipamentos, móveis e utensílios	44	56	56	36	48	32	45
Manipuladores	23	30	30	22	30	21	26
Produção e transporte	35	44	41	30	44	28	37
Higienização	39	40	49	34	54	29	41

de local independente para fabricação dos queijos, mas, utilizava leite cru como matéria-prima. A agroindústria codificada como PSS6 obteve o pior resultado, fabricava os produtos na varanda da casa, em condições precárias de higiene e usava leite cru como matéria-prima. Nenhuma agroindústria apresentou documentação referente às boas práticas e ao controle de qualidade do produto final. O manejo de resíduos foi o requisito que apresentou maior percentual de atendimento, entre 55% a 85%, com média de 66%. Os demais itens apresentaram média do percentual de adequação inferior a 50%, o que reforça o baixo grau de adequação aos requisitos legais de boas práticas. Os blocos controle integrado de pragas, e higiene e saúde dos manipuladores, abastecimento de água e produção e transporte apresentaram menores percentuais médios de adequação conforme Tabela 1.

A ausência de infraestrutura é a principal dificuldade apresentada pelas agroindústrias para regularização do estabelecimento e os produtores relataram dificuldades financeiras e dificuldade de obtenção de crédito para realização do investimento. Outros desconhecem a relevância das adequações para garantir a segurança do produto. Resultado semelhante foi observado por Vicentini et al. (2013) que identificaram baixo percentual de adequação em pequenos estabelecimentos produtores de queijo em Minas Gerais. Segundo os produtores, a dificuldade de regularização dos empreendimentos é relacionada ao alto grau de exigência por parte do órgão fiscalizador e ao custo envolvido na adequação dos estabelecimentos às essas exigências (Miyaji & Soares, 2002; Vicentini et al., 2013). No entanto, a flexibilização das normas e padrões de qualidade pleiteada

por esses produtores pode colocar em risco a inocuidade dos produtos e a saúde pública caso não haja uma análise crítica do impacto desses ajustes solicitados na segurança dos produtos fabricados.

O principal ponto de venda de queijos produzidos na informalidade era a feira livre (45%). Muitos proprietários de açougues, padarias e mercados evitam a comercialização desses queijos com receio de punições por parte da vigilância sanitária municipal. Mesmo sob o risco de punições, alguns proprietários de açougues e mercearias, principalmente em comunidades rurais, ainda comercializavam o produto produzido na informalidade, uma vez que 30% das amostras foram coletadas em mercados e mercearias, 14% em açougues e 14% em hortifrutis. Constatou-se que 79% dos queijos eram mantidos em condições de refrigeração durante a comercialização e, 21% eram comercializadas em caixas térmicas, sendo que apenas 1% dessas caixas continha gelo. A maior parte das amostras coletadas estava acondicionada a temperaturas superiores (51%) ou iguais (5%) a 10°C. Uma quantidade considerável de amostras (43%) era armazenada a temperaturas inferiores da 10°C. Esses resultados são semelhantes aos de outros estudos em que a falta de controle da temperatura durante a comercialização de queijos e outros lácteos foi constatada (Ferreira et al., 2010; Dias et al., 2016; Fonseca et al., 2016). Produtos lácteos armazenados sob temperaturas inadequadas contribuem para tornar o produto inseguro e podem ocasionar problemas de saúde pública em virtude da possibilidade de ocorrência de surtos e casos de doenças veiculadas por este tipo de produto. A manutenção do produto a temperaturas inferiores a 10°C é uma medida importante para fins de prevenção

da produção de toxinas termoestáveis e redução da velocidade de multiplicação de alguns patógenos. O risco à saúde pública é agravado quando se trata da fabricação de queijos com leite cru, uma vez que esta matéria-prima pode estar contaminada com patógenos sensíveis à pasteurização do leite. Constatou-se que 97% das amostras coletadas estavam em condições inadequadas de conservação nos pontos de comercialização. As irregularidades observadas com maior frequência foram: acondicionamento concomitante com outros tipos de produtos (47%), higienização insuficiente dos balcões ou caixas térmicas (20%) e focos de contaminações visíveis (7%) (Tabela 2).

Irregularidades na comercialização de produtos lácteos foram relatadas em outros estudos (Ferreira et al., 2010, Araújo et al., 2014). As falhas detectadas durante a comercialização ocasionam contaminação microbiana dos produtos que comprometem sua inocuidade e qualidade e resulta em risco à saúde do consumidor, problemas de saúde pública e perdas econômicas para as empresas.

A qualidade microbiológica dos queijos analisados foi insatisfatória com alto percentual de amostras em desacordo com o padrão estabelecido para de queijos coletados nas agroindústrias e no comércio (Tabela 3). Alto percentual de amostras em desacordo com os padrões legais também foram constatados por outros autores (Ferreira et al., 2010; Komatsu et al., 2010; Martins & Reis; 2012; Dias et al., 2016, Garcia et al., 2016). Resultados diferentes foram observados ao analisarem queijos fabricados com leite pasteurizados sob inspeção do serviço federal (Zocche et al., 2012, Lombardi & Correio, 2014; Souza et al., 2014) o que aponta para uma maior segurança deste tipo de produto.

As amostras coletadas no comércio apresentaram número mais provável (NMP/g) de coliformes a 30 °C (totais) e coliformes a 45 °C (*termotolerantes*) maior quando comparado aos resultados de amostras coletadas na agroindústria. Apenas um produtor, PSS4, apresentou melhor resultado para coliformes a 45 °C para amostras coletadas no comércio, resultado que pode ser justificado por se tratar de amostras de lotes independentes (Tabela 3). A alta contaminação por coliformes totais nos queijos reflete a falta de higiene no processamento e na manipulação. O elevado número de amostras em desacordo ao padrão estabelecido para coliformes termotolerantes é um indicativo da presença de microrganismos patogênicos como a *Escherichia coli*. Os coliformes termotolerantes pertencem a um grupo de microrganismos que tem habitat no trato intestinal do homem e outros animais, desta forma a presença desses microrganismos no alimento indica contaminação fecal do produto, o que torna o consumo deste tipo de queijo um risco para a saúde dos consumidores (Apolinário et al., 2014; Garcia et al, 2016).

Amostras de queijo Minas Frescal produzidos com leite pasteurizado apresentaram melhores resultados para coliformes a 45°C comparados as amostras de queijos produzidos com leite cru, o que reforça a indispensabilidade da pasteurização para reduzir a contaminação por esse grupo de bactérias e para obtenção de produtos de acordo com os padrões higiênico-sanitários (Tabela 3). A ocorrência de coliformes totais e termotolerantes em limites acima ao estabelecidos pela legislação (Brasil 1996, Brasil 2001) em amostras de queijos produzida com leite pasteurizado podem estar relacionadas à falha no processo de pasteurização ou à contaminação ocorrida

Tabela 2 - Percentual de irregularidades observadas nos estabelecimentos comerciais durante a coleta das amostras de queijos Minas Frescal provenientes de agroindústrias não inspecionadas do município de Viçosa, MG

Tipo de irregularidades	Número de Ocorrências	Frequência
Armazenamento concomitante com outros produtos	41	47%
Limpeza dos balcões insuficiente	17	20%
Focos de contaminação visíveis	8	9%
Recipiente de acondicionamento inadequado	7	8%
Acúmulo de gelo nos balcões	7	8%
Falta de organização	3	3%
Mistura com outros queijos sem rótulo	2	2%
Empilhamento excessivo	1	1%
Estado de conservação dos equipamentos de exposição	1	1%
Total de ocorrências	87	100%



Tabela 3 - Percentual de amostras em desacordo com os padrões microbiológicos provenientes agroindústrias familiares não inspecionadas do município de Viçosa, MG

Procedência da amostras		Tipo de matéria-prima	Amostras em desacordo (%)	Coliformes a 30 °C* (%)	Coliformes a 45 °C (%)	Estafilococos Coagulase Positiva (%)
Fonte de produção	PSS1	Leite pasteurizado	75	75	25	25
	PSS3		100	100	38	0
	PSS5		100	88	75	0
	PSS2	Leite Cru	100	100	100	88
	PSS4		100	100	100	75
	PSS6		100	100	100	67
	Total	95	93	62	33	
Comércio	PSS1	Leite pasteurizado	100	100	25	13
	PSS3		100	100	25	0
	PSS5		100	100	40	0
	PSS2	Leite Cru	100	100	88	75
	PSS4		100	100	43	71
	PSS6		100	100	100	50
	Total	100	100	56	34	

* A legislação (BRASIL, 2001) não estabelece padrão para coliformes a 30 °C e utilizou-se o padrão recomendado para amostras coletadas na fonte de produção para efeito de comparação.

após a pasteurização em função do não cumprimento dos requisitos de BPF. A ocorrência de contaminações cruzadas durante o processamento foi constatada ao observar a ausência de local exclusivo e apropriado para a produção dos queijos, ausência de barreiras sanitárias e falta do controle de acesso de pessoas alheias à manipulação e pragas, entre outras irregularidades observadas (Tabela 1). Essas irregularidades observadas implicam na contaminação do produto, principalmente após tratamento térmico.

Amostras coletadas no comércio também apresentaram contagem de Estafilococos coagulase positiva superiores às observadas na fonte de produção. Em amostra coletada no comércio, foi constatada contagem de Estafilococos coagulase positiva superior a 10⁶ UFC/g, o que indica a possibilidade do queijo estar contaminado com a toxina estafilocócica. O predomínio de amostras em desacordo com os padrões para Estafilococos coagulase positiva coletadas no comércio pode estar relacionada a falhas de refrigeração, ou até mesmo à falta de refrigeração, constatadas nos pontos de venda (Tabela 2). Este resultado reforça a importância do controle da temperatura de armazenamentos dos queijos nos pontos de venda para minimizar a multiplicação desses microrganismos de modo que a sua população microbiana não atinja contagem suficiente para que ocorra produção de enterotoxinas.

Queijos fabricados com leite cru apresentaram maior percentual de amostras em desacordo com os padrões estabelecidos por Brasil 1996 e Brasil 2001 para estafilococos coagulase positiva. Este grupo de microrganismos pode ser encontrado no leite recém-ordenhado e indica a ocorrência de falhas higiênicas durante a ordenha e/ou uso de leite de vacas portadoras de mastite, uma vez que, *Staphylococcus aureus* é um dos principais causadores dessa infecção (Zegarra, et al., 2009). A pasteurização do leite é a principal alternativa para reduzir a contaminação da matéria-prima e eliminar patógenos, portanto o uso de leite cru na fabricação dos queijos representa um grande risco visto. A inativação desse patógeno na matéria-prima é imprescindível para a obtenção de produtos aceitáveis isentos de enterotoxinas termoestáveis associadas a gastroenterites. Apenas um dos produtores que produzia queijos a partir de leite pasteurizado apresentou amostras em desacordo com os padrões para estafilococos coagulase. A contaminação das amostras pode ser associada à contaminações pós pasteurização justificadas pelo baixo percentual de adequação às boas práticas e irregularidades observadas durante a manipulação do produto (Tabela 1).

Em nenhuma das amostras foi constatada a presença de *Salmonella* sp., em 25g de amostra, mesmo em queijos fabricados com leite cru, semelhante aos resultados observados por Moraes et al. (2009); Pinto et al. (2011);

Almeida et al. (2012); Melo et al. (2013); Apolinário et al. (2014); Amorim et al (2014) e Dias et al.(2016). Os resultados diferem dos estudos de Zegarra et al (2009); Torres-Vitela et al. (2012) e Garcia et al., (2016) que detectaram *Salmonella* sp em queijos frescos. A ausência do patógeno nas amostras pode ser justificada pela baixa capacidade competitiva de *Salmonella* sp. em relação a bactérias do grupo coliformes e *Staphylococcus* spp. (Almeida et al., 2012; Melo et al., 2013). A presença de bactérias lácticas e bactérias do grupo coliforme contribuem para acidificação no meio, o que torna o ambiente adverso à sobrevivência do patógeno, o que pode resultar na sua inativação em situações que apresentam baixa contaminação inicial. Nestas condições o patógeno pode ser inativado ou permanecer em números indetectáveis em alimentos (Pinto et al. 2011; Melo et al. 2013). Embora constatada ausência de *Salmonella* sp. nas amostras, o alto grau de contaminação com bactérias indicadoras de contaminação de origem fecal, implica em riscos de infecções associadas a bactérias da família Enterobacteriaceae.

Listeria monocytogenes foi detectada em uma amostra coletada em uma das agroindústrias familiares que utilizava leite pasteurizado para fabricação do queijo. O produto era fabricado na cozinha da residência e não havia um local exclusivo para produção, situação que possibilita a contaminação pós-pasteurização. A pasteurização era realizada, mas, não havia controle do binômio tempo/temperatura o que não garantia a eficácia do tratamento. *L. monocytogenes* é sensível à pasteurização do leite (FDA, 2012), entretanto, falhas no controle do binômio tempo/temperatura comprometem a eficiência do processo. Estudos similares identificaram presença do patógeno em amostras de queijos inspecionadas e artesanais (Torres-Vitela et al., 2012; Melo et al., 2013, Apolinario et al., 2014) o que aponta para necessidade de utilizar o leite pasteurizado na produção de queijos e manter condições higiênicas adequadas após o tratamento térmico de modo a prevenir a contaminação cruzada dos produtos. O consumo de produtos lácteos contaminados por *L. monocytogenes* é uma causa frequente da ocorrência de surtos de listeriose. Este patógeno é responsável por causar a listeriose invasiva e a não invasiva, forma mais branda da doença, em humanos. A listeriose não invasiva caracteriza-se por provocar gastroenterite febril e pode afetar pessoas

saudáveis e que não pertencem aos grupos de risco. A listeriose invasiva afeta indivíduos pertencentes a grupos de risco como imunodeprimidos, idosos, neonatos, crianças e mulheres grávidas. Em gestantes o patógeno pode provocar aborto, parto pré-maturo e malformação do feto, além de infecção generalizada no recém-nascido. Em crianças, idosos e imunodeprimidos a bactéria pode atingir o sistema nervoso central, causar meningite ou meningoencefalite e ocasionar óbito (Barancelli et al., 2011).

4. CONCLUSÃO

A qualidade higiênico-sanitária dos queijos Minas Frescal produzidos em agroindústrias familiares informais do município de Viçosa/MG é insatisfatória e seu consumo representa risco à saúde do consumidor, em especial, quando utilizado leite cru como matéria-prima. A pasteurização do leite, a formalização junto ao Serviço de Inspeção e a implantação das BPF são medidas a serem adotadas para garantir a inocuidade do produto. Medidas educativas devem ser adotadas em toda cadeia produtiva, se estendendo à comercialização, para garantir a segurança do produto oferecido ao consumidor. A elaboração de políticas públicas direcionadas aos pequenos produtores são fatores relevantes para garantir a sustentabilidade da produção artesanal de queijos.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

6. LITERATURA CITADA

ALMEIDA, A.C; DINIZ, T.T.; SOUZA, M.R.; PINTO, M.S.; SOUZA, R.M.; SILVA, N.O.; QUEIROZ, M.R.A. Caracterização da produção de queijo artesanal na região de Montes Claros, norte de Minas Gerais. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.6, n.4, p.312-320, 2012.

AMORIM, A.-L.-B.-C.; COUTO, E.-P.; SANTANA, A.-P.; RIBEIRO, J.-L.; FERREIRA, M.-A. Avaliação da qualidade microbiológica de queijos do tipo Minas padrão de produção industrial, artesanal e informal. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.73, n.4, p.364-7, 2014.



APOLINÁRIO, T.-C.-C.; SANTOS, G.-S.; LAVORATO, J.-A.-A. Avaliação da qualidade microbiológica do queijo Minas Frescal produzido por laticínios do estado de Minas Gerais.

Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 69, n. 6, p. 433-442, 2014.

ARAÚJO, K.-S.-S.; CARVALHO, K.-A.; AZEVEDO, L.-S.; SANTOS, R.-M.; NASCIMENTO, I.-O.; ARAÚJO, M.-M. Avaliação do armazenamento de produtos lácteos comercializados em supermercados de Imperatriz – MA.

Agroecossistemas, v. 6, n. 1, p. 97-102, 2014.

BARANCELLI G.V., SILVA-CRUZ J.V., PORTO E., OLIVEIRA C.A. F. *Listeria monocytogenes*: ocorrência em produtos lácteos e suas implicações em saúde pública. Arquivo do Instituto de Biologia, v.78, n.1, p.155-168, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 146, de 07 de março de 1996. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, p. 3977.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 set. 2003, Seção 1, p. 14.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, p. 45-53.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução - RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, seção 1, p. 126.

CARMO, L.-S.; DIAS, R.-S.; LINARDI, V.-R. Food poisoning due to enterotoxigenic strains of *Staphylococcus* present in Minas cheese and raw milk in Brazil. **Food Microbiology**, v. 19, n.1, p. 9-4, 2002.

DIAS, B.-F.; FERREIRA, S.-M.; CARVALHO, V.-S.; SOARES, D. S. B. Qualidade microbiológica e físico-química de queijo Minas Frescal artesanal e industrial. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 3, n. 3, p. 57-64, 2016.

FERREIRA, G.-B.; OLIVEIRA, A.-C.-S.; MARSON, J.-M.; TERRA, A.-P.-S. Pesquisa de *Staphylococcus aureus* em queijos tipo “Minas Frescal” comercializados na região do triângulo mineiro. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v.34, n.3, p.575-589, 2010.

FONSECA, B.-C.-P da.; REIS, J.-N.; SANTOS, M. S. Avaliação microbiológica de produtos lácteos comercializados na cidade de Vitória da Conquista – Bahia. **Revista Saúde.Com**, v.12, n.2, p. 575-583, 2016.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION OF THE UNITED NATIONS FDA, 2012. **The Dangers of Raw Milk: Unpasteurized Milk Can Pose a Serious Health Risk**. Center for Food Safety and Applied Nutrition Food Information. Disponível em: <<http://www.fda.gov/downloads/Food/FoodborneIllnessContaminants/UCM239493.pdf>> Acesso em: 03 de outubro de 2016.

GARCIA, J.-K.-S.; PRATES, R.-P.; FARIAS, P.-K. S. GONÇALVES, S.-F.; SOUZA, C.-N. Qualidade microbiológica de queijos frescos artesanais comercializados na região do norte de Minas Gerais. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 2, p. 58-65, 2016.

GIRALDELLO, F.; STOFFE, J.-A.; LIMA, J.-F.; LAVALL, V.-L. A agroindústria familiar na microrregião de Francisco Beltrão (PR). **Revista FAE**, v. 16, n. 1, p. 162-177, 2013.

GOULD, L.-H.; MUNGAI, E.; BEHAVESH, C.-B. Outbreaks Attributed to Cheese: Differences Between Outbreaks Caused by Unpasteurized and Pasteurized Dairy Products, United States, 1998–2011. **Foodborne Pathogens and Disease**, v.11, n.7, 2014.

- KOMATSU, R.-S.; RODRIGUES, M.-A.-M.; LORENO, W.-B.-N.; SANTOS, K.-A. Ocorrência de *Staphylococcus coagulase positiva* em queijos Minas Frescal produzidos em Uberlândia-MG. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 2, p. 316-321, 2010.
- LOMBARDI, E.-C.; CORREIO, M.-T.-N.-P.-R. Qualidade microbiológica do leite e do queijo Minas Frescal processados em duas fábricas de laticínios sob inspeção municipal em Uberlândia MG. **Veterinária Notícias**, v.20, n. 2, p.71-78, 2014.
- LOPES, M.-A.; CARMO, E.-A.; LIMA A.-L.-R.; CARVALHO, F.-M. Análise de rentabilidade de uma empresa com opção de comercialização de queijo ou leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.4, 2006.
- MARTINS, E.-S.; REIS, N.-E.-V. Determinação de coliformes e *Staphylococcus coagulase positiva* em queijos Minas Frescal. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.6, n.02, p.842-851, 2012.
- MELO, F.-D.; DALMINA, K.-A.; PEREIRA, M.-N.; RAMELLA, M.-V.; NETO, A.-T.; VAZ, E.-K.; FERRAZ, S.-M. Avaliação da inocuidade e qualidade microbiológica do queijo artesanal serrano e sua relação com as variáveis físico químicas e o período de maturação. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 41, n. 1, p. 1-7, 2013.
- MIYAJI, M.; SOARES, C.-F. Avaliação da gestão do controle de qualidade e segurança alimentar nas micro e pequenas empresas do circuito do queijo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 57, n.327, p. 120-122, 2002.
- MORAES, P.-M., VIÇOSA, G.-N, YAMAZI, A.-K.; ORTOLANI M.-B.-T; NERO, L.-A. Foodborne Pathogens and Microbiological Characteristics of Raw Milk Soft Cheese Produced and on Retail Sale in Brazil. **Foodborne Pathogens and Disease**. v.6, n.2, p. 245-249, 2009.
- PERRY, K.-S.-P. Queijos: Aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004.
- PINTO, F.G.S.; SOUZA, M.; SALING, S.; MOURA, A.C. Qualidade microbiológica de queijo Minas Frescal comercializado no município de Santa Helena, PR, Brasil. **Arquivo de Instituto de Biologia**, v.78, n.2, p.191-198, 2011.
- ROCHA, J.-S.; BURITI, F.-C. A.; SAAD, S.-M.-I. Condições de processamento e comercialização de queijo-de-minas Frescal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.2, p.263-272, 2006.
- SENGER, A.-E.-V.; BIZANI, D. Pesquisa de *Staphylococcus aureus* em queijo Minas Frescal, produzido de forma artesanal e industrial, comercializado na cidade de Canoas/RS, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, v.5, n.2, p. 25-42, 2011.
- SOUZA, C.-P. de; PEREIRA, L.-E.-H. de F.; PEREIRA, K.-S. Microbiological Quality and Safety of Minas Frescal Cheese Commercialized Under Federal Inspection in Rio de Janeiro City, RJ, Brazil. **Blucher Food Science Proceedings**, v.1, n.1, p. 401-402, 2014.
- TORRES-VITELA, M.-R.; MENDOZA-BERNARDO, M.; CASTRO-ROSAS, J.; GOMEZ-ALDAPA, C.-A.; GARAY-MARTINEZ, L.-E.; NAVARRO-HIDALGO, V.; VILLARRUEL-LÓPEZ, A. Incidence of *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157: H7, and staphylococcal enterotoxin in two types of Mexican fresh cheeses. **Journal of Food Protection**, v. 75, n. 1, p. 79-84, 2012.
- VALIATTI, T.-B.; SOBRAL, F.-O.-S.; ROMÃO, N.-F.; MALAVASI, N.-V. Avaliação das condições higiênico-sanitárias de queijos tipo Minas Frescal comercializados em feiras no município Ji-Paraná-RO. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v.6, n.1, p. 59-68, 2015.
- VICENTINI, N.-M., CARNEIRO, A.-V.; MENDONÇA, L.-C.; BRITO, M.-A.-V.-P.; BRITO, J.-R.-F. Custo da Adequação de Pequenos Produtores de Queijos aos Requisitos da Legislação do Estado de Minas Gerais. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 68, n. 395, p. 5-14, 2013.



ZEGARRA, J.-J.-Q.; CAMPBELL, R.-C.; BOTTEON, M.; OLIVEIRA, B.-C.-R.-S.; BOTTEON, P.-T.-L.; SOUZA, M.-M. Pesquisa de microrganismos em utensílios, leite e queijos de produção artesanal em unidades de produção familiar no município de Seropédica, Rio de Janeiro. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 312-321, 2009.

ZOCHE, F.; BASTOS, C.-P.; BASSANI, M.-T.; FRANÇA, R.-C., LIMA, A.-S.-L.; SILVA, W.-P. Estafilococos coagulase positiva em queijos Minas Frescal e minas padrão comercializados em Pelotas, Rio Grande do Sul. **Boletim. CEPPA**, v. 30, n. 1, p. 119-124, 2012.

Recebido para publicação em 7/10/2016 e aprovado em 15/12/2016.

PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL NA BOVINOCULTURA: PRINCÍPIOS E POSSIBILIDADES

Flávia Oliveira Abrão¹, Brisa de Castro Fernandes², Moisés Sena Pessoa³

RESUMO - A pecuária é considerada uma das atividades agrícolas mais importantes do mundo, com cerca de 2,3 bilhões de beneficiários em todo o planeta. Os danos ambientais associados à agropecuária, como a degradação do solo, a contaminação por resíduos de agrotóxicos, a poluição da água e a redução da biodiversidade passam a prevalecer à medida que cresce a demanda por alimentos. De acordo com a extensão territorial, a pecuária é considerada uma das atividades mais impactantes ao meio ambiente. Esse fato se deve ao grande índice de animais no planeta e a falta de manejo racional das pastagens, criando assim um esgotamento no solo. A emissão de gases do efeito estufa (GEE) é um fator que vem sendo bem discutido atualmente, pois diferente dos países desenvolvidos que grande parte da emissão provém do setor energético, no Brasil, a maior parte desta emissão provém da pecuária, em especial da criação de gado de corte. Em função de relatos apontados observa-se crescente busca por tecnologias e alternativas que permitam o desenvolvimento da pecuária de forma sustentável, com altos índices de produção e, redução dos danos causados ao meio ambiente. Observa-se a partir dos relatos da literatura científica que a produção sustentável tem sido uma realidade, as pesquisas apontam que os métodos mostrados nessa revisão são eficazes para alcançar a produção sustentável na bovinocultura. Cada dia mais os produtores estão buscando novas técnicas para obter maior produção de carne e leite sem danos ao meio ambiente e que não ofereçam um custo elevado ao setor. A adoção desses métodos é uma ótima maneira de alcançar essa produção. Objetivou-se com a seguinte revisão abordar os mecanismos disponíveis para a produção sustentável de bovinos de corte, bem como os resultados encontrados na literatura científica sobre a utilização destes.

Palavras-chave: bovinos, efeito estufa, produção animal, sustentabilidade.

SUSTAINABLE PRODUCTION IN CATTLE BREEDING: PRINCIPLES AND POSSIBILITIES

ABSTRACT – Livestock is considered one of the most important agricultural activities in the world, with about 2.3 billion beneficiaries across the planet. The environmental damage associated with agriculture, such as soil degradation, contamination by pesticide residues, water pollution and loss of biodiversity, come to prevail as it grows the demand for food. According to the territorial extension, livestock is considered one of the most impactful agricultural activities to the environment. This fact is due to the large index of animals on the planet and the lack of rational management of pastures, which creates a depletion in the soil. The emission of greenhouse gases (GHG) is a factor that has been well discussed now because unlike the developed countries that much of the emissions comes from the energy sector, in Brazil most of this emission comes from livestock, in particular beef cattle breeding. From all of the reports can be observed an increasing search for technologies and alternatives to enabling the development of livestock farming in a sustainable manner, with high rates of production and reduction of damage to the environment. The objective of the next review is to address the mechanisms available for the sustainable production of beef cattle, and the results found in the scientific literature concerning the use of these. It is observed from the scientific literature reports that sustainable production has been a reality, the research indicates that the methods shown in this review

¹ Docente do Instituto Federal Goiano, Campus Ceres, GO, E-mail para correspondência flavia.abrao@ifgoiano.edu.br.

² Graduanda em Zootecnia, IF Goiano, Ceres, GO.

³ Doutorando em Zootecnia, UFG, Goiânia, GO.



are effective for a great sustainable production in cattle. Every day more producers are looking for new techniques for have a higher production of meat and milk without damage to the environment and do not offer a high cost to the sector. The adoption of these methods is a great way to achieve this production. The objective of this review was to discuss the available mechanisms for the sustainable production of beef cattle, as well as the results found in the scientific literature on the use of these.

Keywords: animal production, cattle, greenhouse effect, sustainability.

1. INTRODUÇÃO

Como resultado do melhoramento no manejo de ruminantes, tem-se observado aumento nos índices de produção de carne e leite nos últimos 30 anos (Noorae et al., 2010). Atualmente, a bovinocultura é responsável pelo abastecimento da maior parte da demanda mundial de proteína animal. A carne e o leite bovinos possuem participação significativa na economia nacional, sendo o rebanho brasileiro constituído por aproximadamente por 212 milhões de cabeças (IBGE, 2014).

De acordo com Pereira et al. (2011) a pecuária é considerada umas das atividades agrícolas mais importantes do mundo, com cerca de 2,3 bilhões de beneficiários em todo o planeta. A estimativa de área agricultável destinada a pecuária é cerca de 70% em todo o planeta. Contudo, os danos ambientais associados à agropecuária, como a degradação do solo, a contaminação por resíduos de agrotóxicos, a poluição da água e a redução da biodiversidade passam a prevalecer à medida que cresce a demanda por alimentos (Focus, 2010).

Pereira et al. (2011) apontam ainda que impactos ao meio ambiente oriundos das atividades agropecuárias se devem em função do baixo grau de intensificação em algumas regiões do planeta associado ao alto número de animais. Sabe-se que o esgotamento do solo e a baixa produtividade pela falta de manejo das pastagens, bem como o baixo valor da terra, estimulam a abertura de novas áreas, levando a destruição de habitats através da introdução de pastagens exóticas, do intenso pisoteio e pastoreio (Focus, 2010).

Outro fator que tem sido bastante discutido refere-se à emissão de gases do efeito estufa (GEE) com a produção de bovinos. Diferente dos países desenvolvidos, em que a maior parte das emissões provém do setor energético, no Brasil, como apontado por Focus (2010), o maior contribuinte para as emissões é a pecuária, em especial, a criação de gado de corte.

Em função dos fatos relatados, observa-se crescente busca por tecnologias e alternativas que permitam o desenvolvimento da pecuária de forma sustentável, com altos índices de produção e, redução dos danos causados ao meio ambiente.

Torna-se muito mais evidente a preocupação visando o crescimento da importância do país sobre a produção de produtos de origem animal, já que previsões apontam que o Brasil irá se tornar o maior produtor de carne no mundo (Amormino, 2008). Um dos métodos utilizados para a preservação ambiental é a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, que consiste em plantio de grãos, árvores e forrageiras para mitigar o efeito dos gases efeito estufa pelo processo de exploração das pastagens.

Trecenti (2010) respalda bons resultados obtidos com a Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), e relata que essa tecnologia é apontada como economicamente viável, ambientalmente correta e socialmente justa. Segundo esse autor, a ILPF possibilita a diversificação de atividades na propriedade, a melhoria da renda e da qualidade de vida no campo, contribuindo para a mitigação do desmatamento, redução da erosão, diminuição da emissão de gases de efeito estufa e aumento do sequestro de carbono.

Também é válido ressaltar que enfoques têm sido dados ao manejo de animais e ao componente arbóreo, uma vez que prioriza-se a melhoria da ambiência animal, item fundamental para alcançar a sustentabilidade da pecuária (Mendes et al., 2010). A redução da temperatura pela sombra cria um ambiente mais favorável para a produção animal; no verão, mesmo os zebuínos procuram sombra durante as horas mais quentes do dia, de modo que, a arborização dos pastos torna-se desejável (Khatounian, 2009).

Nesse contexto, o caráter interativo dos componentes solo-planta-animal e o conhecimento das respostas de plantas e animais a estratégias de manejo do pastejo, são componentes-chave para a idealização,

o planejamento e a implementação de sistemas de produção eficientes, sustentáveis e competitivos (Sorio, 2008).

Dessa forma, objetivou-se com a presente revisão abordar os mecanismos disponíveis para a produção sustentável de bovinos de corte, bem como os resultados encontrados na literatura científica sobre a utilização destes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Emissão de Metano

Conforme exposto por Rodriguez e Campos (2007) nos últimos anos a concentração do gás metano devido a ação antrópica tornou-se mais elevada. Além de afetar o equilíbrio de ozônio, hidroxilas e monóxidos de carbono na atmosfera o metano contribui para a alteração do balanço energético na Terra, devido suas propriedades radioativas.

O potencial de ação do metano é cerca 23 vezes maior do que o potencial de ação do gás carbônico se tratando do aquecimento global, isso devido ao “longo tempo de resistência” que o metano tem na atmosfera, contribuindo em 15% para o efeito estufa e segundo o Protocolo de Montreal ele também é uma substância responsável pelo empobrecimento da camada de ozônio (Amormino, 2008).

A emissão entérica de metano, processo natural e intrínseco aos ruminantes, tende a acompanhar o crescimento do rebanho. No Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gás Efeito Estufa (GEE), as emissões totais de metano da pecuária foram estimadas em 0,8 Tg de metano com origem entérica. Para o ano de 2005, as informações preliminares do Segundo Inventário Brasileiro das Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa (2009) indicaram emissões de metano de origem entérica de 12 Tg (Oliveira, 2011).

Devido ao processo de fermentação entérica, os ruminantes representam uma emissão de metano significativa. Da emissão do metano, 90% é emitido durante o processo de ruminação e somente 10% é liberado no processo de flatulência (Amormino, 2008).

Segundo Pedreira (2004) a emissão de metano nos ruminantes pode variar em função da espécie de animal criada, do ambiente de criação, dos diferentes sistemas

de arração, e ser maximizada principalmente com a inclusão de altos teores de grãos na dieta.

Hammond et al. (2008) afirmaram, baseados em estudos com ruminantes que, a emissão de metano depende da quantidade de alimento ingerido e da qualidade da dieta, sendo que, geralmente, dietas com elevada digestibilidade proporcionam maior consumo com menor emissão de metano por unidade de alimento ingerido, do que dietas de baixa qualidade (Pedreira et al., 2004; Oliveira et al., 2007). Além da qualidade da dieta, fatores intrínsecos aos animais, como suas características genéticas e a microbiota ruminal interferem na emissão de metano entérico.

Esteves et al. (2012) ao avaliarem bovinos de corte criados a pasto, em sistema de integração lavoura e pecuária (ILP) e terminados em confinamento, observaram média de emissão de 40,3 kg/animal/ano de metano, durante três anos de período experimental, indicando que os animais com maiores ganhos diários de peso podem emitir menores quantidades de metano.

Projeções de Barioni et al. (2007) sobre as emissões de metano pela pecuária de corte brasileira, no período de 2007 a 2025, indicam que deverá ocorrer substancial melhoria na eficiência de produção de carne. Projeta-se aumentos de 7,4% no tamanho do rebanho nacional e de 29,3% no número de abates, proporcionando um aumento de 25,4% na produção de carne e de apenas 2,9% na emissão de metano, refletindo em uma diminuição de 18% na emissão de metano por unidade de carne produzida. Essas projeções pressupõem a utilização de tecnologias apropriadas de manejo nos sistemas de produção da agropecuária.

Um dos focos de pesquisa atual baseia-se na hipótese de que a recuperação direta das pastagens e a adoção do manejo intensivo e dos sistemas integrados (Integração Lavoura Pecuária, Silvopastoril e Agrossilvipastoril) possuem grande potencial de mitigação dos gases de efeito estufa (Oliveira, 2007).

2.2 Produção sustentável

Questões referentes a saúde animal e ao esgotamento de recursos em relação aos problemas mundiais decorrentes do crescimento exponencial da população vêm sendo avaliadas. Evidencia-se cada vez mais a necessidade de compreender o conceito de desenvolvimento sustentável e sua implicação em



determinadas condições econômicas e regionais (Boyazoglu & Nardone, 2003).

Com isso, tem-se buscado várias ferramentas que otimizem o processo de produção de bovinos de corte sem necessariamente causar prejuízos ao meio ambiente e, conseqüentemente, garantir a sustentabilidade na atividade.

Segundo Neto & Suzigan (2009) a sustentabilidade se tratando do mercado de pecuária de corte significa ser ecologicamente correta, economicamente viável, socialmente justa e culturalmente aceita.

Cavalcanti (2003) afirma que o caminho para o desenvolvimento ecológico deve ser dado a partir das noções de prudência ecológica, da economia de custos básicos que o homem tem em mãos, utilizando a eficiência máxima da natureza com o mínimo de perdas físicas.

A intensificação dos sistemas de produção pastoris é apontada como uma das alternativas de exploração sustentável, minimizando a pressão sobre a abertura de novas áreas para produção agropecuária (Barcellos et al., 2008). Esse modelo é indicado pelo uso eficiente dos recursos físicos, incluindo a recuperação de áreas degradadas, calcada no aporte de conhecimento e de tecnologias poupadoras de insumos (Barcellos et al., 2008).

As leguminosas, devido a capacidade de fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico e contribuição para a produção animal, são forrageiras essenciais para incrementar a produtividade e constituem um caminho na direção da sustentabilidade de sistemas pecuários (Barcellos et al., 2008). Autores reforçam tal assertiva considerando a diversidade de ambientes e sistemas de produção, nos mais de 220 milhões de hectares de pastagens nativas e cultivadas, a importância econômica e social da pecuária bovina e seus desafios atuais e futuros para manter-se como uma atividade competitiva (Barcellos et al., 2008).

A produção orgânica bovina também vem sendo questionada, e surge como mais uma opção ao produtor. Esta prevê a criação extensiva, porém com rotação e manejo de pastagens, sem o uso de agroquímicos e de antibióticos. Esta produção no Brasil ainda é pequena e mais difícil de ocorrer em larga escala em função das restrições de uso de suplementos, medicamentos e outros insumos (Focus, 2010).

Outra alternativa sustentável apontada por pesquisadores é o pastoreio racional Voisin, onde conceitua-se em um sistema de manejo que respeita tanto a fisiologia das pastagens quanto os requerimentos nutricionais dos bovinos que delas se alimentam (Castagna et al., 2008).

A partir desse método surge outro conceito adotado por pesquisadores que se refere às pastagens ecológicas. Há resultados que reforçam a afirmativa que essa tecnologia possibilita uma pastagem auto-sustentável e com uma produtividade pelo menos o dobro daquela alcançada com uso dos métodos tradicionais (monocultura de capim e pastoreio contínuo) na mesma área (Melado, 2002).

Segundo Vila (2010) existe um leque de alternativas que podem aprimorar significativamente a produção bovina em todos os seus aspectos, permitindo real sustentabilidade da pecuária de corte, sendo: continuação da melhoria da genética do rebanho nacional, apoio financeiro para a recuperação do pasto degradado, intensificação do pastejo rotacionado e do confinamento estratégico, difusão do conhecimento sobre as Boas Práticas Agropecuárias, integração de lavoura e pecuária e integrados aos sistemas silvipastoris e valorização do produtor rural perante a sociedade urbana.

O importante é sempre ter em mente que para se alcançar produção sustentável na bovinocultura corte é imprescindível que haja um equilíbrio entre os animais e o meio ambiente que estes se encontram, sem que ocorra a redução na obtenção do lucro da atividade. O conhecimento sobre as ferramentas existentes e a aplicação correta destes na produção é essencial para o sucesso da sustentabilidade almejada.

2.2.1 Pastoreio Racional Voisin (PRV)

O manejo passa a ser o principal fator a ser utilizado na manutenção e perenidade dos pastos, e, por consequência para a condução dos animais em pastoreio quando o enfoque é a sustentabilidade (Lenzi, 2012).

Segundo Sorio (2008), a adoção de medidas relativamente simples com grande impacto administrativo, como a implantação do método Voisin, pode criar uma base para dar sustentabilidade ao processo de produção pecuária.

Castagna et al. (2008) relatam que esse sistema segue algumas leis, sendo as quais:

- Lei do repouso – período entre dois cortes sucessivos que será, variável de acordo com a espécie vegetal, estação do ano, condições climáticas, fertilidade do solo e demais fatores ambientais, possibilitando tempo suficiente para permitir ao pasto armazenar as reservas necessárias para um rebrote vigoroso e realizar sua labareda de crescimento, isto é, a grande produção de pasto por dia e por hectare.
- Lei da ocupação – indica o tempo total de ocupação de uma parcela deve ser suficientemente curto para que o pasto, cortado no primeiro dia (ou no começo) do tempo de ocupação, não seja cortado novamente pelos animais antes que estes deixem a parcela.
- Lei do rendimento máximo - é necessário ajudar os animais de exigências alimentares mais elevadas para que possam colher mais quantidade de pasto e que este seja da melhor qualidade possível.
- Lei do rendimento regular - neste caso, os rendimentos serão máximos se o animal não permanecer por mais de um dia na mesma parcela.

Uma das características marcantes dessa técnica e que particulariza em relação a outros sistemas de pastoreio rotativo, é a observação da variação do tempo de repouso de acordo com a velocidade de recuperação da planta. Assim, na época chuvosa e quente os tempos de repouso são menores do que na estação seca e fria e, nunca se utilizam tempos fixos de ocupação e de descanso da pastagem (Sorio, 2008).

A ausência de movimentação do solo, do emprego de fertilizantes de síntese química, de agrotóxicos e a aplicação dialética de princípios harmônicos com a natureza resultam em processo produtivo com alta qualidade ambiental. Seja pela formação do ácido carbônico, seja pela ausência da aração e gradagem, seja pela maior captação de dióxido de carbono através da intensificação da fotossíntese; seja pela menor emissão de metano, própria dos ruminantes, mas minimizada pela menor idade de abate ou, seja porque a biomassa gerada é o grande reservatório de carbono na superfície, por tudo isto, o PRV resulta em alta proteção ambiental (Castagna et al., 2008).

Ademais, a pastagem manejada sem aração ou qualquer outra agressão ao solo sequestra muito maior quantidade de carbono do que as emissões provenientes da fermentação ruminal (Castagna et al., 2008). Essa afirmativa é válida não somente para o PRV como também

para qualquer criação bovina na qual as pastagens e o solo são bem manejados. No entanto, Castagna et al. (2008) ressaltam que de todas as atividades agrícolas, o Pastoreio Voisin é o processo que promove o maior sequestro de carbono.

Machado (2007) propôs a elaboração de um projeto de terminação de novilhos de corte em sistema de pastoreio Voisin no município de São Sepé - MS. Esse autor acredita que a obediência das diretrizes gerais do PRV, permitirá ao produtor a obtenção de rendimento máximo, sem agressão ao meio ambiente e com um balanço ambiental positivo.

2.2.2 Intercepção luminosa otimizando tempo de repouso de diferentes espécies forrageiras.

Hoje já temos metodologias para indicar tempos ótimos de repouso para as diferentes espécies forrageiras, como a intercepção luminosa. Quando as folhas da planta captam 95% da luz solar que incide sobre elas, tem-se o máximo rendimento forrageiro e animal. Para empregar esta tecnologia sem os equipamentos de medição da intercepção, empregou-se a altura de entrada na pastagem onde era alcançado os níveis desejados, isso na EMBRAPA Gado de Corte, os pesquisadores desenvolveram uma régua de manejo de pasto que tem grande relação entre altura e intercepção luminosa realizada pelas folhas do dossel forrageiro (Aguiar, 2012).

Wilson et al. (1961) e Donald (1961) encontraram redução no acúmulo total de forragem dos pastos quando eram desfolhados com menos de 95% de intercepção da luz incidente. Quase três décadas após, Parsons & Penning (1988) e Parsons et al. (1988) demonstraram que o ponto ótimo para interrupção da rebrotação de pastos submetidos a regimes de corte seria, realmente aquele em que a taxa média de acúmulo de forragem seria máxima.

Após o pastejo e a saída dos animais dos piquetes, começa a rebrota do pasto com o objetivo de refazer sua área foliar, interceptar luz e crescer novamente, tendo o acúmulo de nova quantidade de forragem para ser utilizada no pastejo seguinte (Da Silva, 2009).

Inicialmente as principais produções de MS são de folhas, tendo um pequeno acúmulo de colmo (talos) e material morto. Na atual fase, a planta prioriza refazer sua área foliar tendo como objetivo maximizar a intercepção da luz solar incidente por meio do



componente mais eficiente que possui, as folhas. Pelo fato de o pasto encontrar-se “aberto” após pastejo, praticamente não há competição por luz e a planta prioriza a produção de folhas. Esse processo é mantido dessa maneira até que aumente a massa de forragem e se inicie a sobreposição de folhas sombreando umas as outras, especialmente aquelas mais posicionadas próximo ao solo. Esse ponto é quando 95% de toda a luz incidente é interceptada (Carnevalli, 2003).

2.2.3 Sistema Agrosilvipastoril (SASP), Sistema Agropastoril (SAP) e Sistema Silvipastoril (SSP)

O sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou Agrossilvipastoril interliga o conhecimento científico à ecofisiologia das espécies vegetais, e sua interação com a fauna e flora. Este está inserido dentro dos Sistemas Agroflorestais, e é proposto como uma opção sustentável entre as atividades agrícolas no mundo (Oliveira et al., 2010).

Gomes et al. (2010) ressaltam que nesse sistema a pastagem só poderá ser liberada para o gado quando o componente arbóreo apresentar porte adequado, para evitar danos por animais. Estes autores, ainda destacam que a forragem produzida até a entrada dos animais na área pode ser colhida e fornecida no cocho, ou então, conservada através de silagem e fenação, ou, pastejada por animais de pequeno porte. No agrosilvipastoril as lavouras para silagem podem ser a solução para esperar o componente arbóreo tomar tamanho ideal para manejo com animais na área.

Para Santos et al. (2010) com a adoção de SASP, a introdução de árvores na pastagem reduz a erosão, melhora a conservação de rios, córregos e nascentes, captura e fixa carbono e nitrogênio, melhora a qualidade do pasto e proporciona conforto térmico aos animais, com melhoria na produção de carne. A redução do calor por meio da sombra das árvores pode promover aumento da estação de pastejo, maior ganho de peso dos animais, aumento na taxa de reprodução (puberdade mais precoce, menor perda de embriões, regularização do período fértil) e maiores chances de sobrevivência de bezerros (Santos et al., 2010).

Oliveira et al. (2010) relatam que a ILPF aliada a práticas conservacionistas como o plantio direto (SPD) é uma alternativa econômica e sustentável para recuperar áreas de pastagens degradadas. Segundo Lal (1991) citado por Oliveira et al. (2010), quando se combinam

espécies anuais e perenes ocorre um efeito sinérgico na produtividade e nas condições do solo, refletindo na utilização mais eficiente dos nutrientes disponíveis, com redução nos riscos econômicos, frequentemente constatados na exploração isolada das espécies.

Já Guimarães Júnior et al. (2010) destacam os resultados econômicos encontrados por Martha Júnior et al. (2007), onde, na comparação por simulação de desempenho econômico para as fases de recria e engorda, em diferentes sistemas de produção na região do cerrado, o custo fixo na ILP para a produção de uma arroba de carne, foi quase cinco vezes menor ao verificado para pecuária desenvolvida a pasto com baixa tecnologia. Os dados de desempenho econômico projetados para esse trabalho encontram-se na Tabela 1:

Com o desenvolvimento do Sistema Silvipastoril (SSP), visando a integração da pecuária e cultivo da essência florestal mogno africano (*Khaya ivorensis*), foi desenvolvido um trabalho em pastagem de *Brachiaria humidicola*, onde foram engordados 160 bovinos nelorados, em cerca de 55 ha. A pressão de pastejo variou de 1,50 a 2,40 UA/ha e o ganho de peso médio por animal foi de 0,564 kg/dia. O ganho de peso dos animais e a taxa de lotação da pastagem suplantaram os observados em sistemas tradicionais. Os pesquisadores observaram rápido crescimento da planta e excelente desenvolvimento de copa, com apenas cerca de três anos de plantio a campo, o que já favorece o conforto animal, com conseqüente melhoria na produtividade do sistema de produção (Costa et al., 2008).

Garcia et al. (2009) avaliaram o desempenho de bovinos de corte em sistemas silvipastoris como alternativa tecnológica para intensificação da produção no estado do Pará. Os resultados encontrados por esses autores sugerem que o uso de sistemas silvipastoris, principalmente com uso de *Panicum maximum* (cv Mombaça), constitui alternativa tecnológica viável, quanto a seus aspectos produtivos, para a produção sustentável de bovinos. Ao final dos ciclos de pastejo, o ganho de peso médio diário dos animais em capim quicuiu foi de $0,87 \pm 0,19$ kg/dia e para o Sistema com o panicum Mombaça foi de $1,00 \pm 0,21$ kg/dia, indicando que os animais do Sistema Mombaça apresentaram maiores ganhos de peso ao longo do experimento.

A Tabela 2 ilustra a sequência de culturas, consórcios e pastagens, em cada módulo da unidade experimental

Tabela 1 - Desempenho econômico projetado para recria e engorda, praticada em diferentes sistemas de produção na região do cerrado

INDICADORES	PASTO DEGRADADO	PECUÁRIA - BAIXA TECNOLOGIA	PECUÁRIA ILP
Ganho de peso vivo (@/cab.ano)	4,25	4,90	4,99
Taxa de Lotação (UA/há/ano)	0,46	0,80	3,01
Produtividade (@/há/ano)	2,56	4,96	17,40
Margem bruta (R\$/há/ano)	6,88	102,61	468,36
Margem líquida (R\$/há/ano)	-78,67	17,06	358,33
Custo operacional (R\$/cab./mês)	34,33	27,13	17,10
Custo fixo (R\$/@)	7,67	4,59	1,56

Fonte: Adaptado de Martha Jr et al. (2007) citado por Guimarães Jr et al. (2010).

Tabela 2 - Módulo de Unidade de Referência Tecnológica em Integração Lavou Pecuária na Fazenda Certeza em Querênoia, Mato Grosso do Sul

Safras	1	2	3	4	5
2007/2008	Soja	Soja Milho + <i>Brachiaria ruziziensis</i>	Soja	Arroz (Plantio Direto)	Milheto + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu cv. Piatã + Estilosantes
2008/2009	Girassol + <i>Brachiaria ruziziensis</i> Arroz (Preparo convencional)	Soja	Milho + <i>Brachiaria ruziziensis</i>	Sorgo + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu cv. Piatã	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu cv. Piatã
			Soja	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu cv. Piatã	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu cv. Piatã
2009	Milheto + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	Milho + <i>Brachiaria ruziziensis</i>	Milho + <i>Brachiaria ruziziensis</i>	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu cv. Piatã	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu cv. Piatã
2009/2010	<i>Brachiaria brizantha</i> . Piatã	Soja	Arroz (Plantio direto)	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu cv. Piatã	Soja
Safras	1	2	3	4	5
2010	<i>Brachiaria brizantha</i> . Piatã	Milho + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	Sorgo + <i>Brachiaria ruziziensis</i>	<i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu cv. Piatã	Milheto + <i>Brachiaria ruziziensis</i>
2010/2011	<i>Brachiaria brizantha</i> .	Milho + <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Piatã	Soja	Soja	Arroz (Plantio direto)

Fonte: Franchini et al. (2010).

(URT) adotada por Franchini et al. (2010), em função dos anos agrícolas, na condução de um sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP).

Após dois anos de implantação de ILP, Franchini et al. (2010) observaram alterações na fertilidade do solo. Módulos ocupados com pastagem *Brachiaria*

brizantha apresentaram menores teores de cálcio (Ca), possivelmente em função da exportação do nutriente na carcaça dos bovinos.

Foi verificado no trabalho descrito acima que a soja teve um importante papel no desenvolvimento da ILP como cultura de alto valor de mercado, e do



ponto de vista ambiental, como uma leguminosa que fixa nitrogênio e participa da melhoria da fertilidade do sistema produtivo, contribuindo para a sustentabilidade do sistema. Verificou-se ainda, a elevação dos níveis de matéria orgânica (MO) e melhoria da qualidade física do solo com a introdução das pastagens em áreas agrícolas, demonstrando que, a ILP tem potencial para reduzir o impacto ambiental das atividades produtivas, reduzindo as emissões dos gases do efeito estufa, dando maior estabilidade à produção das culturas anuais e melhorando o aproveitamento da água e nutrientes (Franchini et al., 2010).

Silva et al. (2011) apresentam resultados (Tabela 3) encontrados na literatura científica referente a produtividade animal, em kg/ha de peso vivo, e período de pastejo, em diferentes pastagens em sistemas de integração da lavoura e pecuária de corte nas terras baixas do Bioma Pampa (Tabela 3).

É importante salientar que o manejo das forragens é o ponto chave na proposta de Integração Lavoura-Pecuária, e é necessário entender o funcionamento do crescimento vegetal e como as práticas de manejo afetam esse processo. O princípio básico do sucesso de qualquer sistema de produção animal em ILP é a obtenção do equilíbrio entre a produção de forragem e a demanda por alimentos pelos animais (Silva et al., 2011).

2.2.4. Produção orgânica

O sistema orgânico de produção de carne bovina é aquele no qual são adotadas tecnologias que façam uso sustentável dos recursos produtivos, onde há preservação e ampliação da biodiversidade do ecossistema local, conservação do solo, água e ar (Resende; Signoretti, 2005).

Sabe-se que para comercialização da carne bovina orgânica ou seus derivados sob selo orgânico, os mesmos devem ser produzidos em unidades de produção orgânica, seguindo rigorosamente todas as normas técnicas determinadas por uma empresa de certificação credenciada junto ao Poder Público (Resende; Signoretti, 2005).

Resende e Signoretti (2005) descrevem alguns princípios da produção orgânica de bovinos:

- A criação animal deve contribuir para cobrir a demanda de adubo animal da atividade agrícola da propriedade, criando uma relação solo-planta-animal de reciclagem.
- Deve haver sustentabilidade entre produção animal e produção de seus alimentos.
- Na combinação do uso de leguminosas, forragens e esterco, cria-se uma relação entre agricultura e pecuária que permitirá sistemas de pastagem e agricultura favoráveis à conservação e melhoria da fertilidade do solo a longo prazo.
- Em propriedades que estão se convertendo para o sistema orgânico e desejam iniciar a atividade de pecuária, as áreas de produção de forragem, pastagem e os animais comprados de qualquer origem que ainda não seja certificada poderão passar pela sua conversão simultaneamente, de acordo com os períodos estipulados, sendo que os bovinos, para produção de carne, devem passar no mínimo $\frac{3}{4}$ de sua vida em sistema orgânico, sendo que o período absoluto mínimo é de 12 meses
- Transplantes de embrião e o uso de animais geneticamente modificados através de engenharia genética são proibidos.

Tabela 3 - Produtividade animal, em kg/ha de peso vivo, e período de pastejo, em diferentes pastagens em sistemas de integração da lavoura e pecuária de corte nas terras baixas do Bioma Pampa

SISTEMA DE FORRAGEAMENTO	PRODUTIVIDADE ANIMAL* (KG/HA DE GANHO DE PESO VIVO)	PERÍODO DE PASTEJO (DIAS)
Pastejo em resteva de arroz	45-65	45-60
Resteva + pastagem de inverno com baixo nível de adubação	180-250	90-110
Azevém anual + 90 kg/há de N + adubação de base + calagem	500-600	130-150
Azevém anual + leguminosas com fertilidade corrigida	480-650	120-140
Azavém anual + leguminosas + água com fertilidade corrigida	780-1100	140-300

Fonte: Silva et al. (2011).

- Os bezerros de corte adquiridos de outras propriedades deverão nascer em áreas certificadas orgânicas e de matrizes introduzidas no sistema orgânico pelo menos três meses antes de seu nascimento.
- A compra de animais para renovação de rebanho (matrizes) será autorizada até no máximo 10% do rebanho para bovinos. Porcentagens maiores serão autorizadas conforme o caso quando ocorrer catástrofe climática, expansão de lotes, introdução de um tipo diferente de manejo.
- Em toda criação, deve-se considerar as necessidades do animal em relação a espaço, movimentação, aeração, proteção contra o excesso de luz solar direta, acesso à água e forragem e comportamento próprio da espécie, para evitar o estresse.
- Mutilações somente serão permitidas para mochação em animais jovens. Castrações também somente serão permitidas em animais jovens.
- As áreas de pastagem deverão ser manejadas de maneira a permitir uma rotação que viabilize a sua recuperação.
- A reprodução dos animais deverá ser natural. Inseminação artificial é permitida.
- A alimentação dos animais deverá ser orgânica.
- A ingestão máxima de alimentos convencionais durante todo o ano não deve ultrapassar 10% do total da matéria seca fornecida. Pode-se concentrar o fornecimento destes alimentos não orgânicos em alguns períodos, desde que nunca ultrapassem 25% do total ingerido no dia, e 10%, em média, ao ano.
- A aplicação e uso de medicamentos veterinários no manejo orgânico seguem os seguintes princípios: a) uso de produtos fitoterápicos, homeopáticos, acupuntura e minerais prioritariamente; b) caso a doença ou problema não tenha solução, poderão ser aplicados medicamentos sintéticos ou antibióticos, sempre com acompanhamento do veterinário responsável; c) o uso preventivo de medicamentos sintéticos alopáticos ou de antibióticos é proibido; d) o uso de hormônios para indução de cio ou para estimular produtividade, além dos promotores de crescimento como antibióticos e coccidiostáticos, são proibidos; e) vacinas obrigatórias por lei são permitidas. Vacinas profiláticas também são permitidas se as doenças estiverem ocorrendo na região de forma endêmica ou epidêmica; f) não é permitida a indução

ao parto, exceto se aplicado a animais especificamente por razões médicas ou por recomendação do veterinário.

Sampaio (2007) avaliou sistemas de produção de bovinos de corte em manejo orgânico. Esse pesquisador estudou três tratamentos, sendo S1 pastejo intermitente de capim-Marandu com banco de proteína de 30% da área do piquete durante a seca, S2 pastejo intermitente de capim-Marandu com suplemento proteico na quantidade de 0,5% do peso vivo no período da seca e S3 mantidos em pastejo intermitente de capim-Marandu. Neste estudo, os animais com acesso ao banco de proteína tiveram melhor desempenho sendo os ganhos médios 0,376; 0,298 e 0,138 kg/dia para os sistemas 1, 2 e 3 respectivamente. A Imagem 2 ilustra a variação no peso vivo dos animais criados em sistema orgânico no período da seca.

Melado (2002) aponta como possibilidade para a produção do boi orgânico a utilização de “pastagens ecológicas”. Segundo esse autor, em função do alto equilíbrio ecológico que pode ser alcançado, a pastagem ecológica facilita o controle biológico das principais pragas do pasto e do gado, dispensando ou minimizando o uso de tratamentos convencionais, o que a torna a opção mais aconselhável para a Pecuária Orgânica.

O conceito de Pastagem Ecológica pode ser generalizado para qualquer pastagem que apresente diversidade de forrageiras; arborização adequada, manejo

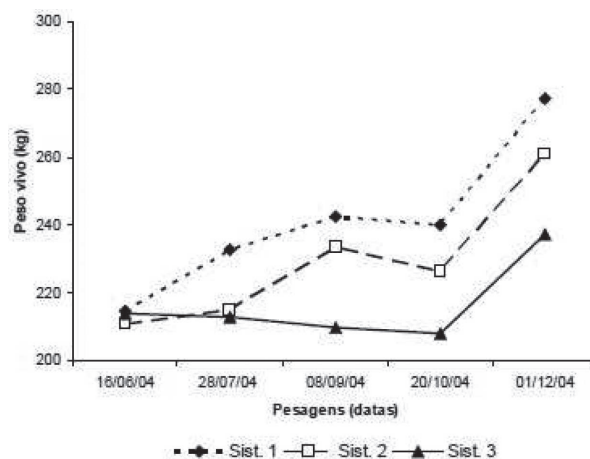


Imagem 2 - Variação no peso vivo dos animais criados em sistema orgânico no período da seca.

Fonte: Sampaio (2007). Sistema 1: pastejo inteiramente de capim-Marandu com banco de proteína de 30% da área do piquete durante a seca; Sistema 2: pastejo inteiramente de capim-Marandu com suplemento proteico na quantidade de 0,5 do peso vivo no período da seca; Sistema 3: pastejo inteiramente de capim-Marandu.



com o Sistema de Pastoreio Racional Voisin, com eliminação do uso de fogo, de adubos químicos, herbicidas e roçadas sistemáticas. Com o atendimento dessas condições, toda pastagem pode se converter em pastagem ecológica, no curso de poucos anos (Melado, 2002).

3. CONCLUSÃO

Para o desenvolvimento regional sustentável e condução dessas tecnologias até o campo, torna-se necessário que a pesquisa atue juntamente à extensionistas rurais e produtores, de forma harmônica.

Poucos são os estudos referentes a alguns sistemas tidos como sustentáveis, como o sistema Voisin, onde se verifica várias recomendações, mas poucos dados científicos da sua aplicação no campo em diferentes condições. Mais estudos são necessários no ramo da produção animal sustentável, buscando assegurar maiores índices de produtividade e rentabilidade do sistema.

Para garantir a sustentabilidade do sistema de produção é essencial o conhecimento das tecnologias disponíveis e a escolha correta em função do objetivo que se almeja alcançar. A administração da atividade é fundamental para o seu sucesso.

A escolha de animais adaptados ao clima, o melhoramento genético constante, a utilização de forragens produtivas, melhores condições de ambiência e bem-estar animal, o manejo correto dos sistemas, são medidas essenciais para o sucesso de qualquer produção e, conseqüentemente, para a sustentabilidade da pecuária e do ambiente.

É possível produzir carne e leite, sem promover danos severos ao meio ambiente.

4. LITERATURA CITADA

AGUIAR, D. Indicador seguro - RÉGUA DE MANEJO DE PASTAGEM VAI FACILITAR A VIDA DO PRODUTOR DE GADO. In: **A Lavoura**. NO 692/2012 61 EMBRAPA GADO DE CORTE. 2012.

AMORMINO, T.C.F. **Produção Animal: Alternativas sustentáveis frente as ameaças do aquecimento global**. São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.cienciaanimal.ufpa.br/CA_selecao/M/2010/biblio/Prod/geral/amormino_producao.pdf> Acessado em: 25 de fev de 2016.

BARCELLOS, A.O.; RAMOS, A.K.B.; VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G.B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.51-67, 2008.

BARIONI, L. G.; LIMA, M.A.; ZEN, S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FERREIRA, A. C. A **baseline projection of methane emissions by the Brazilian beef sector: preliminary results**. In: GREENHOUSE GASES AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 2007. Rtgqggfkipiu È Christchurch, New Zealand, 2007. p. xxxii-xxxiii.

BERNDT, A. Impacto da pecuária de corte brasileira sobre os gases do efeito estufa. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7, 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2010. p.121-148.

BOYAZOGLU, J.; NARDONE, A. The relationship between environment and animal production. **Arch. Latinoam. Prod. Anim.**, v.11, n.1, p.57-64, 2003.

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitentes**. 2003. 136 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CASTAGNA, A.A.; ARONOVICH, M.; RODRIGUES, E. **Pastoreio Racional Voisin: manejo agroecológico de pastagens**. Programa Rio Rural. Manual Técnico 10, 2008. 33f.

COSTA, N.A; NAHÚM, B.S.; GARCIA, A.R.; LOURENÇO JUNIOR, J.B.; SILVA, A.S.; MARTINS, M.M. Utilização de sistemas Silvopastoris para produção sustentável de bovinos de corte em áreas alteradas da Amazônia Oriental. In: V Congresso Nordeste de produção animal, Aracajú-SE. **Anais...** p.1-3, 2008.



- CAVALCANTI, C. Sustentabilidade da economia: paradigmas alternativos de realização econômica. In: _____ (org.) **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez, p.153-176, 2003.
- DA SILVA, S.C. Conceitos básicos sobre sistemas de produção animal em pasto. In: INTENSIFICAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTO, 25., 2009, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 2009. p.7-36.
- DONALD, C.M. Competition for light in crops and pastures. In: Milthorpe, F.L. **Mechanisms in biological competition**. University Press, Cambridge, p.283-313. 1961. (Symposium of the Society for Experimental Biology, 15).
- ESTEVES, S.N.; BERNARDI, A.C.C.; VINHOLIS M.M.; PRIMAVESI, O. **Estimativas da emissão de metano por bovinos criados em sistema de integração lavoura-pecuária em São Carlos, SP**. São Carlos: EMBRAPA. 2010. 7p. (Circular Técnica 65)
- FRANCHINI, J.C.; DEBLASI, H.; WRUCK, F.J.; SKORUPA, L.A.; WINK, N.N.; GULSOLPHI, I.J.; CAUMO, A.L.; HATORI, T. **Integração Lavoura-Pecuária: Alternativa para diversificação e redução do impacto ambiental do sistema produtivo no Vale do rio Xingu**. Circular Técnica 77, EMBRAPA, p.1-20, 2010.
- FOCUS / VISÃO BRASIL. **Pecuária bovina no Brasil: maior produtividade com menor impacto socioambiental**. 2010. Disponível em: <www.visaobrasil.org>. Acessado em: 20 abr. 2012.
- GARCIA, A.R.; ALVAREZ, W.F.M.; COSTA, N.M.; NAHÚM, B.S.; QUINZEIRO NETO, T.; CASTRO, S.R.S. Avaliação do desempenho de bovinos de corte criados em sistema Silvopastoris no estado do Pará. **Amazônia: Ci. & Desenv.**, Belém, v.4, n.8, jan./jun. 2009.
- GARDINI, A. de O; AZEVEDO, de B. D; MATIAS, A. de J.M. Programas e práticas sustentáveis na bovinocultura de corte de Mato Grosso do Sul: Caminhos para a consolidação de uma bovinocultura sustentável. **Revista de Administração e Sustentabilidade**, v.4, n.1 p.1-18. 2014
- GOMES, R.J.; FERREIRA, L.R.; OLIVEIRA NETO, S.N.; REIS, W.F. A Integração Lavoura-Pecuária-Floresta em pequenas propriedades: a experiência na Zona da Mata Mineira. In: Simpósio de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Alternativa para a produção sustentável nos trópicos. **Anais...** p.27-37, 2010.
- GUIMARÃES JUNIOR, R.; MARCHÃO, R.L.; PULROLNIK, K.; VILELA, L.; PEREIRA, L.G.R. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Uma alternativa para a produção animal sustentável. In: Simpósio de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Alternativa para a produção sustentável nos trópicos. **Anais...** p.49-64, 2010.
- HAMMOND, K.L.; MUETZEL, S.; WAGHORN, G.C.; PINARES-PATINO, C.S.; BURKE, J. L.; HOSKIN, S.O. The variation in methane emissions from sheep and cattle is not explained by the chemical composition of ryegrass. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v.69, p.174-178, 2008.
- IBGE, PPM 2014: **rebanho bovino alcança 212,3 milhões de cabeças**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acessado em: 18 abr. 16.
- KHATOUNIAN, C.A. Problemas usuais para o manejo sustentável de agroecossistemas no Centro-Sul do Brasil. In: INFOCOS - CRESOL. (Org.). **Gestão da unidade de produção e vida familiar**. Francisco Beltrão: Grafisul, v.10, p.81-111, 2009. Disponível em:<http://www.agroecologia.pro.br/arquivos/nesus/problemas_usuais_agroecossistemas_khatounian.pdf>. Acessado em: 20 abr. 2012.
- LAL, R. Myths and scientific realities of agroforestry as a strategy for sustainable management for soils in the tropics. **Advances in Soil Science**, v.15, p.91-137, 1991.
- LENZI, A. Fundamentos do pastoreio racional voisin. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.1, n.7, p.2-3, 2012.
- MACHADO, M.E. **Fazenda Querência: estudo para implantação de projeto de terminação de novilhos no sistema de pastoreio Voisin**. Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Santa Catarina, 73f., 2007.



- MARTHA JUNIOR, G.B.; VILELA, L.; MACIEL, G.A. A prática da integração Lavoura-Pecuária como ferramenta de sustentabilidade econômica na exploração pecuária. In: VI Simpósio de Forragicultura e Pastagens. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, p.367-392, 2007.
- MELADO, J. Pastagens ecológicas: o habitat natural do bovino orgânico. In: I Conferência Virtual Global sobre Produção Orgânica de Bovinos de Corte. **Anais...** p.1-14, 2002.
- MENDES, L.R.; FERNANDES, R.C.; PIRES JÚNIOR, O.S. Ambiência animal aplicada a produção/reprodução de bovinos nos trópicos. In: Simpósio de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Alternativa para a produção sustentável nos trópicos. **Anais...** p.101-112, 2010.
- NETO, A.C.E.; SUZIGAN, D.M. **Sustentabilidade na pecuária de corte**. IEPEC, 2009. Disponível em: <<http://gadodecorte.iepec.com/noticia/sustentabilidade-na-pecuaria-de-corte>>. Acesso em: 18 de abril 2016.
- NOORAEE, S.E.; ALIMON, A.R.; HO, Y.W. et al. Characterization of *Kluyveromyces marxianus* as a potential feed additive for ruminants. **Letters Applied Microbiology**, v.50, p.578-584, 2010.
- OLIVEIRA, F.L.R.; LAZO, J.A.; SANTOS, L.D.T.; MACHADO, V.D.; SANTOS, M.V. Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Conceitos, Componentes e Possibilidades. In: Simpósio de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Alternativa para a produção sustentável nos trópicos. **Anais...** p.9-25, 2010.
- OLIVEIRA, P.P.A. PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J.C. de; SILVA, S.C.da; FARIA, V. P. de. Recuperação e reforma de pastagens. In: (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 24. 2007, Piracicaba. **Anais...** p.39-73, 2007
- OLIVEIRA, P.P.A. Emissão de gases nas atividades pecuárias. In: II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais, 2011. Foz do Iguaçu - PR Volume I – Palestras 69. **Anais...** p.5-7, 2011
- PEDREIRA, M.S. **Estimativa da produção de metano de origem ruminal por bovinos tendo como base a utilização de alimentos volumosos: utilização da metodologia do gás traçador hexafluoreto de enxofre (SF6)**. 2004. 136p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2004.
- PEREIRA, V.V; MANGUALDE, M.R; SBRISSIA, F.G. Práticas sustentáveis na bovinocultura de corte brasileira. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**. v.1, n.2, p.2-5, 2011.
- RESENDE, F.D.; SIGNORETTI, R.D. Sistema orgânico de produção de carne bovina. **Pesquisa & Tecnologia**, v.2, n.5, 2005.
- RODRÍGUEZ, Noberto Mario; CAMPOS, Warley Efrem. **Produção de metano em ruminantes**. Palestra proferida no I Simpósio Nacional sobre Produção Animal e Ambiente – “Em busca de sistemas sustentáveis” – da Escola de Veterinária da UFMG. Belo Horizonte, 2007.
- SAMPAIO, R.L. **Avaliação de sistemas de produção de bovinos de corte em manejo orgânico**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. 102f. 2007.
- SANTOS, M.V.; MACHADO, V.D.; SANTOS, L.D.T. **Uso da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na recuperação de pastagens degradadas**. In: Simpósio de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Alternativa para a produção sustentável nos trópicos. **Anais...** p.73-84, 2010.
- SILVA, J.L.S.; THEISEN, G; BORTOLONI, F. Planejamento de uso das áreas em integração lavourapecuária. **Synergismus scyentifica**, UTFPR , v.6, n.2, p.1-10, 2011.
- SORIO, A. Sustentabilidade nos sistemas de produção de bovinos: Visão administrativa sobre o método Voisin. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, n.3, 2008.
- TRECENTI, R. Experiências no desenvolvimento da ILPF no cerrado. In: Simpósio de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: Alternativa para a produção sustentável nos trópicos. **Anais...** p.65-71, 2010.

VILA, F. Sustentabilidade econômica e ambiental da pecuária: Uma abordagem sistêmica. In: AMAZONPEC. **Anais...** p.1-14, 2010.

WILSON, D.B.; McGUIRE, W.S. Effects of clipping and nitrogen on competition between three pasture species. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 41, p. 631-642, 1961.

Recebido para publicação em 28/11/2016 e aprovado em 30/12/2016

