

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 02
Volume 6 - Number 02**

**Junho - 2016
june - 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 semestral (Julho 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 do Volume 6, Número 2, Ano 2016, da Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS) / BRAZILIAN JOURNAL OF SUSTAINABLE AGRICULTURE (BJS):

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.ufv.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 02	Junho	2016
<i>Volume 06</i>	<i>Number 02</i>	<i>June</i>	<i>2016</i>

Sumário
Summary

Aspectos sanitários e de manejo em criações de caprinos leiteiros produzidos na comunidade de Caroá, Distrito de Rajada, Petrolina-PE (*Sanitary and management aspects in dairy goats creation produced in the community of Caroá, District of Rajada, Petrolina-PE.*) Benedito Ribeiro Rodrigues, Maria Cláudia Soares Cruz Coelho, Marcelo Iran de Souza Coelho.9

Crescimento e produtividade do girassol sob doses de nitrogênio e fósforo (*Growth and productivity in sunflower under nitrogen doses and phosphorus*) Leonardo Eufrázio Soares, João Virgínio Emerenciano Neto, Gualter Guenther Costa da Silva, Ermelinda Maria Mota de Oliveira, Márcio Gleybson da Silva Bezerra, Thomas Jefferson Alves dos Santos, Gelson dos Santos Difante 19

Estimativa do tamanho mínimo de rebanho suíno para a implementação de sistema de geração de energia elétrica de 35 kWh, 150 kWh, 275 kWh e 590 kWh, usando biogás como combustível para grupos geradores (*Estimate of the minimum size of a swine herd for the implementation of electric power generation*) Diego Augusto Gonzaga, Rúben Christian Barbosa26

Inclusión y acumulación de Na⁺ en diferentes órganos de la variedad de trigo Cuba-C-204 como respuesta al estrés salino (*Inclusion and accumulation Na⁺ in different organs of wheat variety Cuba-C-204 in response to salt stress*) Leandris Argente, Jaime Garatuza Payán, Enrico Yépez González, Jorge González Aguilera 33

Influência da adubação orgânica sobre a classificação e aparência dos frutos de maracujazeiro-amarelo (*Influence of organic fertilization on classification and appearance of the yellow passion fruit*) Anália Lúcia Vieira Pacheco, Mateus Francisco Pagliarini, Gerival Vieira, Gilberto Bernardo de Freitas 43

Produção de mudas e cultivo a campo de beterraba em sistema orgânico de produção (*Seedling production and cultivation beet field in organic production system*) Maristela Watthier, Magnólia Aparecida Silva da Silva, José Ernani Schwengber, Fabrizia Denise da Fonseca, Andreia Normberg 51



Uso de Redes Neurais Artificiais (RNA) do tipo Multilayer Perceptrons (MLP) modificado com processamento estatístico em paralelo para estudo do problema de classificação da origem de vinho tinto (*Use of Artificial Neural Network (ANN) - Multilayer Perceptron (MLP) - modified with a statistical parallel processing for the study of classification problem of the red wine origin*) Mauro Almeida Lima, Gilmar Gonçalves Ferreira, Luana Loren Corrêa Oliveira, Rochele Ferreira Silva Diniz, Cecília Baldoino Ferreira..... 58

Uso de fertilizantes orgânicos no cultivo de alface americana (LACTUCA SATIVA L.) 'KAISER' (*Effect of the organic fertilizer use on crisphead lettuce yield*) Maria Aparecida Nogueira Sedyama, Ivan de Paiva Barbosa Magalhães, Sanzio Mollica Vidigal, Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto, Deise Silva C. P. Cardoso, Maira Christina Marques Fonseca, Iza Paula Lopes de Carvalho..... 66

Viabilidade econômica da produção de hortaliças em sistema hidropônico em Cametá-PA (*Economic feasibility of the vegetable production in hydroponic system in the municipality of cametá, pará state*) Raimundo de Almeida Pantoja Neto, Byanca dos Santos Martins, Ivanete Cardoso Palheta, Manoel Tavares de Paula..... 80

ASPECTOS SANITÁRIOS E DE MANEJO EM CRIAÇÕES DE CAPRINOS LEITEIROS PRODUZIDOS NA COMUNIDADE DE CAROÁ, DISTRITO DE RAJADA, PETROLINA-PE¹

Benedito Ribeiro Rodrigues¹, Maria Cláudia Soares Cruz Coelho², Marcelo Iran de Souza Coelho²

RESUMO – Objetivou-se analisar os aspectos sanitários e as características zootécnicas em rebanhos de caprinos leiteiros na comunidade de Caroá, Distrito de Rajada, Petrolina-PE. Analisaram-se propriedades produtoras de leite de cabra, onde foram avaliados, através da aplicação de questionários para obtenção de informações gerais, aspectos relacionados ao perfil socioeconômico dos produtores, sanitários e zootécnicos. Verificou-se que 67% dos entrevistados possuem áreas menores que 50 hectares, os produtores possuem baixo índice de escolaridade e a mão de obra é familiar. Nenhuma propriedade possui assistência técnica veterinária e zootécnica, assim como a ausência de realização de escrituração zootécnica por parte dos produtores. A vermifugação é realizada em todas as propriedades e em todas as categorias animais. A vacinação contra a clostridiose é realizada em 67% dos criatórios, sendo que não se realiza vacinação contra raiva, ectima contagioso e linfadenite caseosa. Apesar da vermifugação, as criações apresentaram alto índice de verminose, além de linfadenite caseosa e piolhos. Todas as propriedades conservaram forragens e não há utilização das biotécnicas de reprodução, sendo a monta natural utilizada em todos os rebanhos estudados. Os resultados mostraram que a criação de caprinos leiteiros na comunidade de Caroá é desenvolvida em instalações modestas, o manejo nutricional, sanitário e reprodutivo são deficientes e as tecnologias disponíveis são pouco utilizadas, contribuindo para baixos índices de produção.

Palavra chaves: aspecto socioeconômico, caprinocultura, caracterização zoo-sanitária, enfermidades.

SANITARY AND MANAGEMENT ASPECTS IN DAIRY GOATS CREATION PRODUCED IN THE COMMUNITY OF CAROÁ, DISTRICT OF RAJADA, PETROLINA-PE

ABSTRACT - Aiming to analyze the health aspects and husbandry characteristics in herds of goats dairy in the community Caroá, District Rajada, Petrolina-PE. Analyzed six producing properties of goat's milk, which were evaluated through questionnaires to obtain general information and aspects related to the socioeconomic profile of producers, animal health and zootechnical. It was found that 67% of respondents have areas smaller than 50 hectares, farmers have low level of education and the workforce is familiar. No property has technical veterinary assistance and zootechnical, as well as the absence of conducting zootechnical bookkeeping by producers. The worming is carried out in all properties and all animal categories. Vaccination against clostridiose is performed in 67% of farms, and is not carried out vaccination against rabies, contagious ecthyma and lymphadenitis. Despite worming, the creations have a high index of worms, and caseous lymphadenitis and lice. All properties conserved forage and there is no use of reproductive biotechnologies, and the natural breeding used in all studied herds. The results showed that the creation of dairy goats in caroá community is developed in modest facilities, nutrition, health and reproductive management are deficient and the available technologies are not widely used, contributing to low production rates.

Key word: socioeconomic aspect, goat, characterization animal health, diseases.

¹ Bolsista PIBIC Jr do IF Sertão-PE, Campus Petrolina Zona Rural, Petrolina-PE.

² Professores do IF Sertão-PE, Campus Petrolina Zona Rural. mclaudiasc@ifsertao-pe.edu.br



INTRODUÇÃO

O efetivo caprino no Brasil é bastante expressivo, principalmente na região Nordeste, onde predominam as explorações extensivas, voltadas principalmente para a produção de carne, leite e pele. Esta atividade desempenha importante papel social e econômico para a região, principalmente, em pequenas propriedades, como é o caso da comunidade de Caroá, sendo uma das principais rendas daqueles produtores. Entretanto, o manejo animal caracteriza-se por ser insuficiente e inadequado, destinando-se pouca importância aos aspectos nutricionais, sanitários e reprodutivos.

Apesar do aumento da caprinocultura nos últimos tempos e do seu importante papel no contexto da pecuária brasileira (Sebrae, 2007), Ainda é precário o nível de desfrute e produtividade, pois a criação se apresenta com inúmeras ocorrências de enfermidades, com baixo preço de venda do produto e produtos com má qualidade, além de grande exigência do mercado comprador, têm contribuído para o estrangulamento da atividade (Rodrigues e Quintans, 2003).

Segundo Campos (2004), as tecnologias que fornecem altas produtividades agrícolas e pecuárias foram desenvolvidas e estão disponíveis para adoção pelos produtores rurais do País. No Nordeste, no entanto, as produtividades e níveis de aplicação e de tecnologia ainda estão aquém do ideal, tanto nas fazendas privadas quanto fora delas, refletindo, principalmente, na realidade dos pequenos criadores.

Um manejo produtivo adequado nas criações caprinas proporciona a maximização dos lucros na atividade, por permitir a obtenção de produtos e derivados de qualidade, o que implica na importância da verificação das práticas utilizadas nas propriedades que exercem essa atividade em uma determinada região (Silva et al. 2015).

O conhecimento do perfil dos produtores de caprinos é uma ferramenta importante para as tomadas de decisões por meio de iniciativas para intervenções sustentáveis a fim de facilitar o acesso dos produtores a tecnologias apropriadas para o manejo animal de forma geral na região (Lima et al., 2010).

De acordo com Bandeira et al. (2007a) a inexistência de dados socioeconômicos e de caracterização das formas de produção de caprinos tem impedido um avanço mais significativo de ações governamentais,

principalmente no que diz respeito aos programas de capacitação e de crédito. Tornando-se importante a realização de estudos sobre as condições de criação em diversas regiões e comunidades, analisando suas particularidades, podendo-se estabelecer ações que visem a melhoria dos diversos sistemas de criações de caprinos.

Neste sentido, Alencar et al. (2010), observaram que a maioria dos caprinocultores do Sertão de Pernambuco possuem instalações com piso de terra batida e descobertas e que o manejo sanitário é deficiente, em virtude do baixo nível de adoção das tecnologias disponíveis ou seus usos inadequados, dificultando a prevenção e controle de doenças.

Santos et al. (2011), verificaram que na região semiárida da Paraíba ocorre a predominância de sistemas de manejo de criação extensiva do rebanho, condições sanitárias deficientes, falta de utilização de práticas reprodutivas e uma precariedade na disponibilidade alimentar com reflexos diretos na produtividade das criações.

Resultados semelhantes foram verificados por Silva et al. (2015), onde criadores utilizam pastagem nativa como fonte de alimentação e o sistema de criação predominante é o “super-extensivo”, bem como, a realização de poucas medidas reprodutivas e presença de ectoparasitos no rebanho caprino.

De acordo com Coelho et al. (2011), os problemas diagnosticados são principalmente decorrentes de práticas de manejo inadequadas, ocasionadas por negligência pessoal e governamental, sendo fundamental qualificar os produtores e proporcionar assistência técnica, por meio de Instituições de Ensino, Pesquisa e Extensão, para que se consiga, desta forma, elevar as taxas de produtividade do rebanho.

Nesse contexto, com o presente trabalho, objetivou-se analisar as características socioeconômicas, sanitárias e produtivas dos sistemas de produção caprinos leiteiros em propriedades na comunidade de Caroá, Distrito de Rajada, Município de Petrolina-PE.

MATERIALE MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida em pequenas propriedades produtoras de leite de cabra, situadas na comunidade de Caroá, Distrito de Rajada, Município de Petrolina-PE. Foram aplicados questionários nas

seis propriedades que produzem leite de cabra nesta comunidade.

O estudo foi realizado nos meses de janeiro e fevereiro de 2016, com aplicação de questionários sanitários e zootécnicos junto aos pequenos produtores de caprinos leiteiros na comunidade de Caroá, Petrolina-PE. O questionário foi delineado para conhecer as características socioeconômicas dos produtores e os aspectos de produção, sanitários e zootécnicos. Os dados foram coletados através de entrevista direta com o proprietário ou responsável e em visitas às propriedades rurais. Durante as entrevistas foram registrados dados concernentes ao proprietário, propriedade, rebanho e manejos nutricional, sanitário e reprodutivo.

Com os resultados do presente estudo formou-se um banco de dados e após tabulação, empregou-se a análise de frequência e percentuais, gerando gráficos e figuras com o auxílio do aplicativo Microsoft Office Excel, a fim de se obter os aspectos sanitários e de manejo em criações de caprinos leiteiros. Com o levantamento dos principais problemas detectados, serão desenvolvidas, posteriormente, pela equipe envolvida, ações educativas tais como palestras e distribuição de folderes, com a finalidade de melhorar os índices produtivos e reprodutivos dos rebanhos leiteiros da comunidade em questão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio dos questionários aplicados determinou-se o perfil das criações estudadas verificando-se, conforme a Figura 1, que a maioria das propriedades apresentaram área total de até 50 hectares, corroborando com Silva et al. (2013), que ao caracterizar os sistemas de produção de leite de cabra na Paraíba, verificaram que 43 das 60 propriedades entrevistadas possuíam área com até 30 hectares. Este resultado pode ser explicado pela distribuição das terras no semiárido nordestino, onde predomina a exploração de caprinos e ovinos em pequenas propriedades.

Observa-se na Figura 2 que a área destinada à criação de caprinos representa a maior parte das propriedades. Detonando a importância social e econômica deste tipo de exploração para a região. De acordo com Silva et al. (2013), a rusticidade dos caprinos aliada a boa capacidade de adaptação às condições adversas, tem tornado a caprinocultura leiteira uma

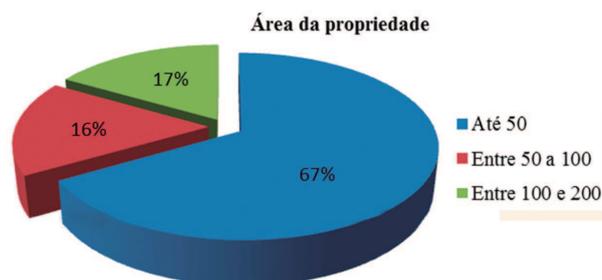


Figura 1 - Área total das propriedades em hectare.

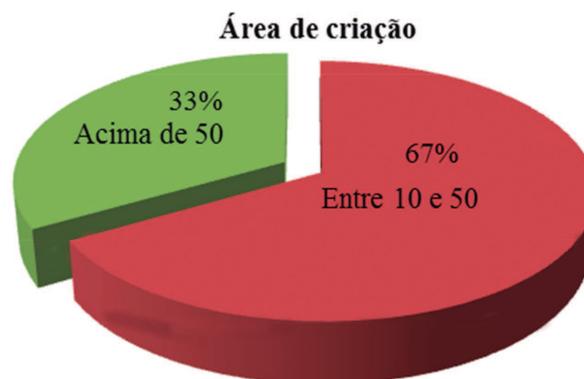


Figura 2 - Área em hectare destinada à criação de caprinos leiteiros.

atividade bastante atrativa, aumentando o interesse dos pequenos produtores na atividade.

Com relação ao nível de escolaridade dos proprietários (Figura 3) e envolvidos na atividade, observou-se que 50% não apresentam nenhum nível de escolaridade, seguidos por 33% com ensino fundamental I e 17% com ensino fundamental II. Este resultado está em concordância com os obtidos por Guimarães et al. (2006) que verificaram o grau de instrução dos caprinocultores de MG e constataram que boa parte deles possuía apenas o primeiro grau (atual fundamental I), nível de escolaridade considerado baixo. É sabido que pessoas com maior grau de escolaridade têm mais facilidade de assimilar informações e de aceitar novas tecnologias, melhorando a eficiência produtiva e econômica da atividade. A presença de analfabetos é um fator preocupante, já que geralmente impede um sistema de escrituração zootécnica eficiente (Lima et al., 2010; Bandeira et al., 2007b). Verificou-se que todos os proprietários participaram em algum momento de capacitação técnica.

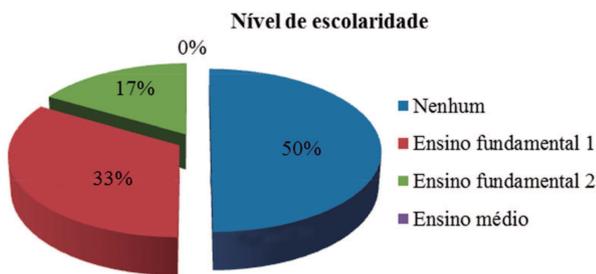


Figura 3 - Nível de escolaridade dos proprietários e envolvidos na criação.

A renda familiar variou de um a quatro salários mínimos e, constatou-se o emprego de mão-de-obra familiar, além da participação dos produtores em programas de créditos, podendo caracterizar a atividade como agricultura familiar ou de subsistência. Estes resultados estão de acordo com Lopes et al. (2008), onde relataram que 82,14% das propriedades usavam mão de obra familiar e apenas 17,85% tinham empregados com salário. Coelho et al. (2011) também verificaram que a renda familiar variava de um a três salários mínimos e apenas uma propriedade possuía trabalhador assalariado.

Verificou-se também que nenhuma das propriedades possui assistência técnica de Médicos Veterinários ou Zootecnistas, porém, já receberam ajuda especializada de Agrônomos e Técnicos em Agropecuária. Alencar et al. (2010), constataram resultados semelhantes a este trabalho, onde 93,8% dos caprinovinocultores do Sertão de Pernambuco não tem acesso à assistência técnica realizada por Médico Veterinário.

Contudo, Bandeira et al. (2007b), avaliando rebanhos caprinos na Paraíba, observaram que 93,3% dos produtores recebem alguma assistência técnica, sendo 51,8% realizadas por médicos veterinários e 28,5% por agentes de desenvolvimento rural (ADR), com predominância da assistência pública em 85,7%. Silva et al. (2015) explicam que a otimização da produção depende de uma capacitação contínua, visando um melhor aproveitamento do seu capital e o enfrentamento das adversidades ambientais, considerando sempre o saber local. Fica evidenciado a importância da extensão rural e o acesso à assistência técnica especializada para o crescimento e fortalecimento da caprinocultura leiteira da região, principalmente de órgãos governamentais.

Os dados relacionados ao sistema de criação demonstraram que 100% das propriedades adotam a forma extensiva de criação de caprinos leiteiros. Este resultado já era esperado, uma vez que no nordeste o sistema extensivo é predominante nas propriedades rurais, conforme descrevem Lopes et al (2008), Silva et al. (2011) e Coelho et al (2011), com resultados de 78,57%; 71,1% e; 73,33%, respectivamente de rebanhos criados no sistema extensivo.

Averiguou-se que 83% das propriedades têm como principal fonte de água os açudes e 33% possuem poços artesianos, porém, nenhuma fazenda possui tratamento de água. Estes dados evidenciam que existe a necessidade de utilização de tecnologias de convivência com a seca que viabilize a captação e o armazenamento da água durante o período das chuvas, uma vez que o nordeste brasileiro sofre com as longas estiagens e consequentes secas, afetando negativamente os índices produtivos dos rebanhos. Resultados semelhantes foram demonstrados por Alencar et al. (2010), onde poços e/ou açudes constituem o principal meio utilizado para captar e reservar a água utilizada na produção e, em apenas 3,4% a água sofre algum processo de tratamento.

A frequência das atividades de manejo geral nas propriedades produtores de leite de cabra na comunidade de Caroá, Petrolina-PE encontra-se na Tabela 1. Nota-se que nenhum dos proprietários realiza algum tipo de anotação, isso pode estar relacionado à baixa escolaridade, tornando-se um fator preocupante, uma vez que, pode impedir um sistema de escrituração zootécnica eficiente (Bandeira et al., 2007a; Lima et al., 2010). Coelho et al. (2011) observaram que apenas um produtor realizava algum tipo de anotação, mesmo assim de forma precária, constando apenas dados de vermifugação e nascimento. Santos et al. (2011) também verificaram baixa porcentagem de propriedades que realizam escrituração zootécnica, corroborando com os resultados desta pesquisa e demonstrando o baixo nível de adoção de medidas importantes na criação animal.

Apenas uma das propriedades pesa os animais ao nascerem (Tabela 1), estes resultados também foram comprovados por Santos et al. (2011), que relataram valores considerados muito baixos (menos de 5% das propriedades) para prática de pesagem animal após o nascimento. Além disto, nenhuma fazenda realiza descorna, por outro lado, todas realizam castração dos machos, 17% separam as fêmeas prenhes, 67% separam as fêmeas paridas.

Tabela 1 - Frequência da utilização de práticas de manejo em criações de caprinos leiteiros na comunidade de Caroá, Petrolina-PE

Manejo do rebanho	Frequência (n)	Porcentagem (%)
Não faz nenhum tipo de anotação	6	100
Anota dados referentes à vermifugação, reprodução e vacinação	0	0
Anota dados apenas sobre vermifugação	0	0
Anota dados apenas sobre vacinação	0	0
Anota dados apenas sobre reprodução	0	0
Regista ocorrência de nascimento	0	0
Regista ocorrência de doenças e mortes	0	0
Pesa ao nascer	1	17
Pesa frequentemente	0	0
Pesa ao vender	0	0
Separa por idade	0	0
Separa por sexo	0	0
Separa fêmeas prenhes	1	17
Separa fêmeas paridas	4	67
Descorna os cabritos	0	0
Castra os machos	6	100
Identifica os animais	1	17

A identificação individual dos animais é fundamental para o controle da produção, neste caso, apenas um estabelecimento (Tabela 1) realiza a identificação por meio de brincos. Coelho et al (2011), descreveram resultado semelhante, onde apenas dois produtores identificavam aleatoriamente os animais, utilizando marcações próprias. A falta de identificação animal impede a anotação de dados como ganho em peso, partos e coberturas, além do acompanhamento individual do desempenho animal.

Com relação à criação de caprinos leiteiros com outras espécies, observou-se que todas as propriedades criam caprinos leiteiros em conjunto com ovinos, 17% criam com bovinos e 50% com equinos. Lopes et al. (2008) relataram que todas as propriedades criavam outros animais, dentre eles, bovinos (82,14%), equinos (92,85%), ovinos (53,57%), e aves (85,71%). Neste caso, é comum a criação de caprinos leiteiros consociados com outros animais, com intuito de diversificar a oferta de produto.

Avaliando o manejo nutricional, observou-se que 100% das propriedades têm como principais volumosos a pastagem nativa e capim Buffel, porém, o capim não é irrigado. Todos os criatórios conservam forragens de silagem de milho e/ou de sorgo e 33% feno de maniçoba para utilização na época da seca e consequente escassez de alimentos.

Na Tabela 2 verifica-se que os níveis de suplementação com concentrado (100%), mineralização

(100%) e uso de forragens conservadas (100%) foram superiores aos analisados por Santos et al. (2011). Os concentrados mais usados são: milho, torta de algodão, soja, feijão e farelo de trigo, o fornecimento de concentrados e forragens conservadas é fornecido duas vezes ao dia em 83% dos criatórios e uma vez ao dia em 17% dos criatórios, a frequência de fornecimento ao ano todos os proprietários afirmaram que fornece somente no período de estiagem. Foi observado o fornecimento de sal mineral de bovinos para os caprinos, sendo que é fornecido no cocho, ao logo do ano.

As instalações rústicas, com piso de terra batido e sem telhado, foram verificadas em 67% das propriedades onde se produzia leite de cabra, sendo o restante de alvenaria com chão batido. Este resultado é semelhante aos obtidos por Alencar et al. (2010), que observaram nas propriedades instalações rústicas com piso de terra batida (74,8%) e descobertas (61,7%). Já Silva et al. (2013) que observaram que sistema de manejo semi-intensivo predominava em 75,0% (45/60) das propriedades produtoras de leite de cabra no município de Sumé-PB. Silva et al. (2015) diagnosticaram que 100% das propriedades possuíam apriscos rústicos e de chão batido.

Este tipo de instalação é predominante do Sertão Pernambucano (Alencar et al. 2010), denotando a condição socioeconômica e cultural desta região. Instalações adequadas favorecem o bem-estar animal,



Tabela 2 - Manejo nutricional realizado nas propriedades produtoras de leite de caroá

Manejo nutricional	Frequência(n)	Porcentagem%
Uso de concentrado	6	100
Vitaminas	2	33
Sal comum	0	0
Sal mineral	6	100
Suplementação durante a seca	6	100
Uso de forragens conservadas	6	100
Suplementação diferenciada por categoria	0	0
Uso de Creep-feeding	0	0
Uso de pastagem nativa	0	100
Uso de pastagem cultivada	6	100

otimizam a produção e reduz o custo com mão-de-obra (Lucena et al., 2006).

As propriedades avaliadas não possuíam esterqueira, pedilúvio e quarentenário. Foi observado que apenas uma fazenda utilizava área destinada ao isolamento, semelhantes resultados foram observados por Alencar et al. (2010) e Silva et al. (2015) em que o quarentenário, a área de isolamento e a esterqueira, foram encontrados em poucas ou nenhuma propriedades e em condições insatisfatórias.

Observou-se que a limpeza e desinfecção das instalações eram precárias (Figura 4). Dos produtores entrevistados, apenas 33% realizam diariamente varredura e recolhimento do esterco. Já a desinfecção, que tem como objetivo de reduzir ou eliminar os microrganismos resistentes ao processo de limpeza não era realizada por nenhum produtor.

Pinheiro Júnior et al. (2010) verificaram que a limpeza era executada diariamente em 42,31% propriedades; 30,77% era realizada semanalmente e 15,38% mensalmente. Já a desinfecção ocorria em 46,15% das instalações nas três Mesorregiões do Estado de Alagoas. Verificando a limpeza das instalações de caprinos no Maranhão, Silva et al. (2015) descreveram que 44% dos produtores realizavam a higienização mensalmente, 33% a cada quatro meses. Contudo, sabe-se que a limpeza deve ser realizada diariamente, a fim de reduzir os efeitos de patógenos nos animais, melhorando desta forma a sanidade do rebanho. Este resultado demonstrando em na comunidade de Caroá precisa-se ser desenvolvidas atividades de conscientização dos produtores no que concerne à limpeza e desinfecção das instalações rurais.

No que concerne a vermifugação dos animais, verificou-se que todas as propriedades realizavam esta

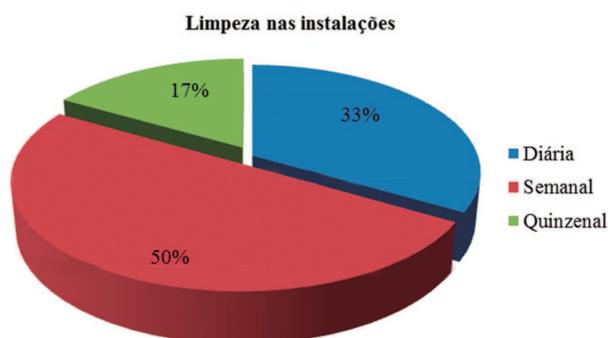


Figura 4 - Frequência de limpeza nas instalações.

prática, utilizando como principais princípios ativos albendazol, ivermectina e cloridrato de levamisol. A frequência de aplicação anual foi maior em 83% das propriedades, com três vermifugações anuais, enquanto 17% realizava aplicação duas vezes ao ano. Estes dados não diferem dos apresentados por Filgueira et al. (2009), Alencar et al. (2010) e Pinheiro Júnior et al. (2010).

A elevada frequência de verminose é comum em rebanhos caprinos na região nordeste e representa um dos maiores e mais grave problema sanitário concernente à criação animal, com elevadas perdas econômicas decorrentes da queda de produção e morte animal (Buzzulini et al., 2007; Lima et al., 2010).

Além da alta carga parasitária nos animais, constata-se também seleção de parasitas resistentes aos princípios ativos disponíveis no mercado. Foi constatado que 50% dos produtores trocam anualmente o princípio ativo dos vermífugos utilizados (Figura 5). Esta mudança se dá de forma indiscriminada aos fármacos e sem qualquer realização de exame parasitológico, contribuindo desta forma para a resistência dos parasitas aos tratamentos anti-helmínticos. Tal fato foi descrito por

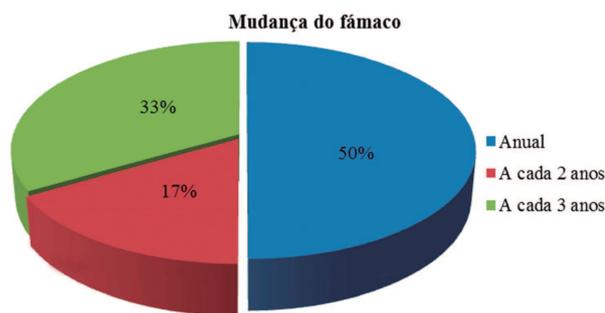


Figura 5 - Mudança de princípio ativo dos vermífugos pelos produtores de caprinos leiteiros.

Santos et al. (2006), uma vez que apesar de 88,37% dos produtores de Mossoró-RN aplicarem vermífugos para o controle de parasitas, apenas 13,96% realizaram, em algum momento, exame parasitológico em seus animais.

O calendário de vacinação não foi observado em nenhuma das propriedades, porém, 67% delas utilizam vacinas contra clostridioses. Este resultado é semelhante ao encontrado por Pinheiro Júnior et al. (2010), onde a principal vacina aplicada pelos produtores de Alagoas é contra as clostridioses (30,77%). Já Santos et al. (2011), na Mesorregião do Sertão da Paraíba, afirmaram que 78,65% dos produtores utilizam um ou mais de um tipo de vacina, sendo que 71,91% dos produtores utilizam vacina contra a raiva; 39,32% utilizam vacina contra a febre aftosa e; 23,60% utilizam vacina contra as clostridioses. A vacinação dos animais permite que os mesmos desenvolvam imunidade contra muitas enfermidades, devendo ser utilizada como medida preventiva para um bom controle sanitário (Domingues e Langoni, 2001).

Os principais problemas verificados nas propriedades estudadas consistem em diarreia/verminose, seguidos por abscessos subcutâneo/linfadenite caseosa, edema submandibular, piolho e mastite (Figura 6).

Santos et al. (2011) também encontraram a diarreia/verminose como principal enfermidade descrita pelos criadores de caprinos e ovinos no município de Patos-PB, além de verificar frequência acima de 50% de sintomas relacionados à presença de ectoparasitas e Linfadenite Caseosa .

Os sintomas de diarreia e edema submandibular descritos na Figura 5 constituem em sinais frequentes de endoparasitoses que acometem caprinos e, apesar

de todas as propriedades afirmarem o uso de vermífugos pelo menos uma vez ao ano, percebe-se a ineficácia do tratamento, sendo de suma importância a realização de estudos a cerca desta problemática na comunidade estudada.

Na Figura 7 verifica-se a frequência de realização de outras práticas de manejo sanitário. Exames laboratoriais não eram realizados em nenhuma propriedade entrevistada. Esta prática torna-se importante para detecção e tratamento precoce de enfermidades, controlando possíveis surtos de doenças infectocontagiosas.

Com relação ao local de destino das carcaças dos animais mortos (Figura 7), observa-se que a maioria dos produtores deixa em um pasto distante sem nenhum tratamento prévio para evitar a proliferação de microrganismos patogênicos. Santos et al. (2011) relataram que 42% dos produtores também deixavam as carcaças de animais mortos em pasto mais distante e apenas 3,37% queimavam e enterravam. O destino correto das carcaças de animais mortos é de grande importância em qualquer tipo de criação, uma vez que se constitui em fator de risco para saúde dos animais, contribuindo para o aparecimento de doenças como botulismo, assim como para contaminação do meio ambiente.

Os cuidados com as crias tais como limpeza e tratamento do umbigo devem ser realizados logo após o nascimento (Oliveira e Albuquerque, 2008), no entanto, apesar de todos os produtores administrarem colostro às crias, apenas dois realizam o corte e utilizam iodo para o umbigo. Resultados divergente foram relatados por Santos et al. (2011), na Mesorregião do Sertão da Paraíba, onde verificaram que 87% das propriedades realizam o corte e cura do umbigo. O tratamento do umbigo deve ser realizado em todas as propriedades com intuito de evitar penetração e migração de microrganismos ambientais causadores de artrite e outras enfermidades (Oliveira e Albuquerque, 2008).

De uma forma geral, as práticas de manejo reprodutivo e uso de biotecnologias verificadas na região são incipientes, tais práticas são necessárias para elevar os índices produtivos e reprodutivos a níveis satisfatórios. Não foi observado em nenhuma propriedade práticas como controle de cobertura, monta controlada, estação de monta, utilização de rufião, sincronização de cio, inseminação artificial e/ou transferência de embriões.

Sinais clínicos mais frequentes (%)

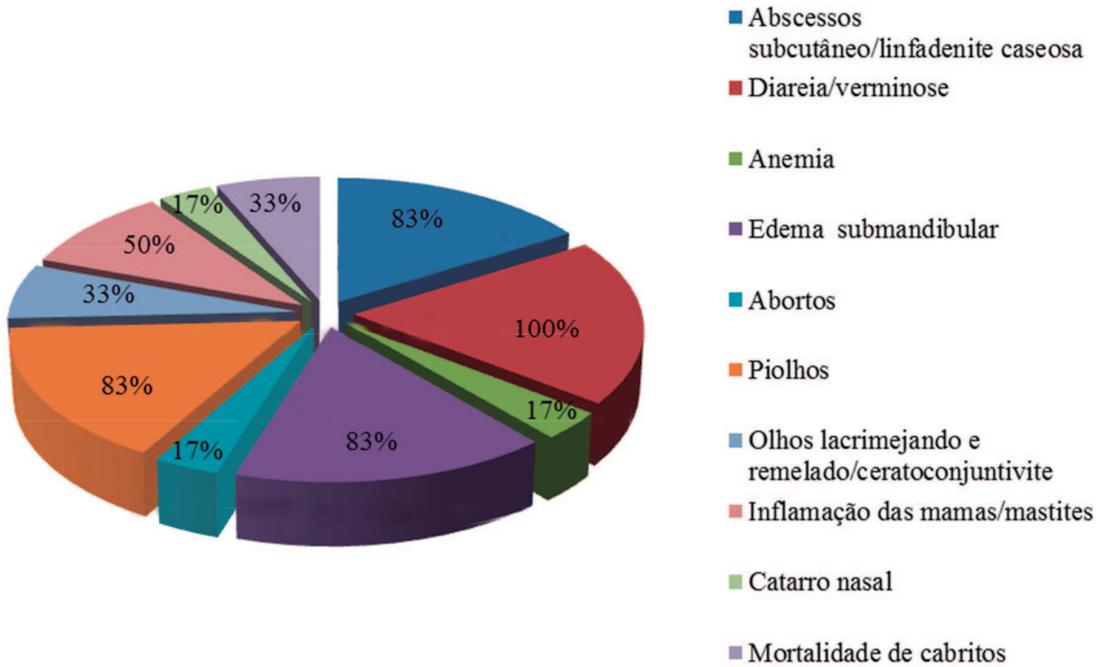


Figura 6 - Sinais clínicos relatados pelos produtores de cabras leiteiras.

Práticas de manejo sanitário

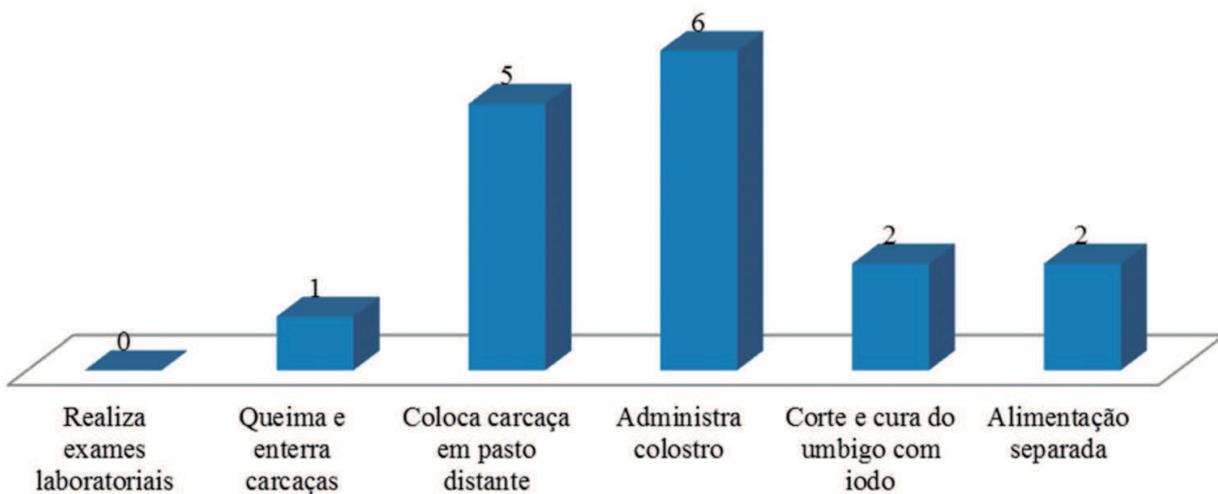


Figura 7 - Outras práticas de manejo sanitário realizadas nas propriedades leiteiras.

Santos et al. (2011) também observaram baixos percentuais de produtores que realizam estas práticas. Cardoso et al. (2010), avaliando sistemas de produção e comercialização de leite de cabras no Rio Grande do Norte, constataram que a monta natural contínua, na qual o reprodutor permanece constantemente junto das fêmeas, promovendo cobrições e, por consequência, nascimentos ao longo do ano, é adotado por 90% dos produtores.

CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que a criação de caprinos leiteiros na comunidade de Caroá apresenta características semelhantes à maioria dos criatórios do nordeste brasileiro, sendo desenvolvida praticamente em sistemas extensivos, com instalações precárias, manejos deficientes e nenhuma ou pouca utilização de tecnologias disponíveis, contribuindo para os baixos índices produtivos e reprodutivos.

Torna-se necessário a utilização de mais ações de extensão por parte de órgãos governamentais, com intuito de qualificar os pequenos produtores e proporcionar assistência técnica, para que se consiga, desta forma, elevar as taxas de produtividade do rebanho na comunidade de Caroá, Petrolina-PE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, S.P.; MOTA, R.A.; COELHO, M.C.O.C.; NASCIMENTO, S.A.; ABREU, S.R.O.; CASTRO, R.S. Perfil sanitário dos rebanhos caprinos e ovinos no sertão de Pernambuco. **Ciência Animal Brasileira**, v. 11, n. 1, p. 131-140, 2010.
- BANDEIRA, D.A.; CASTRO, R.S.; AZEVEDO, E.O.; MELO, L.S.S.; MELO, C.B. Características de produção da caprinocultura leiteira na região do Cariri na Paraíba. **Revista Ciência veterinária nos trópicos**, v. 10, n. 1, p. 29 - 35, 2007a.
- BANDEIRA, D.A.; CASTRO, R.S.; AZEVEDO, E.O.; MELO, L.S.S.; MELO, C.B. Perfil sanitário e zootécnico de rebanhos caprinos nas microrregiões do Cariri paraibano. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.6, p.1597-1600, 2007b.
- BUZZULINI, C.; SILVA SOBRINHO, A. G.; COSTA, A. J.; SANTOS, T. R.; BORGES, F. A.; SOARES, V. E. Eficácia anti-helmíntica comparativa da associação albendazole, levamisole e ivermectina à moxidectina em ovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 891-895, 2007.
- CARDOSO, M.C.C.; DANTAS, A.N.A.; FELIX, C.B.N. Sistema de produção e comercialização do leite de cabra produzido no Município de Currais Novos/RN. **Revista Holos**, v.26, n.1, p.31-40, 2010.
- COELHO, M.C.S.C.; SOUZA, V.C. de; COELHO, M.I.S.; CUNHA, M.P. da; MEDINA, F.T. Aspectos sanitários de rebanhos caprinos e ovinos criados em assentamentos no município de Petrolina-PE. **Revista Semiárido De Visu**, v.1, n.1, p. 32-40, 2011.
- DOMINGUES, P.F.; LANGONI, H. **Manejo Sanitário Animal**. Rio de Janeiro: EPUB. 2001. 224p.
- FILGUEIRA, T.M.B.; AHID, S.M.M.; SUASSUNA, A.C.D.; SOUZA, W.J.de.; FONSECA, Z. A. A. S. Aspectos epidemiológicos e sanitários das criações de caprinos na região da Chapada do Apodi. **Revista Verde**, v.4, n.2, p. 64,2009.
- LIMA, W.C.; ATHAYDE, A.C.R.; MEDEIROS, G.R.; LIMA, D.A.S.D.; BORBUREMA, J.B.; SANTOS, E.M.; VILELA, V.L.R.; AZEVEDO, S.S. Nematóides resistentes a alguns anti-helmínticos em rebanhos caprinos no Cariri Paraibano. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.30, n.12, p.1003-1009, 2010.
- LOPES, F. C.; SAKAMOTO S. M.; SOUZA, C. H.; AZEVEDO, S. S.; SILVA, J. B. A. Caracterização do sistema de produção de caprinos leiteiros na microrregião de Mossoró, Rio Grande do Norte. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 35, 2008, Gramado. *Anais...* Gramado: COMBRAVET, 2008(CD-ROM).
- LUCENA, L. F. A.; DANTAS, R. T.; FURTADO, D. A. Diagnóstico da tipologia dos apriscos para caprinos no cariri paraibano. **Revista caatinga**, V.19, n.3, p.236-244, 2006.



PINHEIRO JÚNIOR, J.W.; OLIVEIRA, A.A.F.; ANDERLINI, G.A.; ABREU, SÍLVIO R.O.; VALENÇA, R.M.B.; MOTA, R.A. Aspectos sociais, higiênico-sanitários e reprodutivos da ovinocultura de corte do Estado de Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 600-605, 2010.

OLIVEIRA, E.L.; ALBUQUERQUE, F.H.M.A.R. **Manejo Sanitário de Pequenos Ruminantes**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2008. 27p.

RODRIGUES, A.; QUINTANS, L.J. Produção e beneficiamento do leite de cabra na Paraíba. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS, 2., 2003, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa, 2003. p.291-302.

SANTOS, T.C.P. dos; PEÑA ALFARO, C.E.; FIGUEIREDO, S.M. de. Aspectos sanitários e de manejo em criações de caprinos e ovinos na microrregião de Patos, região Semiárida da Paraíba. **Ciência Animal Brasileira**, v.1 2, n.2, p.206 - 21 2, 2011.

SANTOS, W. B.; AHID, S. M. M.; SUASSUNA, A. C. D. Aspectos epidemiológicos da caprinocultura e ovinocultura no município de Mossoró (RN). **A Hora Veterinária**, v.26, n.152, p.25-28, 2006.

SEBRAE-MG, FAEMG, EMATER-MG. Análise da ovinocaprinocultura no norte e nordeste de Minas Gerais. 2004. Disponível em: <http://www.sebraemg.com.br/arquivos/coopere_para_crescer/geor/diagno> (acessado em agosto 2007).

SILVA, I.C.S.; BRITO, D.R.B.; SOARES, E.D.; BRITO, A.V.M.; COELHO, A.P.; PINHEIRO, A.A. Caracterização zootécnica e econômica dos criadores de caprinos em área de assentamento rural no estado do Maranhão. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.5, n.1, p.1-11, 2015.

SILVA, E. M. N. da; SOUZA, B. B. de; SILVA, G. A.; AZEVEDO, S. S. de; MARQUE, B. A. A.; GOMES, T. L. S. Diagnóstico dos sistemas de produção de leite de cabra no município de Sumé, cariri da Paraíba. **Revista agropecuária científica no semiárido**, V. 9, n. 2, p.61 – 65, 2013.

SILVA, R. A. B.; BATISTA, M. C. S.; NASCIMENTO, C. B.; ALVES, R. P. A.; ALVES, F. S. F.; PINHEIRO, R. R.; CARDOS, J. F. S.; PAULA, N. R. O. Caracterização zoonosológica da ovinocultura e da caprinocultura Na microrregião homogênea de Teresina, Piauí, Brasil. **Revista Arquivo do Instituto Biológico**, v.78, n.4, p.593-598, 2011.

CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DO GIRASSOL SOB DOSES DE NITROGÊNIO E FÓSFORO

Leonardo Eufrázio Soares¹, João Virgínio Emerenciano Neto², Gualter Guenther Costa da Silva³, Ermelinda Maria Mota de Oliveira⁴, Márcio Gleybson da Silva Bezerra⁵, Thomas Jefferson Alves dos Santos⁶, Gelson dos Santos Difante⁷

RESUMO - Objetivou-se com esse trabalho avaliar a produtividade do girassol (*Helianthus annuus* L.) submetido à adubação nitrogenada e fosfatada em Cambissolo. A cultivar usada foi a EMBRAPA 122, plantada em espaçamento 0,90 x 0,30 m. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x4 com quatro repetições, combinando quatro doses de N e de P₂O₅ (0, 25, 50 e 100 kg/ha). A altura da planta e o diâmetro do capítulo não foram afetados pelas doses de N, porém tiveram resposta linear e positiva as doses P₂O₅. Não foi verificado efeito das doses de N e de P₂O₅ sob o diâmetro do caule com valor médio de 18,58 mm. A produção de grãos por área respondeu de maneira linear e positiva as dose de N e P₂O₅, sendo o fósforo fator de maior importância, pois com o uso de 100 kg/ha de N a produtividade aumentou em 31%, enquanto que com essa dose de P₂O₅ a produtividade aumentou 58%, em comparação ao tratamento sem os fertilizantes. Na cultura do girassol deve ser aplicado 100 kg/ha de nitrogênio e de fósforo para obter maior produtividade. A adubação fosfatada promove maior resposta que a nitrogenada, devendo esta ser priorizada quando houver impossibilidade de realizar as duas.

Palavras chave: altura, grãos, *Helianthus annuus* L., nutriente.

GROWTH AND PRODUCTIVITY IN SUNFLOWER UNDER NITROGEN DOSES AND PHOSPHORUS

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate the productivity of sunflower (*Helianthus annuus* L.) submitted to nitrogen and phosphorus fertilization in Cambisol. The cultivar EMBRAPA 122, planted in spacing 0.90 x 0.30 m. The experimental design was a randomized block design in a 4x4 factorial design with four replications, combining four doses of N and P₂O₅ (0, 25, 50 and 100 kg ha⁻¹). The plant height and head diameter were not affected by N rates, but were linear and positive response to P₂O₅. There was no effect of N and P₂O₅ in stem diameter with an average of 18.58 mm. The grain yield per area responded linear and positive way the dose of N and P₂O₅, and the match factor of greater importance because with the use of 100 kg ha⁻¹ of N productivity increased by 31%, whereas with this dose P₂O₅ productivity increased by 58% compared to the treatment without fertilizers. In sunflower cultivation should be applied 100 kg ha⁻¹ of nitrogen and phosphorus for higher productivity. The phosphorus fertilization promotes greater response to nitrogen, which must be prioritized when inability to perform both.

Keywords: grain, height, *Helianthus annuus* L., nutrient.

¹ Mestre em Produção Animal / Universidade Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: leonardozootecnia@hotmail.com

² Doutorado em Zootecnia / Universidade Federal de Minas Gerais - Bolsista de Pós-doutorado na UFRN.

³ Doutorado em Agronomia / Universidade Federal de Viçosa - Prof. Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias.

⁴ Doutorado em Agronomia / Universidade Federal de Viçosa - Prof. Adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias.

⁵ Doutorado em Manejo e Conservação de Solos / Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

⁶ Graduando em Medicina Veterinária / Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

⁷ Mestre em Produção Animal / Universidade Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: leonardozootecnia@hotmail.com



1. INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma cultura anual produtora de grãos e forragem de fácil adaptação em diferentes condições edafoclimáticas, podendo ser cultivada desde o Rio Grande do Sul até o Estado de Roraima (LEITE, 2007). Dentre os vários produtos e subprodutos podem-se destacar o óleo comestível com excelente qualidade industrial e nutricional e a torta do girassol com 45 % de proteína, ótima opção para alimentação animal (ruminantes).

Outro aspecto importante, destacado por Leite et al. (2007), é que o girassol é uma cultura melhoradora da qualidade do solo, pela ciclagem de nutrientes, beneficiando o desenvolvimento e a melhoria do estado nutricional das culturas subsequentes. Além disso, destaca-se que o óleo do girassol poderá ser uma alternativa viável para a obtenção do biodiesel (CASTRO et al., 1996).

Na safra 2006/07, o Brasil produziu 129.341 t de grãos com produtividade de 1367 kg/ha, com um incremento de 43% em relação à safra de 2001/02 (LEITE, 2007). Portanto, o Brasil possui potencial enorme para a expansão dessa oleaginosa. O Estado do Rio Grande do Norte não tem tradição no cultivo do girassol, apesar disto nos últimos anos os agricultores, principalmente de assentamentos de reforma agrária nos pólos das regiões Assú-Mossoró (sistema irrigado e de sequeiro) e Mato Grande (sequeiro).

Para manutenção de produtividades elevadas, ambientalmente e economicamente viáveis, é necessária uma adequada recomendação de adubação. As recomendações de adubação para os macronutrientes primários na cultura do girassol variam e ainda não existem pesquisas sobre fertilidade do solo e adubação baseados em experimentos de campo e com variedades adaptadas às nossas condições.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a resposta do rendimento da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) à diferentes doses de adubação nitrogenada e fosfatada em Cambissolos.

2. MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi conduzido de Junho à Setembro de 2011, no Assentamento de Reforma Agrária, Modelo I, em João Câmara-RN, em um Cambissolo Eutrófico, de profundidade rasa, bem drenado, com sinais de

presença de matéria orgânica, frequência de horizontes A, Bi e C e eutrófico de saturação por base e fertilidade alta (EMBRAPA, 1971). A análise química das amostras de solo na profundidade de 0 – 20 cm estão descritas na tabela 1.

Segundo a classificação de Koppen, o clima de João Câmara é do tipo As, isto é, clima tropical com estação seca, sendo a estação chuvosa no verão e atrasando-se para o outono (março a junho), temperatura média anual de 24,7 °C, precipitação pluviométrica anual bastante irregular, com média histórica de 648,6 mm, e umidade relativa de 70%. A precipitação e a temperatura observada na área experimental estão descritas na Figura 1.

A cultivar utilizada foi a EMBRAPA 122, caracterizada pela precocidade, com florescimento entre 53 a 60 dias e maturação entre 85 a 100 dias, o que lhe confere uma antecipação de 20 dias, em comparação com os híbridos atualmente cultivados no Brasil. Esta cultivar é recomendada para todas as regiões do Brasil (EMBRAPA, 2012).

O experimento foi fatorial com 4 doses de nitrogênio (N) e 4 doses de fósforo (P_2O_5), totalizando 16 tratamentos. As doses foram de 0, 25, 50 e 100 kg/ha. A área experimental foi de, aproximadamente, 0,4 ha, com parcelas de 3,3 m de largura (4 linhas) e 4,2 m de comprimento, espaçadas de 1,5 m entre si, com 7 plantas por linha, sendo a área útil as duas linhas centrais, descartando-se três plantas em cada extremidade, o que resultou em 14 plantas úteis por parcela.

O preparo do solo para a semeadura foi convencional, com duas gradagens e posterior semeadura. A adubação de base foi feita em sulcos e de maneira manual. Nos tratamentos com N, foi utilizada ureia, sendo 20% da dose na base e o restante em cobertura, 40% de sulfato de amônio aos 37 dias após o plantio e 40% aos 57 dias após plantio. O fósforo foi todo aplicado na base e o potássio 50% na base e 50% em cobertura, aos 37 dias após o plantio.

A semeadura foi realizada manualmente, com auxílio de uma matraca, em espaçamento de 0,30 m na linha, totalizando 13 covas por linha, e espaçamento de 0,90 m entre linha, totalizando quatro linhas por parcela. O desbaste foi realizado aos 23 dias após o plantio, deixando apenas uma planta por cova. O controle de plantas daninhas foi efetuado aos 23 dias após o plantio e a colheita aos

Tabela 1 - Análise química da amostra de solo (0 – 20 cm) da área experimental

pH	P	K ⁺	Cu	Mn	Na ⁺	Fe	Zn	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al	H+Al
			mg/dm ³				cmolc/dm ³				
7,86	3,0	1585	0,9	59,4	64,0	15,2	3,7	23,5	6,5	0,0	0,0

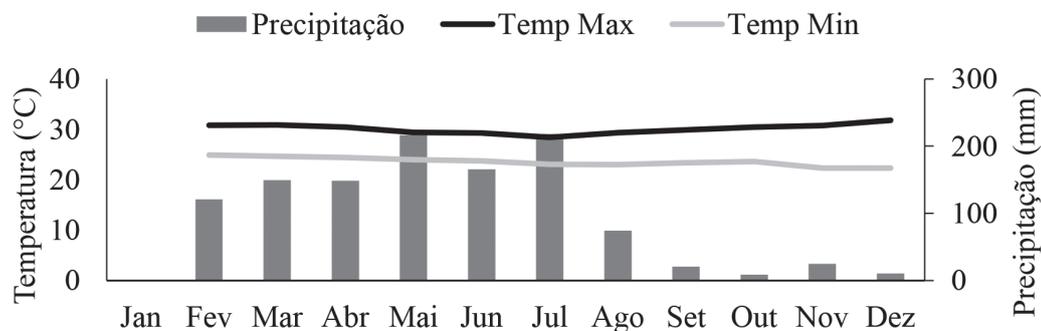


Figura 1 - Precipitação, temperaturas máximas e mínimas na área experimental no ano de 2011.

91 dias após o plantio, apenas nas 14 plantas da área útil da parcela, desprezando-se as bordaduras.

As variáveis altura da planta, diâmetro do caule e diâmetro do capítulo, foram mensuradas antes da colheita, com auxílio de trena métrica e parquímetro, nas plantas da área útil de cada parcela. Para altura da planta, mediu-se a distância entre a superfície do solo e a inserção do capítulo, com uso de trena centimétrica; Para o diâmetro do caule, mediu-se a haste de cada planta a 5 cm acima do solo, com auxílio de parquímetro milimétrico; Para o diâmetro do capítulo mediu-se, diametralmente, toda extensão do botão floral, com auxílio de trena centimétrica.

Após a colheita, foram realizadas as atividades de secagem, debulhe dos capítulos e limpeza dos grãos, para posterior pesagem da amostra, contagem e pesagem de 1000 grãos e cálculo da produtividade.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 4 x 4. Os dados foram submetidos a análise de variância e, caso significativas as interações, a análise de regressão.

Utilizou-se o seguinte modelo: $Y_{ijk} = \mu + N_i + P_j + (NP)_{ij} + \mu_{ijk}$. Onde:

Y_{ijk} = valor observado na dose de N_i , dose de P_j repetição k ;

μ = efeito médio geral;

N_i = efeito da dose de N i , $i = 0, 25, 50$ e 100 kg/ha;

P_j = efeito da dose de P_2O_5 , $j = 0, 25, 50$ e 100 kg/ha;

NP_{ij} = efeito de interação entre N e P_2O_5 ;

μ_{ijk} = efeito do erro aleatório atribuído à repetição.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as variáveis estudadas não constatou-se associação, pela correlação de Person, apenas para o diâmetro do caule. Para as demais variáveis, as associações foram significativas.

Não houve interação entre as doses de nitrogênio e as doses de fósforo. A altura da planta não variou com as doses de N, porém teve resposta linear e positiva as doses de fósforo, com aumento de 22,5 cm entre as doses de 0 e 100 kg/ha (Figura 2).

Aguiar Neto et al. (2010) observaram que a altura máxima estimada (125,8 cm) da planta de girassol (variedade IAC-Uruguai) foi na dose de 106,1 kg/ha de P_2O_5 . Este valor é próximo a dose recomendada neste estudo. Wanderley et al. (2014), avaliando a cultivar de girassol BRS 122 também observou resposta linear, porém utilizando adubo orgânico rico em fósforo e potássio. Em colheita mecanizada, a uniformidade da altura da planta é uma importante característica para diminuir as perdas de colheita (Schwerz et al., 2015).



Braga (2010), estudando o efeito da adubação nitrogenada e fosfatada observou valores médios de altura de planta de 1,77 m, o que foi semelhante ao observado por Ungaro et al. (2000) e Arruda Filho et al. (2008), 1,71 m e 1,73 m respectivamente. Nesta mesma variável, Góes (2010) observou média de 1,84 m, mas Biscarro et al. (2008) e Silva et al. (2009), observaram

média de 1,14 m e 0,96 m, respectivamente. Essa diversidade de resultados está associada a diversidade edafoclimáticas e de cultivares pesquisadas.

Não foi verificado efeito das doses de nitrogênio e fósforo no diâmetro do caule ($P > 0,05$). O valor médio desta variável foi de 18,6 mm (Figura 3), próximo aos valores observados por Góes (2010) (20,6 mm), Braga (2010) (20,11 mm) e Biscarro et al. (2008) (18,40 mm). Porém, Leite et al. (2012) observaram valores menores (10,0 a 15,0 mm). Este comportamento diverge do apresentado por Santos et al. (2015), onde observaram efeito quadrático do diâmetro em função do fósforo, o maior diâmetro foi estimado (1,91 cm) com a aplicação de 140 kg/ha, sendo este 2,1 vezes mais espesso que quando não recebeu o nutriente.

O maior diâmetro caulinar permite maior adensamento do cultivo e evita tombamento ou quebra do caule pela ação das intempéries, o que favorece o aumento de produtividade (JESUS et al., 2011). Por isso, é desejável

Tabela 2 - Correlação de Pearson entre as variáveis: Altura, diâmetros do caule (DCa), diâmetros do capítulo (DCap), peso de mil grãos (PMG) e produção de grãos (PG) em plantas de girassol adubadas com níveis de N e P_2O_5

	Altura	DCap	DCa	PG	PMG
Altura	-	0,73*	0,18 ^{ns}	0,81*	0,71*
DCap	0,73*	-	0,14 ^{ns}	0,81*	0,82*
DCa	0,18 ^{ns}	0,14 ^{ns}	-	0,08 ^{ns}	0,00 ^{ns}
PG	0,81*	0,81*	0,08 ^{ns}	-	0,90*
PMG	0,71*	0,82*	0,00 ^{ns}	0,90*	-

^{ns}, não significativo; *, ($P < 0,01$).

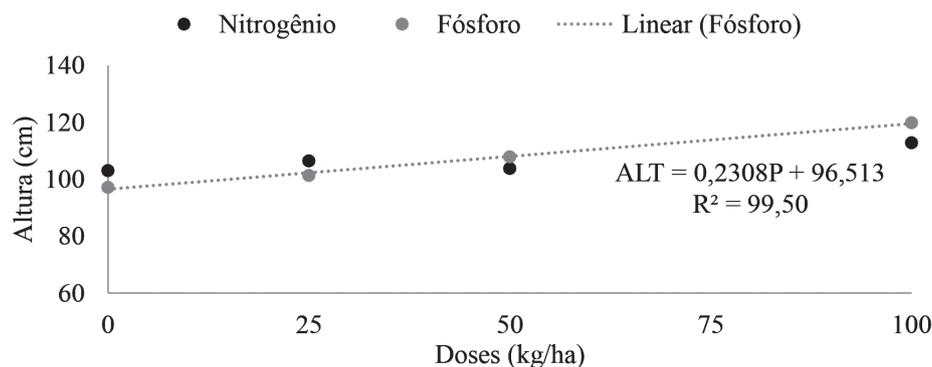


Figura 2 - Altura de plantas de girassol (ALT), cultivar BRS 122, em função das doses de nitrogênio e fósforo aplicadas no solo.

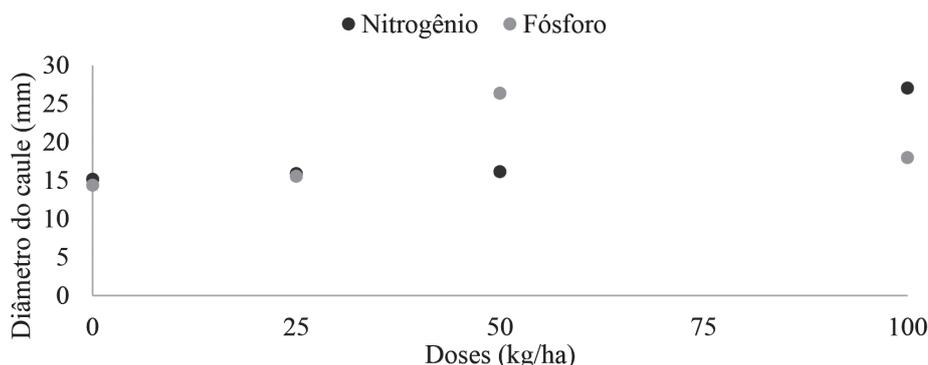


Figura 3 - Diâmetros do caule das plantas de girassol, cultivar BRS 122, em função das doses de nitrogênio e fósforo aplicadas no solo.

que plantas de girassol possuem maior diâmetro caulinar, reduzindo a susceptibilidade ao acamamento e favorecendo a execução de práticas de manejo e tratos culturais (BISCARO et al., 2008; SANTOS et al., 2015).

O diâmetro do capítulo (DCa) não foi afetado pelas dose de nitrogênio ($P > 0,05$), o que também foi observado por Morales et al. (2015), denotando ausência de relação deste nutriente com a variável. Contudo, houve resposta linear do DCa com o aumento das doses de fósforo (Figura 4). Com relação a magnitude do valor, diversos autores encontraram resultados diferentes nesta variável. Silva et al. (2009), avaliando diferentes espaçamentos obtiveram média de 18,40 mm, enquanto que Góes (2010) e Braga (2010), trabalhando com diferentes níveis de adubação nitrogenada e fosfatada, observaram valores de 13 e 15 mm.

O diâmetro do capítulo é de grande importância para a cultura do girassol, pois tem elevada correlação com o peso do grão e a produtividade (Tabela 2), além

de ser de fácil medição e com alta predição.

O peso de mil grãos se ajustou ao modelo de regressão linear e positiva as das doses de nitrogênio e fósforo (Figura 5). O aumento do peso do grão não é um fator positivo quando a finalidade for a produção de óleo. Pois, segundo Alves et al. (2012), grãos maiores têm maior peso, porém menor teor de óleo, isso porque as grãos maiores têm maior volume e superfície de casca e menor volume da amêndoa, o que gera menor teor de óleo. Grãos maiores são desejáveis quando utilizado como sementes, pois tem alta concentrações de carboidratos de reserva, que favorecem a germinação. Góes (2010) obteve valores de peso de mil grãos de 47,3 g, já Braga (2010) e Silva et al. (2009) obtiveram valores de 60,1 e 63,5 g, respectivamente.

A produtividade aumentou de forma linear com o aumentos das doses de nitrogênio e fósforo (Figura 6). O fósforo foi o fator de maior reponsividade, pois

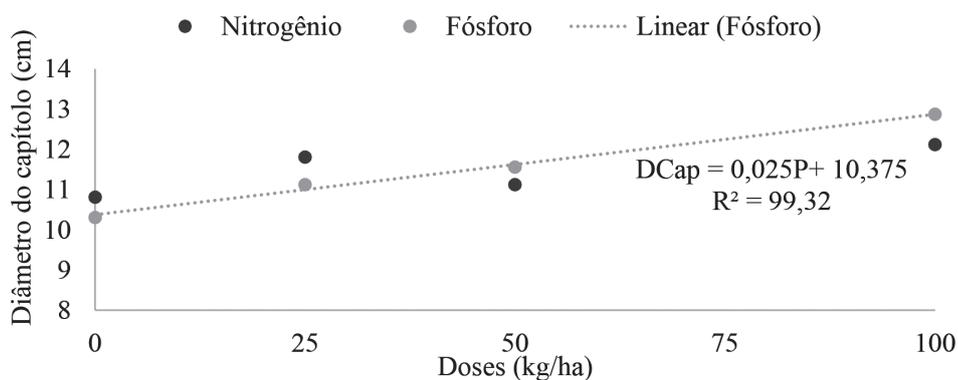


Figura 4 - Diâmetro do capítulo de plantas de girassol (DCap), cultivar BRS 122, em função de doses de nitrogênio e fósforo aplicadas no solo.

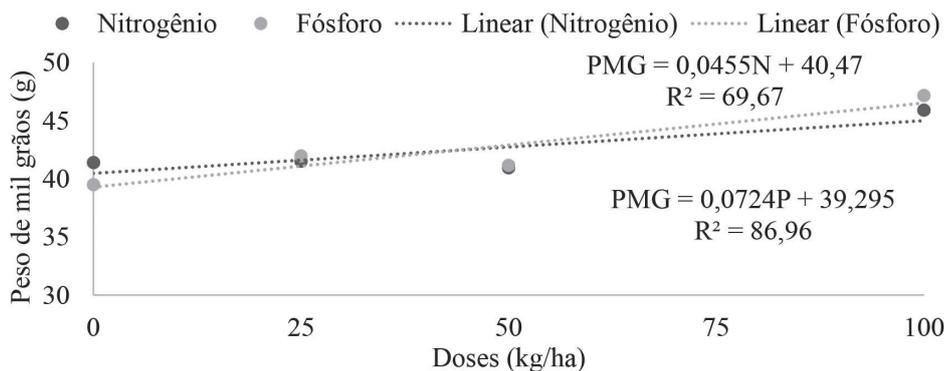


Figura 5 - Peso de mil grãos de girassol (PMG), cultivar BRS 122, em função de doses de nitrogênio e fósforo aplicadas no solo.



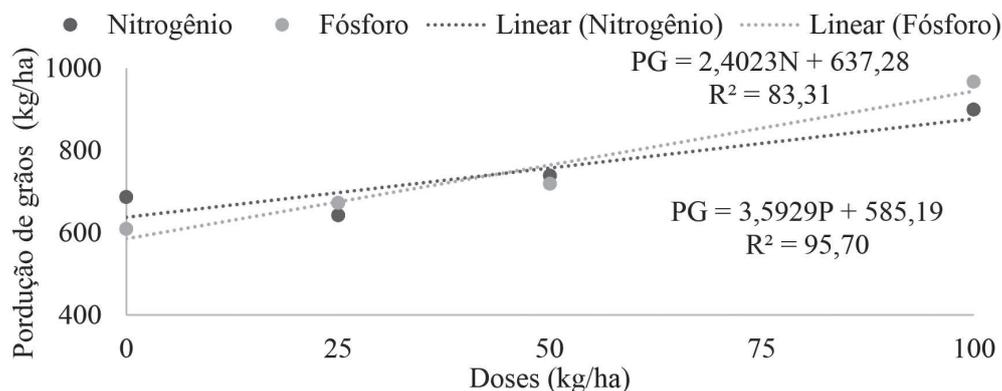


Figura 6 - Produtividade de grãos de girassol (PG), cultivar BRS 122, em função das doses de nitrogênio e fósforo aplicadas no solo.

com o uso de 100 kg/ha de N a produtividade aumentou 31%, enquanto que com essa mesma dose de P_2O_5 a produtividade aumentou em 58%, em relação a testemunha.

Os valores máximos de produtividade estimados foram de 877,23 e 944,48 kg/ha para o nitrogênio e o fósforo na dose de 100 kg/ha, respectivamente. Estes valores foram mais que três vezes menor que os descritos por Braga (2010) (2.992 kg/ha), com o uso de 120 kg/ha de nitrogênio e fósforo, o que pode ser explicado pelo não uso de irrigação. A produtividade de grãos de 1924,27 kg/ha em condições de sequeiro, na região Sudeste do Brasil, obtida por Silva et al. (2007) foi maior que o dobro da observada neste trabalho, pois a evapotranspiração nesta região é bem menor que na região Nordeste, aumentando disponibilidade de água para as plantas.

4. CONCLUSÕES

O nitrogênio e o fósforo são nutrientes importantes no cultivo do girassol voltado para produção de grãos, devendo-se aplicar 100 kg/ha de cada nutriente para obter maior produtividade. A adubação fosfatada promove maior resposta que a nitrogenada, devendo esta ser priorizada quando houver impossibilidade de realizar as duas.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq pelo financiamento do projeto CAJUSOL, a todos os membros deste e aos residentes do assentamento Modelo I, João Câmara – RN.

6. LITERATURA CITADA

- AGUIAR NETO, P.; OLIVEIRA, F.A.; PEREIRA JUNIOR, E.B.; SANTOS F.G.B. Influência da calagem e de fósforo sobre a disponibilidade de nutrientes e desenvolvimento do girassol. **Revista Verde**, v.5, n.4, p.37-143, 2010.
- ALVES, F.V.; SÁ JUNIOR, A.; SANTANA, D.G.; et al. Composição química e qualidade fisiológica de sementes de girassol de plantas submetidas à competição intraespecífica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n.3, p.457-465, 2012.
- ARRUDA FILHO, N. T.; OLIVEIRA, F.A.; SILVA I. F.; OLIVEIRA, A. P. Aplicação de fósforo e calcário em um latossolo: efeito sobre características produtivas da cultura do girassol (*helianthus annuus* L.). **Revista Verde**, v.3, n.3, p. 21-26, 2008.
- BISCARO, G. A.; MACHADO, J. R.; TOSTA, M. S.; et al. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.5, p.1366-1373, 2008.
- BRAGA, D.F. **Adubação Nitrogenada e Fosfatada na cultura do girassol em solo alcalino da Chapada do Apodi - RN**. Mossoró da Universidade Federal Rural do Semi-árido, 2010. 53f. (Dissertação de Mestrado).
- CASTRO, C.; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A. **A cultura do girassol: tecnologia de produção**. 67.ed. Londrina, Embrapa Soja, 1996. 20 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol. Londrina, 2008.** 71 p. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 298).

GÓES, G.B. **Adubação do girassol com torta de mamona da produção de biodiesel direto da semente.** 2010. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2010.

JESUS, D. S.; PAIXÃO, C. L.D.; SANTOS, G. L.; et al. Crescimento e teores de NPK em genótipos de girassol sob estresse por alumínio. **Anais... 19ª Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol: 7º Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol - Aracaju/SE**, p.101 -104, 2011.

LEITE, D. T.; BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; et al. Crescimento do girassol cultivado sob técnicas de captação de água da chuva *in situ*. Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigações, 4, 2012, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: INOVAGRI, 2012. p.1-6.

LEITE, R.M.V.B.C.; CASTRO, C.; BRIGHENTI, A.M.; et al. **Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima.** Londrina: Embrapa Soja, 2007. 4 p. (Comunicado Técnico, 78).

SANTOS, L.G.; SOUZA, U.O.; CARVALHO, Z.S.; et al. Análise de crescimento do girassol em função do suprimento de fósforo e boro. **Bioscience Journal**, v.31, n.2, p.370-381, 2015. SILVA, M.L.O.; FARIAS, M.A.F.; MORAIS, A.R.; et al. Crescimento e produtividade do girassol cultivado na entressafra com diferentes lâminas de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.11, n.5, p.482-488, 2007.

SILVA, A.G.; PIRES, R.; MORÃES, E.B.; et al. Desempenho de híbridos de girassol em espaçamentos reduzidos. **Ciências Agrárias**, v.30, n.1, p.31-38, 2009.

MORALES, E.J.M.; ROSALES, E.J.M.; LÓPEZ, E.D.; et al. Tasa de asimilación neta y rendimiento de girasol en función de urea y urea de liberación lenta. **Agrociencia**, v.49, n.2, p.163-176, 2015.

UNGARO, M.R.G.; NOGUEIRA, S.S.S.; NAGAI, V. Parâmetros fisiológicos, produção de aquênios e fitomassa de girassol em diferentes épocas de semeadura. **Bragantia**, v.59, n.2, p.206-211, 2000.

WANDERLEY, J.A.C.; AZEVEDO, C.A.V.; BRITO, M.E.B.; et al. Crescimento do girassol sob sistema de captação de água "in situ" e adubação orgânica. **Revista Verde**, v.9, n.2, p.129-138, 2014.

Recebido para publicação em 08/03/2016 e aprovado em 19/05/2016



ESTIMATIVA DO TAMANHO MÍNIMO DE REBANHO SUÍNO PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMA DE GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE 35 KWH, 150 KWH, 275 KWH E 590 KWH, USANDO BIOGÁS COMO COMBUSTÍVEL PARA GRUPOS GERADORES

Diego Augusto Gonzaga¹, Rúben Christian Barbosa²

RESUMO - O Brasil é um grande produtor de suínos para exportação e para o abastecimento do mercado interno. Porém essa atividade possui um grande impacto ambiental devido à grande geração de resíduos. Os suínos poluem em média aproximadamente 4,5 vezes mais que um ser humano. Uma das soluções é a implementação de biodigestores para o tratamento desses resíduos, o que possibilita a geração de biogás para ser utilizado como combustível para grupos geradores de energia. Esse trabalho buscou elaborar um modelo matemático para estimar qual é o número ótimo de animais pertencentes a um rebanho de uma granja suína para a implementação de sistemas de geração de energia elétrica. Foram levantados dados de necessidade energética, enquadramentos tarifários, valores de investimento para a implantação e capacidade de produção dos sistemas. Após realizada a modelagem e utilizando o software Lingo 14.0 Versão Demo foram calculados os valores ótimos para o sistema de geração de energia. Os resultados obtidos pelas simulações quando comparados a casos reais se mostram bastante razoáveis, validando a modelagem. Os dados de tamanho de rebanho obtidos se mostraram razoáveis e factíveis se comparados a empreendimentos reais na região do vale do Piranga.

Palavras chave: biogás, energia elétrica, modelagem, suíno.

ESTIMATE OF THE MINIMUM SIZE OF A SWINE HERD FOR THE IMPLEMENTATION OF ELECTRIC POWER GENERATION SYSTEM OF 35 KWH, 150 KWH, 275 KWH AND 590 KWH, USING BIOGAS AS FUEL FOR GENERATORS

ABSTRACT - Brazil is a big pork producer either to export or to supply the domestic market. However, the productive activity generates a great environmental impact due its large amount of waste. Each pig pollutes averagely about 4.5 times more than a human being. One of the solutions is to implement biodigestors to the waste treatment which can provide bio gas to be utilized as fuel for energy generators. The research has tried to elaborate a mathematical model to estimate which is the optimal number of animals in the herd of a swine farm to implement an electrical energy generator system. There were a data collection such as energy needs, tariff frameworks, investment costs to an implementation and the production capacity of the systems. After performing the model taking the software Lingo 14.0 Demo Version, the optimum values were calculated for the energy generation system. Once taken the simulation data compared to the actual data the results obtained were very reasonable, validating the model. The herd size data have shown they are reasonable and operable whether comparing to the real target implementation of The Vale do Piranga enterprise.

Keywords: biogas, electric power, modeling, swine.

¹ Engenheiro de Controle e Automação, UFV, (31)3899-2732, gonzagaaugusto@gmail.com

² Engenheiro de Controle e Automação, UFV, (31)3899-2732, rubenchristianbarbosa@hotmail.com



1. INTRODUÇÃO

O Brasil é quarto maior produtor e exportador de carne suína no mundo, com 3% da produção, 11% das exportações e crescente inserção internacional. O desempenho brasileiro na década passada foi positivo, passando de 4% para 11% das exportações mundiais, com aproximadamente 530 mil toneladas exportadas em 2008. O mercado interno com mais de 191 milhões de habitantes e o seu dinamismo têm garantido uma sólida base de expansão da cadeia produtiva, sobretudo nos anos de retração da demanda (Miele & Machado, 2010).

A cada dia a produção de carne suína é um fator mais expressivo na balança econômica brasileira. De acordo com Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento - Departamento de Economia Rural (2013), o rebanho brasileiro no ano de 2011 era de 38,9 milhões de cabeças, e foram exportadas 576,8 mil toneladas de carne.

Porém a produção de suínos exige grande atenção por parte de órgão ambientais e dos empreendedores do ramo. A produção de suínos é uma atividade que gera grande quantidade de resíduos devido ao grande volume de produção de dejetos pelos animais. Os suínos poluem, em média, aproximadamente 4,5 vezes mais que um ser humano e, na maioria dos casos, os dejetos produzidos são descartados *in natura* diretamente nos corpos de água receptores (Godoy Júnior et al., s.d.).

Uma solução para o controle dos impactos ambientais causados por esse processo produtivo é a implementação de biodigestores. Esses dispositivos são câmaras que realizam a fermentação anaeróbia da matéria orgânica produzindo biogás e biofertilizante. Processo da digestão anaeróbia consiste na transformação de compostos orgânicos complexos em substâncias mais simples, como metano e dióxido de carbono, através da ação combinada de diferentes microrganismos que atuam na ausência de oxigênio. O biodigestor pode ser construído de pedra ou tijolo e a campânula de ferro, fibra de vidro ou PVC. No Brasil o modelo contínuo foi o mais difundido pela sua simplicidade e funcionalidade (Embrapa, 2002).

Ainda de acordo com dados do Embrapa (2002), no meio rural pode-se atender quase que totalmente às necessidades energéticas básicas, tais como: cozimento, iluminação e geração de energia elétrica para diversos fins. Biofertilizante é o efluente resultante

da fermentação anaeróbia da matéria orgânica, na ausência de oxigênio, por um determinado período de tempo. Pode ser utilizado como adubo do solo tanto puro quanto na formação de compostagens.

A produção de biogás a partir de um determinado volume do biodigestor pode variar em relação a vários fatores como temperatura ambiente, nível de diluição do material, entre outros fatores. Outro fator que influencia na produção é o modelo de biodigestor implementado. Essas variações fazem com que a determinação exata de produção de biogás por um biodigestor seja difícil. Porém existem estimativas que fornecem um valor médio de produção de biogás.

Esse trabalho buscou elaborar um modelo matemático para estimar qual é o número ótimo de animais pertencentes a um rebanho de uma granja suína para a implementação de sistemas de geração de energia elétrica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O gás produzido pelo biodigestor é utilizado em motores a combustão interna de grupos-geradores para a produção de energia elétrica. O potencial de produção de energia é proporcional a produção de gás que por sua vez é proporcional ao número de animais da granja.

Analisando de forma global as instalações, de toda carga instalada em uma granja, normalmente, 76% do total se encontra em locais mais diretamente ligados ao processo produtivo e 24% no escritório e residências (Ferrarez et al., 2010).

Coldebella et al. (2008), em seu estudo sobre a viabilidade da geração de energia elétrica através de um motor gerador, utilizando biogás da suinocultura, conclui que o tempo de retorno do investimento em geração de energia própria tornasse atrativo com o uso intensificado do sistema nos empreendimentos. Porém, ele considera necessário que as concessionárias adquiram o excedente de energia produzida.

Produção de esterco e gás

A quantidade total de esterco produzida por um suíno varia de acordo com o seu desenvolvimento ponderal, como mostra a Tabela 1, mas apresenta valores decrescentes de 8,5% a 4,9% em relação a seu peso vivo por dia para a faixa de 15 a 100 kg. Cada suíno adulto produz em média de 0,21 m³ a 0,24 m³ de dejetos por mês (Embrapa, 2002).



A nível de projeto, como mostrado na Tabela 2, foi desenvolvida uma recomendação prática, onde a quantidade de dejetos é estimada de acordo com o sistema produtivo utilizado pelo produtor e com o grau de desperdício da água na granja (Embrapa, 2002).

De acordo com Ferrarez et al. (2010), o cálculo da produção total de biogás de um granja pode ser feito por meio da Equação 1, considerando a produção diária de dejetos de cada suíno igual a 2,5 kg e a produção de 1 m³ de biogás a partir de 12 kg de dejetos de suíno.

Equação 1 - Produção de biogás

$$P_b = 365 n_s \cdot d_s \cdot V_{bs}$$

Fonte: Ferrarez et al. (2010).

Em que:

P_b = Produção anual de biogás (m³ ano⁻¹);

n_s = número total de suínos da granja (adimensional);

d_s = Produção diária de dejetos por suíno (kg); e

V_{bs} = Volume de biogás por quilo de dejetos de suíno (m³ kg⁻¹)

(Ferrarez et al., 2010).

Produção de energia

O cálculo da energia elétrica produzida a partir do biogás pode ser feito considerando a conversão

realizada por meio de Motor Ciclo Otto e Microturbina. Considerando-se como em Ferrarez et al. (2010), concentração de metano (CH₄) de 62% e o poder calorífico inferior do biogás igual a 22600 kJ m⁻³, pode-se aplicar a relação apresentada pela Equação 2.

Equação 2 - Energia elétrica gerada por motor de ciclo Otto

$$E_{mco} = PCI \cdot B_{restante} \cdot \eta_{motor} \cdot \Delta_{top,0,001}$$

Fonte: Ferrarez et al. (2010).

Em que:

E_{mco} = energia elétrica gerada por motor ciclo Otto (MWh);

PCI = poder calorífico inferior do biogás (kJ m⁻³);

$B_{restante}$ = biogás restante (m³ s⁻¹);

η_{motor} = rendimento do motor ciclo Otto (adimensional); e

Δ_{top} = tempo de operação do sistema (h ano⁻¹).

A energia gerada deve ser aplicada inicialmente nos pontos de demanda do próprio empreendimento. Além dos benefícios de independência energética, deve-se levar em conta a economia de recursos proporcionada pela geração própria. Nos cálculos do custo da produção de leitões (UPL) e de suínos em ciclo completo e nos cálculos do custo da produção da terminação a energia elétrica é considerada um custo variável no processo de produção (EMBRAPA, 2006).

Tabela 1 - Produção de esterco por suínos

Categoria	Esterco (kg dia ⁻¹)	Esterco + urina (kg dia ⁻¹)	Dejetos líquidos (litros dia ⁻¹)
Suínos (25 - 100 kg)	2,30	4,90	7,00
Porca gestação	3,60	11,00	16,00
Porca lactação + leitões	6,40	18,00	27,00
Cachaço	3,00	6,00	9,00
Leitões na creche	0,35	0,95	1,40

Fonte: Embrapa (2002).

Tabela 2 - Produção de esterco de acordo com o sistema produtivo

Tipo de granja	Nível de Diluição		
	Pouca	Média	Muita
Ciclo Completo (I Matriz ⁻¹)	100	150	200
UPL (I Matriz ⁻¹)	60	90	120
UT (I Matriz ⁻¹)	7,5	11,2	15

Fonte: Embrapa (2002).

Consumo de energia e análise de custos

O consumo específico nas granjas é estimado por Talamini et al. (2006), em 150 kWh por matriz alojada ao custo de 27 centavos e custo anual de R\$ 3.402,00. Os gastos com energia e combustível foram estimados em 0,5% dos gastos com mão-de-obra, rações e conservação e reparos, perfazendo um total de R\$ 336,10 por lote, R\$ 0,67 por animal, ou R\$ 0,006 por kg.

De acordo com Noronha & Gimenes (2008), o gasto específico com de energia em uma granja é de R\$ 2,16 e pelos dados levantados por Ferrarez et al. (2010), pode-se chegar a relação de 3,560872 mensalmente.

Para um empreendimento como uma granja de suínos, atualmente o melhor enquadramento tarifário é o de Tarifa Azul A4. Essa tarifação, de acordo com a resolução nº 1507 – Anexo I de 05/04/2013, vigorando a partir de 08/04/2013, estabelece tarifas de demanda e consumo, dentro e fora do período de ponta, como mostra a Tabela 3.

Método de otimização

A otimização é o processo de encontrar a melhor solução dentro de um conjunto de soluções para um determinado problema. No mundo real, muitos processos podem se beneficiar de uma alocação otimizada de recursos. Esses recursos, que podem incluir capital, equipamentos, tarefas, tempo, ou até mesmo largura de banda, devem ser bem alocados, nas quantidades corretas, nos momentos e durações corretas de forma a obter o melhor resultado possível. Normalmente os algoritmos de otimização são aplicados a problemas de difícil solução, e que envolvem significativas melhorias. Existem numerosas técnicas de otimização e a aplicação de cada uma delas depende essencialmente do tipo de problema (ILAB Sistemas, s.d.).

Tabela 3 - Tarifação energética

Demanda (\$ kWh ⁻¹)	HP	26,44
	HFP	7
	Ultrap. HP	52,88
	Ultrap. HFP	14
Consumo (\$ kWh ⁻¹)	HP Seco	0,27873
	HP Umido	0,27873
	HFP Seco	0,18052
	HFP Umido	0,18052

Programação por Restrições é um paradigma de programação que usa restrições para estabelecer as relações entre as variáveis. Na programação linear, as restrições usam as propriedades da solução a ser encontrada, sendo que uma restrição sobre uma sequência de variáveis é a relação entre essas restrições e seus domínios. As restrições podem ser vistas como um requisito que diz quais combinações de valores dos domínios das variáveis serão admitidas (Iizuka, 2012).

O conjunto de todos os possíveis estados do problema, onde se encontra a solução, denomina-se espaço de busca. Nas restrições, são formuladas condições que diminuem substancialmente a quantidade de buscas necessárias para se encontrar a solução do problema. Em tese, quanto maior for o número de restrições informadas ao sistema, menor será o número de possíveis soluções a serem analisadas e, portanto, melhor será o desempenho da aplicação (ILAB Sistemas, s.d.).

Neste estudo foram realizadas quatro simulações de sistemas de geração de energia elétrica a partir de biogás. Esses sistemas se baseiam na possibilidade de geração de energia dos geradores comerciais. Existem uma infinidade de grupos geradores de energia elétrica disponíveis no mercado. Os geradores utilizados estão descritos na Tabela 4.

Como os geradores são a diesel e são adaptados para que funcionem com biogás, o seu rendimento cai. Esse fato se deve ao menor rendimento do biogás em relação ao óleo diesel.

De acordo com Coldebella et al. (2008), a utilização do biogás como recurso energético se deve ao conteúdo de metano (CH₄) em sua composição. Em condições normais de temperatura e pressão (PTN) tem um poder calorífico inferior (PCI) de 9,9 kWh m⁻³. A equivalência média do gás em relação ao diesel é de 0,56325, e o consumo médio por um motor de combustão interna é de 0,45 m³ HP⁻¹h⁻¹.

Com base na capacidade de geração dos grupos-geradores de energia foram calculadas as necessidades de produção de biogás, o tamanho de rebanho e volume do biodigestor. Além desses dados foram calculados também a o volume de produção de resíduos, necessidade energética, o e investimento necessário para a implementação do biodigestor e do grupo-gerador.

O biodigestor utilizado para este estudo, assim como por Noronha & Gimenes (2008), é o com gasômetro



de PVC, modelo Sansuy, cujas especificações técnicas foram dadas pela EMBRAPA Suínos e Aves, tendo como preço de referência R\$ 150,00 da câmara de digestão.

Como método de otimização foi utilizado o método de Programação por Restrições explicado no item Método de Otimização.

Para este estudo utilizou-se os dados de consumo específico de Noronha & Gimenes (2008) e de distribuição de gasto com energia de Ferrarez et al. (2010), como base de cálculo para o consumo energético da granja.

O objetivo do modelo foi de minimizar os custos envolvidos na implementação desse sistema e encontrar o número mínimo para o rebanho em cada caso. O software utilizado na otimização do problema foi o Lingo 14.0 Versão Demo. O Lingo é um software para otimização de problemas lineares e não lineares, programação linear entre outros problemas da pesquisa operacional. Este software permite utilizar uma sintaxe específica para modelagem de problemas de forma concisa e simples. A função objetivo da modelagem é representada por:

Equação 3 - Função Objetivo

Minimizar: $C1 + C2 + C3 - C4$;

C1 - custo mensal de capital de geração de energia

C2 - custo do grupo-gerador

C3 - custo do biodigestor

C4 - receita mensal da venda de energia

As restrições foram elaboradas em relação as características levantadas com base na literatura. As restrições abordaram características como capacidade de produção de biogás, rendimento dos grupos-geradores, consumo dos grupos geradores, sua capacidade de geração de energia e seus custos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos pelas simulações quando comparados a casos reais se mostram bastante razoáveis.

Porém alguns valores se mostram incompatíveis para uma análise válida. Um desses valores é o de necessidade energética de uma granja de suínos.

Equação 4 - Resultados da simulação

	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Potência gerada (Wh)	35.000	150.000	275.000	590.000

Os valores de potência necessária para cada empreendimento apesar de terem sido estimados com base na literatura se mostraram a quem da necessidade real. Essa demanda na maioria das vezes varia de acordo com as instalações, as características construtivas, e características de manejo e gerenciamento de energia. Outro dado que necessita de um melhor levantamento de informações para sua especificação é o valor de implantação de biodigestores. Realizar cálculos baseados em estimativas é uma alternativa para métodos de otimização, porém quanto mais reais as informações mais factíveis são os resultados da otimização.

Apesar disso os dados de tamanho de rebanho se mostraram razoáveis e factíveis se comparados a empreendimentos reais. Nota-se que houve em todos os casos uma proporcionalidade entre os valores. Isso demonstra a validade dos resultados, de forma a manter o padrão de comportamento de crescimento dos valores em relação ao comportamento de crescimento do valor de investimento.

4. CONCLUSÃO

O modelo se mostrou útil para realização de estimativas de tamanho de rebanho necessário para a implantação de geradores de energia elétrica em granjas alimentadas a partir de biogás.

Os valores levantados para a realização da modelagem se mostraram razoáveis, porém há a necessidade de mais pesquisas em relação aos valores de custo de implantação de biodigestores e em relação aos valores de necessidades energéticas da granja. Esses valores além de possibilitarem a elaboração de um modelo mais real possibilita também a realização de análises de viabilidade e planejamento econômico.

O modelo mostrou-se bastante interessante para estudos de caso, visto que para este tipo de pesquisa os valores mensurados em cada caso podem ser aplicados ao modelo obtendo assim soluções bastante precisas.

5. LITERATURA CITADA

Alves, J. W. et al., 2001. *Nota técnica vii: Geração de energia a partir do biogás gerado por resíduos urbanos e rurais*, São Paulo: Centro Nacional de Referência em Biomassa.

- Anon., s.d. *Grupo Gerador de Energia á Diesel 150 Kva GBW150C- PRAMAC*. [Online]. Available at: <http://www.torchtools.com.br/loja/produto.php?loja=104633&IdProd=3405&parceiro=3149>. [Acesso em 10 12 2013].
- Anon., s.d. *Grupo Gerador de Energia á Diesel 275 Kva GSW275V- PRAMAC*. [Online] Available at: <http://www.torchtools.com.br/loja/produto.php?loja=104633&IdProd=3409&parceiro=3149>. [Acesso em 13 12 2013].
- Anon., s.d. *Grupo Gerador de Energia á Diesel 590 Kva GSW590V- PRAMAC*. [Online] Available at: <http://www.torchtools.com.br/loja/produto.php?loja=104633&IdProd=3417&parceiro=3149>. [Acesso em 10 12 2013].
- Anon., s.d. *Grupo Gerador Geramac S35-CL à Diesel / 35KVA - Trifásico 220V*. [Online] Available at: <http://curitibamaquinasepecas.com.br/Produto-1-GERADORES-DE-ENERGIA-Grupo-Gerador-Geramac-S35-CL-a-Diesel-35KVA-Trifasico-220V-versao-257-287.aspx>. [Acesso em 10 12 2013].
- Coldebella, A., Souza, S. N. M. d., Ferri, P. & Kolling, E. M., 2008. *Geração de energia elétrica através de um motor gerador utilizando biogás da suinocultura*. Paranaguá: s.n.
- Embrapa Emater/RS Suínos e Aves., 2002. *Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos*. Porto Alegre: Boletim Informativo BIPERS.
- EMBRAPA, 2006. *Boas Práticas de Produção de Suínos*, Concórdia: EMBRAPA.
- Ferrarez, A. H., Filho, D. O. & Teixeira, C. A., 2010. *INDEPENDÊNCIA ENERGÉTICA DE GRANJA SUINÍCOLA A PARTIR DO USO DE BIOGÁS*, Viçosa: Engenharia na agricultura.
- Godoy Júnior, E., Carrocci, L. R. & Silveira, J. L., s.d. *Biodigestores associados a sistema de cogeração para o aproveitamento do biogás produzido a partir de resíduos de suinocultura*. Guaratinguetá: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP Campus de Guaratinguetá – Departamento de Energia.
- Iizuka, V. d. A., 2012. *Programação por Restrições aplicada a Problemas de Rearranjo de Genomas*. Campinas: Universidade Estadual de Campinas. ILAB Sistemas, s.d. *Técnicas de Otimização*. [Online]. Available at: <http://www.ilab.com.br/tecnicas.html>. [Acesso em 07 12 2013].
- Miele, M. & Machado, J. S., 2010. *Panorama da carne suína brasileira*. [Online]. Available at: http://www.agroanalysis.com.br/especiais_detalhe.php?idEspecial=54
- Namuli, R., Pillay, P., Jaumard, B. & Laflamme, C., 2013. *Threshold herd size for commercial viability of biomass waste to energy conversion systems on rural farms*. Quebec: Applied Energy.
- Noronha, A. C. G. d. & Gimenes, R. M. T., 2008. *MENSURAÇÃO DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DE BIODIGESTORES NA SUNINOCULTURA*. Ribeirão Preto: V Encontro de Pesquisadores Latino-americanos de Cooperativismo.
- Refosco, D., 2011. *UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA SUINOCULTURA PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ATRAVÉS DO BIOGÁS E FERTILIZANTES ORGÂNICOS ESTUDO DE CASO: GRANJA MARMENTINI - DOIS VIZINHOS - PR*, Curitiba: INSTITUTO DE ENGENHARIA DO PARANÁ - IEP.
- Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento - Departamento de Economia Rural, 2013. *Suinocultura - Análise da Conjuntura Agropecuária*, s.l.: s.n.
- Sindigás, s.d. *Sindigás - Gás LP, Energia Brasileira*. [Online]. Available at: <http://www.sindigas.com.br/Estatistica/Default.aspx?cat=5&itemCount=1>. [Acesso em 09 12 2013].
- Souza, S. N. M. d., Pereira, W. C. & Pavan, A. A., s.d. *Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura*. Cascavel: UNIOESTE-CCET.



Talamini, D. J. D., Martins, F. M., Arboit, C. & Wolozsim, N., 2006. *Custos agregados da produção integrada de suínos nas fases de leitões e de terminação.*, Concórdia: Custos e @gronegocio on line.

Talamini, D. J. D., Martins, F. M., Arboit, C. & Wolozsim, N., 2006. *Custos agregados da produção integrada de suínos nas fases de leitões e de terminação.* s.l.:Custos e @gronegocio on line.

Recebido para publicação em 31/11/2014 e aprovado em 19/01/2016.

INCLUSIÓN Y ACUMULACIÓN DE Na^+ EN DIFERENTES ÓRGANOS DE LA VARIEDAD DE TRIGO CUBA-C-204 COMO RESPUESTA AL ESTRÉS SALINO

Leandris Argente^{1,2}, Jaime Garatuza Payán²; Enrico Yépez González², Jorge González Aguilera³

RESUMO - Se determinó la capacidad de inclusión y los sitios de retención de cationes en una variedad de trigo harinero Cuba-C-204, como posible indicador de toxicidad iónica y daño celular después de tratamiento salino, mediante técnicas de espectrofotometría de absorción atómica, fijación y microanálisis en diferentes órganos de la planta. Plantas fueron cultivadas por 35 días en condiciones de hidroponía en solución nutritiva con dos tratamientos (salinizada y control, con 88 mM de NaCl y sin NaCl, respectivamente). Se cuantificó el contenido catiónico en raíces, vainas y hojas, y en una muestra aleatoria de cada órgano seccionado. Como resultado del tratamiento salino observase que hubo mayor acumulación de Na^+ y Ca^{2+} en los diferentes órganos. En la parte de la raíz más próxima al tallo, y en la base y parte media de la vaina se observó inclusión y concentración significativas de Na^+ . En la hoja el Na^+ se acumuló en la parte más próxima a la lígula y el ápice, estando ausente en la parte media de la hoja. La mayor interferencia nutricional obtenida fue Na^+/K^+ en las vainas de las hojas, con una relación iónica media de 0.45. El contenido de Ca^{2+} en todos los casos fue superior en las plantas que crecieron en el medio salino y su concentración aumentó desde la raíz hasta las hojas. Existió congruencia entre los análisis espectrofotométricos y lo observado por microscopía electrónica. Los resultados obtenidos permiten aumentar el conocimiento que se tiene de la variedad como fuente de resistencia al estrés salino.

Palabras clave: contenido iónico, salinidad, espectrofotometría, microanálisis

INCLUSION AND ACCUMULATION Na^+ IN DIFFERENT ORGANS OF WHEAT VARIETY CUBA-C-204 IN RESPONSE TO SALT STRESS

ABSTRACT - It was determined the ability of inclusion and retention sites of cation mainly of Na^+ in Cuba-C-204 bread wheat variety as a possible indicator of ionic toxicity and cellular damage, using atomic absorption spectrophotometry, fixing and microanalysis techniques in different organs of the plant. Plants were grown for 35 days under hydroponics nutrient solution with two treatments (salinized and control, with 88 mM and without NaCl, respectively). The cation content in roots, veins and leaves, and a random sample of each severed organ was quantified. As a result of saline treatment observed there was greater accumulation of Na^+ and Ca^{2+} in different organs. In the part closest to the root stalk, and the middle base and the sheath portion and including significant Na^+ concentration was observed. In the leaves, the Na^+ accumulated in the part closest to the ligule and tip, however, not accumulated in the middle of the leaf. Most nutritional interference was obtained Na^+/K^+ in the leaf sheaths, with an average ratio of 0.45 ionic. The content of Ca^{2+} in all cases was higher in plants grown in saline and its concentration increased from the roots to the leaves. There was consistency between the spectrophotometric analysis and by electron microscopy was observed. The results allow to increase the knowledge we have of the variety as a source of resistance to salt stress.

Keywords: ion content, salinity, spectrophotometry, microanalysis

¹ Universidad de Granma, Carretera a Manzanillo, Km 17 ½ Peralejo. Bayamo. Cuba C.P. 85100. Email: oleinismora@gmail.com

² Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora. México. E-mail: garatuza@itson.edu.mx

³ Embrapa Trigo, Rodovia BR 285, Km 294 Caixa Postal 451 99001-970 Passo Fundo - RS. Email: j51173@yahoo.com



1. INTRODUCCIÓN

La concentración de iones en las células de las plantas resulta muy importante para poder asegurar la nutrición mineral y un potencial de solutos lo suficientemente bajo que le permita la absorción activa de agua cuando el potencial hídrico del suelo es bajo por la presencia excesiva de sales en el complejo absorbente del suelo (Munns & Gilliham, 2015). Sin embargo, cuando la concentración de algunas sales, por ejemplo Na^+ , es alta en los tejidos vegetales se producen efectos que afectan la funcionalidad bioquímica (Argentel et al., 2014), fisiológica (Argentel et al., 2013) y la productividad de la planta (Argentel et al., 2008).

Cultivos importantes como el trigo (*Triticum aestivum* L.) están siendo objeto de investigación para mejorar su adaptación en áreas afectadas por el estrés salino y obtener una mejora genética que permita una mayor selectividad de las membranas durante el proceso de inclusión iónica. Para la mayoría de los cultivos altas concentraciones de sales afectan el transporte osmótico, a partir del cual deviene un déficit nutricional y cuando la interferencia iónica con los elementos nutritivos es muy alta, ocurre, entonces, la toxicidad iónica (Argentel et al., 2013). Fisiológicamente, en condiciones de toxicidad iónica se afectan los procesos vitales de los distintos órganos y tejidos como la actividad enzimática, la funcionalidad de las membranas (transporte y selectividad) (Munns & Gilliham, 2015), disminución de la actividad fijadora del carbono como proceso importante de la fotosíntesis (Argentel et al., 2014), aceleración de la respiración y el consumo energético como modo de compensar el estrés (Jacoby et al., 2011), y finalmente todo repercute en la disminución de la productividad (Argentel et al., 2008).

Se han reportado y empleado numerosos métodos que permiten mostrar la composición de sales en las plantas, entre los que se podría citar la fotometría de llama y de absorción molecular entre otros. Estos métodos permiten cuantificar el contenido de los iones osmóticamente activos (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+}), pero no todos los resultados obtenidos son precisos, o no ofrecen una conclusión que permita explicar procesos y mecanismos fisiológicos y bioquímicos como respuesta a una condición de estrés como la salinidad, en muchas ocasiones (Benderradji et al., 2011).

La espectrofotometría de absorción atómica permite cuantificar iones en una muestra vegetal. Sin embargo,

en ocasiones al pasar los iones de un órgano a otro, se dificulta considerablemente entender el camino que estos iones recorren a través de la planta cuando se realiza la suma total respecto al total absorbido, viéndose alterada la cuantificación total (Shi et al., 2015). Esto impone la necesidad de explorar, con técnicas y herramientas más precisas como el microscopio electrónico, consiguiendo con este tener una mejor visión de hasta qué órgano llegan y se acumulan las sales y como se forman vacuolas acumulativas para evitar el daño celular y realizar el ajuste osmótico sin afectaciones severas a otros órganos y tejidos. Por ello, el estudio de la concentración y la acumulación de estas sales en el interior de las plantas, una vez sometidas a condiciones de estrés, pudiera ser un rasgo importante de tolerancia que permitiría explicar mecanismos que, aunque existe cierto grado de esclarecimiento, aún no están del todo descritos, como la inclusión y exclusión iónica.

Por la importancia de la producción de cereales y en particular el trigo, realizar estudios que permitan discernir todos aquellos factores que afectan y limitan la producción en determinados ambientes es de suma importancia, si consideramos que en la actualidad el incremento de sales y la conductividad eléctrica del extracto de saturación del suelo es una de las principales limitaciones que la cultura enfrenta (Tuberosa et al., 2011) donde la búsqueda por germoplasma resistente es una de las prioridades de los mejoradores.

El presente trabajo contiene parte de los resultados de un estudio realizado en la variedad de trigo Cuba-C-204 sometida a estrés salino en condiciones de solución nutritiva en invernadero, con los objetivos a evaluar el grado de inclusión iónica y su localización en diferentes órganos. La importancia del trabajo radica en que esta variedad posee un buen potencial genético productivo y gran capacidad de ajuste osmótico sin daño celular significativo, aún en suelos salinos, considerada como un importante progenitor para la mejora genética para dicho carácter y un modelo para entender los mecanismos que la planta desenvuelve en estas condiciones de estrés.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo empleamos la variedad de trigo de invierno primaveral cubana Cuba-C-204, primera variedad obtenida en Cuba por selección en el Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura

Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT) a partir de la variedad brasileña de trigo harinero “BH-1146”. Entre sus principales características se encuentran su alta productividad con poca exigencia de horas frío (unidades de calor) y su ciclo biológico precoz de 90 días determinado por Argentel et al. (2008).

Condiciones experimentales

El experimento fue conducido en condiciones de hidroponía en un invernadero perteneciente al laboratorio de Fisiología Vegetal del Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, Bayamo, Cuba. Se establecieron dos variantes experimentales [salinizado (88 mM de NaCl, conductividad eléctrica (CE) de 8 dS.m⁻¹ y presión osmótica de 0.27 MPa) y control (CE de 0.36 dS.m⁻¹ y presión osmótica de 0.076 MPa sin adición de NaCl)] siguiendo un diseño experimental completamente aleatorizado con cuatro repeticiones.

Solución nutritiva descrita por Hoagland & Arnon (1950) fue empleada, usando un volumen inicial de 5 L y ajustado diariamente el pH a 6.0. Un total de 80 semillas por tratamiento, de ellas 20 por repetición, fue empleado. Bandejas plásticas rectangulares transparentes de 50x39x20 cm de largo, ancho y altura respectivamente fueron empleadas, cubiertas con papel aluminio para evitar la entrada lateral de luz (Figura 1). La aireación de las soluciones, en cada bandeja, se realizó con bombas aireadoras (MELLIN 2.8) que distribuían el aire a cada bandeja con mangueras plásticas

transparentes de 3 mm de diámetro. Las bandejas fueron mantenidas en invernadero con fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 de oscuridad.

Contenido iónico en diferentes órganos

Al término de 35 días posteriores a la germinación, se tomaron de forma aleatoria 10 plantas completas por repetición en cada tratamiento hasta obtener una masa fresca de 5.10g de raíces e igual cantidad de la parte aérea, separadas en vainas y hojas. Después de determinar el peso fresco de las muestras, se lavaron con agua destilada y se introdujeron en bolsas de papel para su secado en estufa (DK- 83) a una temperatura constante de 75 °C durante 72 horas hasta peso constante. Una vez secas, las muestras se maceraron en morteros de porcelana, y luego fue tomada una muestra de 0.20 g para proceder según las respectivas metodologías.

Los cationes y el fósforo fueron extraídos con una mezcla de ácidos (H₂SO₄; HNO₃; HClO₄) en proporción 1:10:4 (v/v) respectivamente. Las concentraciones de Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ y Na⁺ en el extracto se determinaron por fotometría de absorción en un espectrofotómetro de absorción atómica SHIMATSU AA-660. El contenido de fósforo se determinó por el método de espectroscopía de absorción molecular (colorimetría) a una longitud de onda de 660 nm. El color fue desarrollado mediante la adición de azul molibdeno. El destino de las sales (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ y Na⁺) en los diferentes órganos fue



Figura 1 - A la izquierda imagen representativa de la distribución de las plantas en las bandejas empleadas en el experimento en condiciones de hidroponía. A la derecha imagen mostrando la diferencia en el crecimiento de la variedad en condiciones de salinidad (88 mM de NaCl) y sin salinidad.

confirmado usando microscopio electrónico, desarrollando barrido y microanálisis. Se determinaron las relaciones iónicas de los cationes en relación al Na^+ , mediante el cociente de su concentración.

Técnicas de Fijación y Microanálisis

Las diferentes muestras de raíces, vainas y hojas fueron fraccionadas en tres partes, parte inferior, media y superior, y luego debidamente identificadas y recubiertas con una fina malla de cobre para su estudio, empleando glutaraldehído al 2% para la formación de puentes en los tejidos hasta conseguir la fijación rápida. Se realizó una “congelación rápida” con nitrógeno líquido para la preservación de las características moleculares y la composición química estable en los tejidos. Posteriormente se llevaron al microscopio electrónico para cuantificar y observar los iones, fundamentalmente el destino y acumulación de sodio en cada órgano realizando observaciones en 3D, 10nm y un aumento hasta de 20,000x.

Análisis estadísticos.

Se calculó la media y la desviación estándar del contenido de todos los cationes y aniones determinados en ambas condiciones (tratamiento salino y tratamiento control) y se establecieron las diferencias mediante la prueba de *t* de Student para niveles de significación de 5% y 1%.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de crecer la variedad Cuba-C-204 en condiciones de hidroponía con dos niveles de salinidad [solución salinizada a base de NaCl (88 mM) una CE de 8 dS.m^{-1} y sin NaCl con CE de 0.36 dS.m^{-1}], contactase el daño aparente y la reducción del crecimiento que sufre la variedad en condiciones de salinidad (Figura 1) y junto con esto observase una variación en el contenido catiónico de la raíz, la vaina y las hojas dependiente del tratamiento aplicado (Tabla 1).

Contenido catiónico en diferentes órganos

Al evaluar el contenido catiónico en los diferentes órganos de la planta evaluados, podemos apreciar que el contenido de Na^+ en los órganos presentó diferencias significativas ($P < 0.001$) entre los tratamientos en la variedad estudiada y su incremento vario, siendo mayor el contenido en la raíz > vainas > hojas, demostrando la capacidad de inclusión de esta variedad

para mantener un potencial hídrico radicular más bajo que permite la absorción de agua y la continuidad del crecimiento como estrategia de adaptación al estrés aplicado (Tabla 1).

A nivel foliar, si consideramos las vainas y las hojas, el contenido de Na^+ disminuyó respecto al radicular pero su concentración fue siempre superior en el tratamiento salinizado, demostrándose con ello que existió inclusión de Na^+ . Según Munns et al. (2012), esta disminución tiene lugar por la selectividad de las membranas de las células de las raíces (las membranas de las células periféricas de la banda de Gasparay) para evitar la toxicidad iónica en las hojas una vez que se produce el cambio de locación apoplástica a simplástica.

Algunos resultados en trigo han demostrado que la mayoría de las variedades hexaploides (trigos harineros) incluyen significativamente Na^+ cuando se establecen en un medio salino, siendo los valores máximos de tolerancia $90 \mu\text{mol.g}^{-1}\text{ms}$ sin que ocurra la toxicidad iónica (Byrt et al., 2014), y variando esta respuesta en relación a la existencia de variabilidad genética para este carácter (Munns & Gilliham, 2015).

Tanto en las raíces como en las vainas el contenido de potasio y de magnesio disminuyó significativamente en el tratamiento salino respecto al control (Tabla 1), aunque en raíces se acumuló la mayor cantidad de potasio, mientras que valores del indicador en las vainas y las hojas fueron similares. Este resultado denota que, aunque existió interferencia nutricional Na^+/K^+ , existió acumulación activa del potasio, quizás por su importancia en la actividad enzimática fundamentalmente y por la actividad en la osmorregulación (Hamamoto et al., 2015). Algunos estudios demuestran que en condiciones de salinidad ocurre una disminución de los valores de potasio por la escasa selectividad del antitransportador Na^+/K^+ cuando la concentración de sodio es considerablemente alta. En estos casos ocurre la interferencia nutricional, llamado efecto nutricional y cuando el antitransportador Na^+/K^+ se desestabiliza totalmente, ocurre la toxicidad iónica y el daño celular (Munns et al., 2012).

El contenido de calcio se incrementó significativamente en los tres órganos evaluados en el medio salino y se produjo un incremento desde la raíz hasta la hoja (Tabla 1). El papel del ión Ca^{2+} en la respuesta de las plantas a salinidad resulta esencial,

Tabla 1 - Contenido catiónico y relación iónica en raíces, vainas y hojas de plantas de la variedad de trigo Cuba-C-204 sometidas a estrés salino

Órgano	Contenido catiónico(μmol.g ⁻¹ ms)									
	Na ⁺		K ⁺		Ca ²⁺		Mg ²⁺		P ²⁺	
	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S
Raíces	9,66	103,01**	258,62	101,01**	5,95	8,42**	26,66	16,74**	52,84	88,87**
Vainas	5,67	67,21 **	116,43	80,74**	7,11	10,51**	16,66	25,73**	42,32	38,23*
Hojas	1,12	3,32 **	123,14	81,11**	5,23	22,21**	79,14	75,60*	53,60	38,14**

* y ** Representa diferencias significativas para el 5% y 1% el respectivamente por la prueba de t-Student; C y S, representan tratamiento control y salino, respectivamente.

por su papel señalizador y estabilizador de membranas y su efecto sobre la actividad de algunos transportadores iónicos (Uehlein et al., 2009). La presencia de Ca²⁺ puede reducir la magnitud del efecto negativo de la salinidad en el crecimiento, fenómeno que se ha atribuido al efecto estabilizador de la membrana y al mantenimiento de su capacidad selectiva. En la actualidad se sabe que el papel del Ca²⁺ es complejo, ya que actúa como intermediario en la cascada de señales que conducen a la transcripción de numerosos genes involucrados en la respuesta adaptativa a la salinidad (Munns et al., 2006).

Por su vez el contenido de magnesio disminuyó significativamente en las raíces (Tabla 1), y fue mayor en las hojas, aspecto que esta correlacionado con el contenido de clorofila, por ser éste su ion central en este proceso (James et al., 2011).

He esperado que las afectaciones en la inclusión de Na⁺ provoquen alteraciones en el aparato fotosintético por el papel que juega en la conformación de la clorofila (Kiani-Poulla & Rasouli, 2014), dependiendo esta respuesta del grado de tolerancia de la variedad, por ello la identificación y evaluación de variedades tiene gran importancia para encontrar posibles progenitores con alta respuesta productiva en condiciones salinas (Munns et al., 2012).

El contenido de fósforo en las raíces fue superior en el medio salino, mientras que en las vainas y hojas su concentración disminuyó respecto al tratamiento control y al contenido en raíces en el medio salino (Tabla 1). Otros trabajos han identificado este mismo resultado en condiciones de salinidad donde el contenido de fósforo en las raíces se incrementa significativamente debido al consumo del ATP quedando una cantidad considerable de fósforo inorgánico. Su consumo energético es fundamentalmente causado por la actividad

de las ATPasas de las membranas de las células periféricas de la banda de Gasparay mientras que en la parte foliar la síntesis de ATP es más alta y la presencia de fósforo inorgánico es menor (Iqbal & Ashraf, 2013).

Distintos ejemplos permiten comprobar que la expresión de genes relacionados con la homeostasis iónica, a través de la actividad o la regulación de los sistemas de transporte, aumentan la tolerancia al estrés salino (Munns et al., 2012; Nguyen et al., 2013). La tolerancia de un cultivo a la salinidad, basado en la inclusión de iones es un carácter complejo y de difícil mejora debido al elevado pleiotropismo de los genes involucrados en la tolerancia. Generalmente los mejoradores adoptan posiciones que apuntan a la evaluación de la tolerancia asociada al crecimiento, acumulación de materia seca y mayor rendimiento agrícola, en condiciones de alta concentración de sales en el suelo (función de la variabilidad natural de la salinidad) o en condiciones de hidroponía (donde la variación del contenido de sales es controlada) (Munns & Gilliam, 2015). Unido a esto, la inclusión y exclusión de iones son considerados indicadores muy precisos, porque dan la medida de la capacidad de ajuste osmótico y por consiguiente de adaptación a la salinidad en los suelos (Hongbo et al, 2006), de ahí la importancia de su determinación y de los posibles sitios de acumulación en las variedades para su recomendación como posibles parentales en los programas de mejora genética.

La entrada de K⁺ y Na⁺ en la célula se produce por la acción de transportadores y canales iónicos del plasmalema. Por su parte la extrusión del Na⁺ puede ocurrir como medida para evitar el daño celular. Otro mecanismo importante para conseguir la reducción del Na⁺ citosólico es la expulsión al medio extracelular. La extrusión de Na⁺ en la mayoría en plantas superiores



está mediada por antiportadores Na^+/H^+ del plasmalema (Byrt et al., 2014), de ahí que resulta extremadamente importante entonces saber la localización de estos iones dentro de la planta, ya sea en el apoplasto o en el simplasto.

Contenido catiónico en diferentes secciones de órganos

Al seccionar la raíz (parte inferior, media y próxima al tallo) para determinar los sitios de localización de Na^+ en plantas sometidas a estrés salino se observó que en la parte inferior donde se produjo la mayor acumulación (Figura 2a). Sin embargo, se observó disminución del contenido de Ca^{2+} en esta parte, respecto a la parte media (lugar donde se encontró mayor concentración). Quizás en esta región (banda de *Casparay*) el Ca^{2+} fue transportado rápidamente hacia la parte foliar para jugar su papel estabilizador de membranas. Como elemento significativo se destaca que siempre el contenido de fósforo fue alto en este órgano, con poca diferencia entre las distintas partes seccionadas y una tendencia a aumentar de la parte inferior hasta las proximidades del tallo (Figura 2a).

Una de las características diferenciales entre especies tolerantes o sensibles al estrés salino ya descritas es la capacidad de transportar los iones Na^+ desde la raíz a la parte aérea y la retranslocación inversa posterior (este elemento poco explicado aún) (James et al., 2011). Otros trabajos han señalado diferencias en la actividad de ATPasas de plasmalema y tonoplasto en las raíces de cultivos tolerantes y sensibles de cebada (*Hordeum vulgare* L.) y arroz (*Oryza sativa* L.); posiblemente relacionadas a las diferencias en la compartimentación radical del Na^+ y su retranslocación desde la parte aérea (Karimi et al., 2005). Los cambios inducidos por el estrés salino en la ultra estructura, morfología y desarrollo de

tejidos especializados (endodermis y exodermis) de la raíz reflejan los cambios adaptativos conducentes al control de la absorción y transporte de agua e iones a la parte aérea, así como su acumulación (Kasukabe et al., 2004), aspecto que es importante estudiar al detalle.

En la vaina se acumuló la mayor cantidad de sodio del total encontrado en el área foliar (Tabla 1) y su mayor localización fue inmediatamente después de la base del tallo (parte basal de la vaina, denominada como parte inferior) (Figura 2b). De igual modo se encontró un alto contenido de fósforo en las partes basal y media de este órgano. La mayor interferencia nutricional del sodio se observó en el catión potásico, con una relación iónica media de 0.45. En las partes media y más próxima a la lígula se elevó la concentración de calcio, siendo este el catión mayoritario en la parte próxima a la lígula con una relación iónica de 2.66. Al mismo tiempo se encontró el mayor contenido de magnesio en esta parte de la vaina (Figura 2b). En las hojas se observó mayor homogeneidad de concentraciones en los tres fragmentos (Figura 2c), con la particularidad de que en la parte media no se encontró presencia de sodio. Además, la concentración de Mg^{2+} fue similar en los tres fragmentos y su relación con la concentración de Na^+ fue de 2.77 en media (dados no mostrados).

Al realizar el microanálisis a los tres fragmentos de la hoja para buscar más detalladamente la localización del Na^+ se confirmó la ausencia total de sodio en la parte media de la hoja y una mayor diversidad iónica, observándose C, O, Zn y S (Figura 3). Quizás el sodio tenga un efecto nutricional marcado sobre estos elementos. Algunos estudios han demostrado que la

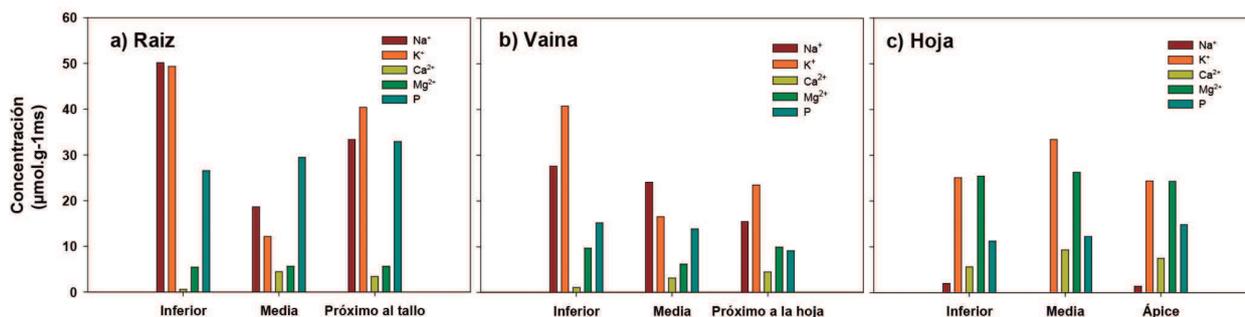


Figura 2 - Determinación de sitios de acumulación de cationes realizado en diferentes secciones de tres órganos [raíz (a), vaina (b) y hoja (c)] de la variedad de trigo Cuba-C-204 crecida en condiciones de estrés salino con 88 mM de NaCl.

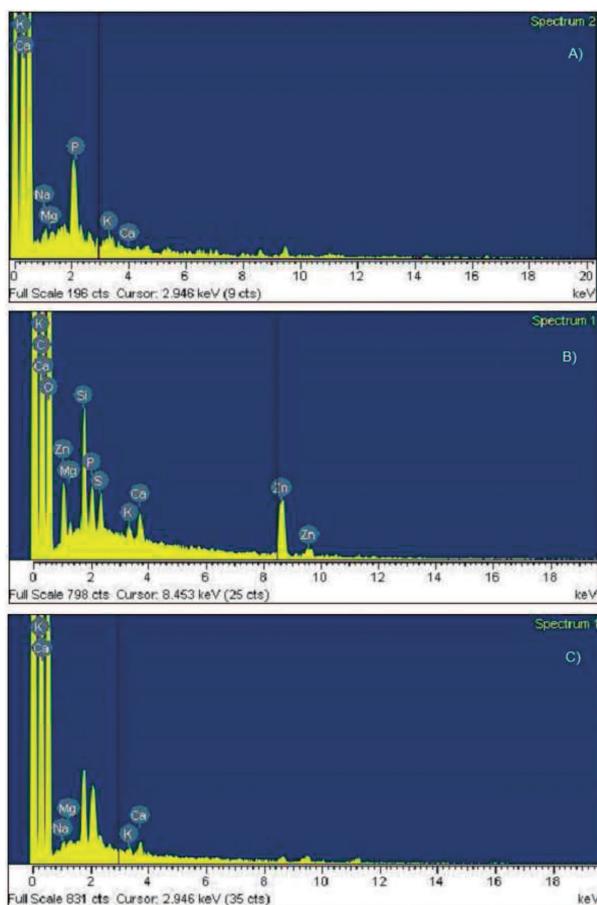


Figura 3 - Determinación de cationes por microanálisis realizado en la parte más inferior de parte basal de la hoja (a), parte media (b) y parte próxima al ápice de la hoja (c) de la variedad de trigo Cuba-C-204 en un medio salino con 88 mM de NaCl

interferencia nutricional (efecto nutricional de la salinidad) es atribuido mayormente al contenido de sodio (Munns et al., 2012).

Fundamentalmente en la parte media de la hoja (Figura 3b), donde generalmente la actividad bioquímica es más alta, se encontró la mayor cantidad de potasio y calcio. La presencia mayoritaria de estos dos cationes verifica su empleo en el ajuste osmótico y en general para la homeostasis celular (Munns et al., 2012). En este fragmento de la hoja se observó además un alto porcentaje de carbono (Figura 3b), aspecto que denota la eficiencia de la actividad fijadora de la enzima RubisCO en esta variedad aún en condiciones de salinidad elevada (Argente et al., 2014).

En las partes basal y apical de la hoja se observó sodio en las vacuolas, incluso se pudo fijar el catión mediante técnicas de fijación (en la base de la hoja) como es mostrado en la Figura 4.

La técnicas de microanálisis y fijación empleadas contribuyeron a verificar que de los 3.32 $\mu\text{molg}^{-1}\text{ms}$ de sodio acumulados en la hoja de la variedad de trigo Cuba-C-204, obtenido por espectrofotometría de absorción atómica se distribuyó en la parte basal y apical y que la parte de mayor actividad metabólica no se acumuló Na⁺ en el tejido parenquimático en general. Este resultado obtenido puede contribuir a esclarecer estudios sobre la inclusión y la extrucción iónica durante la adaptación de las plantas a la salinidad, el mantenimiento de la actividad bioquímica en condiciones de estrés salino (Deák et al., 2011) y para evitar el daño celular causado por cationes como el Na⁺.

En ocasiones el flujo de agua provocado por la transpiración produce el movimiento de sales que pueden resultar tóxicas como el Na⁺ desde las raíces hasta las hojas en múltiples especies y las plantas consiguen disminuir su potencial osmótico y en consecuencia el hídrico mediante la acumulación activa de cationes, pero cuando la selectividad iónica disminuye puede propiciar la toxicidad iónica (Hauser & Horie, 2010). En las raíces, los solutos que entran siguiendo el flujo transpiratorio, se mueven por el apoplasto, y atraviesan la membrana de una célula radical, continúan su transporte por el simplasto hasta alcanzar el xilema (Hamamoto et al., 2015). En teoría, el movimiento de

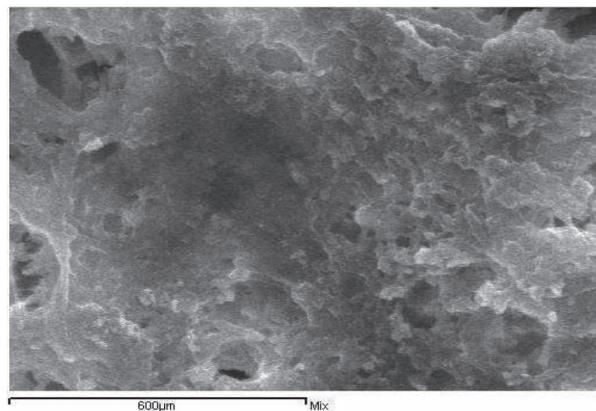


Figura 4 - Fijación del Na⁺ en el microscopio electrónico. Los puntos rojos denotan lugares donde se observó el sodio en la vacuola (determinación realizada a 600 μm)

iones por el apoplasto se interrumpe en la endodermis: la impermeabilidad de las paredes de las células endodérmicas engrosadas con suberina y lignina (banda de *Caspar*) impiden el libre flujo (Jacoby et al., 2011). En este punto, los iones deberían atravesar la barrera selectiva de las membranas hasta los vasos del xilema. Sin embargo, en algunas especies como arroz, existen sitios de paso donde los iones pueden saltarse la barrera selectiva de membranas y continuar en el flujo transpiratorio por vía apoplástica incluso hasta las células oclusivas (Kasukabe et al., 2004) y allí pueden propiciar el daño celular, dependiendo del grado de tolerancia de la especie y/o variedad. En todo este camino hasta llegar a la hoja, durante el flujo de iones, éstos encuentran células especializadas con un sistema vacuolar desarrollado. Tal es el caso del trigo que hemos evaluado, la variedad Cuba-C-204, donde los sistemas de transporte a través de membranas plasmática o vacuolar descritos previamente pueden contribuir a la selectividad en el transporte de iones a las hojas lo que refuerza los resultados que se han obtenido aquí.

Actualmente se sostiene que el carácter poligénico de la tolerancia al estrés salino ha sido el principal obstáculo para la mejora genética (Hauser & Horie, 2010; Argente et al., 2013). Por métodos de mejora genética tradicional, como selección y cruzamientos, se han conseguido variedades o líneas más productivas para condiciones de salinidad en cultivos como alfalfa (Cornacchione & Suarez, 2015), sorgo (Munns & Gilliam, 2015) y trigo (Byrt et al., 2014), pero entre los efectos de la salinidad en la fisiología de las plantas lo más difícil de esclarecer ha sido la toxicidad iónica dado que las plantas incluyen sales que pueden propiciar daños irreparables en los tejidos y afectar su productividad en general (Ramezani et al., 2013). El proceso de la mejora genética para este carácter ha tenido éxito dependiendo de la variabilidad genética y la heredabilidad para el carácter de tolerancia del cultivo (Tuberosa et al., 2011) de ahí la importancia de estudiar al detalle el proceso de inclusión y los sitios de acumulación de las sales en variedades que muestran tolerancia para este carácter. Tales estudios permitirán la recomendación como posible parental para implementar programas de mejora genética y además su recomendación para ser establecidas en ecosistemas frágiles y degradados donde otras especies no muestran un buen potencial genético productivo por existir en los suelos conductividades eléctricas elevadas producto al alto contenido de Na^+ .

En conclusión, esta es la primera vez que este tipo de estudio es realizado a una variedad cubana a este nivel de detalle. Para las condiciones de salinidad estudiadas, la variedad mostro interferencia nutricional del catión Na^+ en el P^{2+} , así como, alta variabilidad de la inclusión de Na^+ en los tres órganos vegetales con mayor inclusión en las raíces > vainas > hojas, siendo la parte media de la hoja el único local donde dejó de acumularse Na^+ . Las técnicas empleadas se mostraran adecuadas y permitieron verificar los sitios de retención y acumulación de catión y en especial Na^+ . La información obtenida permite confirmar la variedad Cuba-C-204 como genotipo capaz de generar nuevas variedades con la capacidad de incluir Na^+ y promover tolerancia a salinidad.

4. LITERATURA CITADA

ARGENTEL, L.; GONZÁLEZ, L. M.; AGUILAR, R. L.; FONSECA, I. Efectos de la salinidad en las variables hídricas potenciales hídrico y osmótico y ajuste osmótico en cultivares cubanos de trigo (*Triticum aestivum* L. y *T. durum* L.). **Cultivos Tropicales**, v.34, n.4, p.43-48, 2013.

ARGENTEL, L.; GONZÁLEZ, L. M.; LÓPEZ, R.; FONSECA, I.; GIRÓN, R. Efecto de la salinidad sobre la fenología, los componentes del rendimiento y su relación con la tolerancia varietal (*Triticum aestivum* L. y *T. durum* L.). **Cultivos Tropicales**, v.29, n.3, p.53-57, 2008.

ARGENTEL, L.; LÓPEZ, R. D.; GONZÁLEZ, L. M.; ORTEGA, E.; RODÉS, R.; FERNÁNDEZ, Y. Actividad de la enzima ribulosa 1,5-bifosfato carboxilasa/oxigenasa en variedades de trigo en condiciones de salinidad. **Centro Agrícola**, v.41, n.3, p.85-91, 2014.

BENDERRADJI, L.; BRINI, F.; AMAR, S. B.; KELLOU, K.; AZAZA, J.; MASMOUDI, K.; BOUZERZOUR, H.; HANIN, M. Sodium transport in the seedlings of two bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes showing contrasting salt stress tolerance. **Australian Journal of Crop Science**, v.5, n.3, p.233–241, 2011.

BYRT, C. S.; XU, B.; KRISHNAN, M.; LIGHTFOOT, D. J.; ATHMAN, A.; JACOBS, A. K.; WATSON-HAIGH, N. S.; PLETT, D.; MUNNS, R.; TESTER, M.; GILLIAM, M. The Na^+ transporter, TaHKT1; 5 D, limits shoot Na^+ accumulation in bread wheat. **The Plant Journal**, v. 80, n.3, p.516-526, 2014.



CORNACCHIONE, M. V.; SUAREZ, D. L. Emergence, forage production, and ion relations of alfalfa in response to saline waters. **Crop Science**, v.55, n.1, p.444-457, 2015.

DEÁK, C.; JÄGER, K.; FÁBIÁN, A.; NAGY, V.; ALBERT, Z.; MISKÓ, A.; BARNABÁS, B.; PAPP, I. Investigation of physiological responses and leaf morphological traits of wheat genotypes with contrasting drought stress tolerance. **Acta Biologica Szegediensis**, v.55, n.1, p.69–71, 2011.

HAMAMOTO, S.; HORIE, T.; HAUSER, F.; DEINLEIN, U.; SCHROEDER, J. I.; UOZUMI, N. HKT transporters mediate salt stress resistance in plants: from structure and function to the field. **Current opinion in biotechnology**, v.32, p.113-120, 2015.

HAUSER, F.; HORIE, T. A conserved primary salt tolerance mechanism mediated by HKT transporters: a mechanism for sodium exclusion and maintenance of high K⁺/Na⁺ ratio in leaves during salinity stress. **Plant Cell Environment**, v.33, n.4, p.552-565, 2010.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water-culture for growing plants without soil. California: **California Agricultural Experiment Station**, Circ. 347, 1950, 32p.

HONGBO, S.; ZONGSUO, L.; MINGN, S. Osmotic regulation of 10 wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes at soil water deficits. **Colloids and Surf. Biointerfaces**, v.47, n.2, p.132-139, 2006.

IQBAL, M.; ASHRAF, M. Gibberellic acid mediated induction of salt tolerance in wheat plants: growth, ionic partitioning, photosynthesis, yield and hormonal homeostasis. **Environmental and Experimental Botany**, v.86, p.76-85, 2013.

JACOBY, R. P.; TAYLOR, N. L.; MILLAR, A. H. The role of mitochondrial respiration in salinity tolerance. **Trends in plant science**, v.16, n.11, p.614-623, 2011.

JAMES, R. A.; BLAKE, C.; BYRT, C. S.; MUNNS, R. Major genes for Na⁺ exclusion, Nax1 and Nax2 (wheat HKT1; 4 and HKT1; 5), decrease Na⁺ accumulation in bread wheat leaves under saline and waterlogged conditions. **Journal of experimental botany**, v.62, n.8, p.2939-2947, 2011.

KARIMI, G.; GHORBANLI, M.; HEIDARI, H.; KHAVARI NEJAD, R. A.; ASSAREH, M. H. The effects of NaCl on growth, water relations, osmolytes and ion content in *Kochia prostrata*. **Biologia Plantarum**, v.49, n.2, p.301-304, 2005.

KASUKABE, Y.; HE, L.; NADA, K.; MISAWA, S.; IHARA, I.; TACHIBANA, S. Overexpression of Spermidine Synthase Enhances Tolerance to Multiple Environmental Stresses and Up-Regulates the Expression of Various Stress-Regulated Genes in Transgenic Arabidopsis thaliana. **Plant Cell Physiol**, v.45, p.712-722, 2004.

KIANI-POULLA, A.; RASOULI, F. The potential of leaf chlorophyll content to screen bread-wheat genotypes in saline condition. **Photosintetic**, v.52, n.2, p.288-300, 2014.

MUNNS, R.; GILLIHAM, M. Salinity tolerance of crops – what is the cost?. **New Phytol**, v.208, n.3, p.668-673, 2015.

MUNNS, R.; JAMES, R. A.; LÄUCHLI, A. Approaches to increasing salt tolerance of wheat and other cereals. **Journal of Experimental Botany**, v.57, n.5, p.1025-1043, 2006.

MUNNS, R.; JAMES, R. A.; XU, B.; ATHMAN, A.; CONN, S. J.; JORDANS, C.; GILLIHAM, M. Wheat grain yield on saline soils is improved by an ancestral Na⁺ transporter gene. **Nature biotechnology**, v.30, n.4, p.360-364, 2012.

NGUYEN, V. L.; RIBOT, S. A.; DOLSTRA, O.; NIKS, R. E.; VISSER, R. G.; VAN DER LINDEN, C. G. Identification of quantitative trait loci for ion homeostasis and salt tolerance in barley (*Hordeum vulgare* L.). **Molecular Breeding**, v.31, n.1, p.137-152, 2013.

RAMEZANI, A.; NIAZI, A.; ABOLIMOGHADAM, A. A.; BABGOHARI, M. Z.; DEIHIMI, T.; EBRAHIMI, M.; EBRAHIMIE, E. Quantitative expression analysis of TaSOS1 and TaSOS4 genes in cultivated and wild wheat plants under salt stress. **Molecular biotechnology**, v.53, n.2, p.189-197, 2013.



SHI, G. L.; ZHU, S.; MENG, J. R.; QIAN, M.; YANG, N.; LOU, L. Q.; CAI, Q. S. Variation in arsenic accumulation and translocation among wheat cultivars: The relationship between arsenic accumulation, efflux by wheat roots and arsenate tolerance of wheat seedlings. **Journal of hazardous materials**, v.30, n.289, p.190-196, 2015.

TUBEROSA, R.; MACCAFERRI, M.; COLALONGO, C. Molecular Breeding for a Changing Climate: Bridging Ecophysiology. In: Crop stress management and global climate change, CABI **Climate Change Series**, v.2, p.122-171, 2011.

UEHLEIN N.; LOVISOLO C.; SIEFRITZ F.; KALDENHOFF R. The tobacco aquaporin NtAQP1 is a membrane CO₂ pore with physiological functions. **Nature**, v.425, p.734-737, 2009.

Recebido para publicação em 01/03/2016 e aprovado em 11/06/2016.

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA SOBRE A CLASSIFICAÇÃO E APARÊNCIA DOS FRUTOS DE MARACUJAZEIRO-AMARELO¹

Anália Lúcia Vieira Pacheco², Mateus Francisco Pagliarini³, Gerival Vieira⁴, Gilberto Bernardo de Freitas⁴

RESUMO - Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a influência da adubação orgânica sobre a classificação e aparência (número de defeitos) dos frutos de maracujazeiro-amarelo. O experimento foi estabelecido num latossolo vermelho amarelo, em Visconde do Rio Branco, MG. Os tratamentos foram três tipos de adubações aplicadas no pomar: mineral (MIN) recomendada para a cultura; orgânica (ORG), equivalente à adubação potássica recomendada para a cultura e o dobro da dose do tratamento ORG (2 × ORG). Na adubação orgânica utilizou-se o esterco bovino parcialmente curtido. Durante 14 semanas de colheita, os frutos foram classificados, de acordo com a massa, em tipo A (acima de 175 g), B (entre 125 e 175 g) e C (abaixo de 125 g), e, posteriormente, contabilizou-se a porcentagem de defeitos leves e graves nos frutos. Mais da metade dos frutos colhidos apresentaram massa inferior a 125 g. O valor médio da porcentagem de defeitos leves foi de 29,26% e de graves foi de 5,36%. A classificação dos frutos e o número de defeitos não foram influenciados pelas adubações. Conclui-se que para o mercado de frutos de maracujazeiro-amarelo, in natura, a utilização de esterco bovino em substituição à adubação mineral não gera prejuízos na classificação e na aparência dos frutos.

Palavras-chave: defeitos, qualidade, *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener.

INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZATION ON CLASSIFICATION AND APPEARANCE OF THE YELLOW PASSION FRUIT

ABSTRACT - This research aimed to evaluate the influence of organic fertilization on the classification and appearance (number of defects) the fruits of yellow passion fruit. The experiment was established in a yellow oxisol in Visconde do Rio Branco, Minas Gerais. The treatments were three types of fertilizers applied in the orchard: mineral (MIN) recommended for culture; organic (ORG), equivalent to potassium fertilization recommended for the culture and the double dose of ORG treatment (2 × ORG). In the organic fertilizer used the cattle manure. During 14 weeks of harvesting the fruit were classified according to weight in type A (above 175 g), B (between 125 and 175 g) and C (below 125 g), and subsequently is recorded, the percentage of mild and severe defects in the fruit. More than half of harvested fruits have mass less than 125 g. The average percentage of small defects was 29.26% and 5.36% were severe. The classification of the fruit and the number of defects were not affected by fertilization. It is concluded that for the fruits of yellow passion fruit market, in natura, the use of manure as organic fertilizer supply can replace mineral fertilizer without generating losses in the classification and appearance of the fruit

Keywords: defects, quality, *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener

¹ Parte da dissertação de Mestrado em Fitotecnia, UFV, do segundo autor.

² Engenheira-Agrônoma, Doutoranda. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Avenida Peter Henry Rolfs, s/n, 36570-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. (31) 3899-1326. analia.pacheco@ufv.br (autora para correspondência).

³ Engenheiro-Agrônomo, Mestre. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, 36.570-000 - Viçosa, Minas Gerais, Brasil. matpagliarini@gmail.com

⁴ Engenheiros-Agrônomos, DS. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Av. Peter Henry Rolfs, s/n, 36.570-000 - Viçosa, Minas Gerais, Brasil. gerival@ufv.br, bernardo@ufv.br



1. INTRODUÇÃO

A cultura do maracujazeiro demanda grandes quantidades de nutrientes, sendo o nitrogênio (N) e o potássio (K) os nutrientes mais exportados pela colheita (Haag et al., 1973). Pesquisas têm verificado influência da adubação nas características externas dos frutos, como na aparência, no tamanho, na rugosidade da casca, e nas características internas, como na percentagem de suco, no teor de sólidos solúveis e no índice de acidez e em distúrbios fisiológicos. Os efeitos da adubação variam com a espécie, com os tipos e as quantidades de adubos (Weston e Barth, 1997; Mattheis e Fellman, 1999). Contudo, Carvalho et al. (2000) e Borges et al. (2003) verificaram que doses crescentes de N não tiveram influência no peso médio e em outras características qualitativas dos frutos. Borges et al. (2003) e Araújo et al. (2005) observaram também que o peso médio dos frutos não sofreram acréscimo com aumento da dose de K₂O aplicada ao solo.

Considerando-se que os adubos correspondem a 18,6% do custo operacional efetivo de produção do maracujazeiro-amarelo, um estudo foi realizado na região de Marília-SP com objetivo de adequar as técnicas de manejo fitossanitário da cultura e, em consequência, reduzir o custo total de produção (CTP) e assim, tornar a atividade rentável (Furlaneto et al., 2011). Ao comparar as técnicas de produção orgânica e convencional, em dois anos agrícolas, observou-se um acréscimo de 12,94% no sistema de produção convencional. No mesmo período, um índice médio de lucratividade de 21,39% superior foi obtido no o sistema orgânico de produção (Motta et al., 2008).

A adubação do maracujazeiro com esterco bovino ou de galinha, isoladamente ou em suplementação à adubação mineral é realizada na formação de mudas (Silva et al., 2010) e na produção de frutos (Ani e Baiyeri, 2008). No entanto, em uma recente revisão sobre nutrição mineral e qualidade dos frutos, Aular et al. (2014) ressaltaram a escassez de informações sobre os efeitos da adubação nesta frutífera, especialmente sob condições tropicais.

A falta de polinização artificial (PA) é outro fator que pode afetar a produtividade, a massa, o diâmetro, o comprimento e a porcentagem de polpa dos frutos de maracujá-amarelo (Krause et al., 2012). Esses autores observaram que em frutos submetidos à polinização artificial, a massa fresca média foi de 221,4 g comparado

a de 158,5 g naqueles submetidos a polinização natural (PN). Frutos de maracujazeiro-roxo submetidos a PA apresentaram o dobro o peso quando comparados àqueles produzidos com PN (Martins et al., 2014).

Em maracujazeiros, para comercialização do fruto in natura, suas características externas como formato, tamanho, massa, coloração da casca e presença de defeitos devem atender aos padrões de qualidade demandados pelo mercado (Kays, 1999). Assim, a classificação dos frutos tem importância considerável no processo produtivo, uma vez que a comercialização de frutos dentro dos padrões exigidos pelo mercado resulta em melhores preços.

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a influência da adubação orgânica na classificação e na aparência (número de defeitos) dos frutos do maracujazeiro-amarelo.

2. MATERIAL & MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Sementeira, área pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV), situada no município de Visconde do Rio Branco, Zona da Mata de Minas Gerais, a uma altitude média de 360 m, latitude de 21°47' S, longitude 42°50' W. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw (tropical chuvoso de savana) e caracteriza-se pela temperatura média anual de 21 °C, precipitação média de 1.270 mm e umidade relativa de 80%.

A área onde foi implantado o experimento era ocupada, na época, com pastagem natural e cultivada no ano anterior com mucuna cinza (*Mucuna cinereum*) sem aplicação de fertilizantes orgânicos e/ou químicos. O solo da área experimental é um latossolo vermelho amarelo com as características químicas apresentadas na Tabela 1.

As mudas do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) foram produzidas a partir de sementes extraídas de frutos com boas características comerciais (de casca fina, com alto rendimento de polpa e polpa de cor alaranjada), colhidos de plantas vigorosas e produtivas, cultivadas na Fazenda Experimental da Sementeira. Em janeiro de 2004 realizou-se a semeadura e no final de março de 2004, quando as mudas atingiram 15 a 20 cm de altura, foram plantadas no campo, no espaçamento de 3,5 m entre linhas e 4,0 m entre plantas, o que proporcionou um estande de 714 plantas por hectare. O plantio foi realizado em

Tabela 1 - Resultados da análise química do solo da área experimental: pH (H₂O), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg²⁺), alumínio (Al³⁺), acidez trocável (H + Al), soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions efetiva (CTC (t)), capacidade de troca de cátions a pH 7 (CTC (T)) e índice de saturação por bases (V%)

Camada (cm)	pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H + Al	SB	CTC (t)	CTC (T)	V
	(H ₂ O)	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³							%	
0 - 20	6,17	4,73	14,58	4,63	1,60	0,00	3,08	6,32	6,32	9,40	67
20 - 40	6,23	2,97	5,25	3,97	1,60	0,00	2,09	5,62	5,62	7,71	73

covas de 50 cm de diâmetro e 50 cm de profundidade, as quais receberam 200 g de calcário dolomítico, 10 litros de esterco bovino, e 500 g de termofosfato O calcário foi distribuído nas paredes e no fundo da cova. O termofosfato e o esterco foram aplicados misturados à terra superficial proveniente da abertura da cova. Após o enchimento, as covas foram deixadas em “descanso”, por, aproximadamente, 30 dias quando então foi realizado o plantio das mudas.

Durante a estação seca que ocorreu de abril a agosto de 2004, as mudas foram irrigadas semanalmente, suspendendo a irrigação com o início das chuvas o que ocorreu em setembro de 2004. A cultura foi conduzida no sistema de espaldeamento vertical com um fio de arame liso esticado por mourões de 1,80 m de altura espaçados de 4,0 m. As plantas foram conduzidas em haste única, com eliminação das brotações laterais, até ultrapassarem em 20 cm o fio de arame, quando então foi realizada a capação (eliminação da gema apical), com o objetivo de estimular o surgimento de brotações laterais. Foram selecionadas duas brotações laterais opostas mais próximas ao fio de arame, sendo conduzida uma para cada lado da planta e quando estas brotações atingiram 2m de comprimento eliminou-se a gema apical de cada uma, com o objetivo de induzir a formação de ramos laterais terciários, os ramos produtivos. Após o crescimento dos ramos terciários, foram realizadas podas com objetivo de manter a extremidade dos ramos a 40 cm do solo.

Foram monitorados sintomas de doenças e presença de pragas na área experimental. Visando evitar a incidência de fungos na cultura, foram realizadas pulverizações preventivas com calda bordalesa. Quando necessário, o controle foi realizado com utilização de produtos permitidos em sistemas orgânicos de produção a exemplo das caldas, dos extratos de plantas, de biofertilizantes e de defensivos alternativos, de acordo com a Lei 10.831. O manejo das plantas invasoras foi realizado por meio

de roçadas mecânicas nas entrelinhas e de capinas manuais dentro das linhas de plantio.

As plantas foram adubadas com esterco bovino, parcialmente curtido, em duas doses, e aquelas consideradas testemunhas com fertilizantes minerais (sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio). As quantidades, de adubos minerais e esterco, aplicadas por planta tiveram como base os resultados da avaliação da fertilidade do solo da área experimental, na composição química do esterco (Tabela 2) e na produtividade esperada (15 – 20 t ha⁻¹), conforme recomendação de Quaggio e Piza Jr. (1998). A adubação foi parcelada em quatro vezes, durante o período chuvoso, de setembro de 2004 a abril de 2005. O intervalo entre as adubações foi de, aproximadamente, dois meses.

O experimento, no campo, foi instalado em delineamento inteiramente ao acaso com quatro repetições. A unidade experimental foi composta de quatro plantas da mesma linha. Os tratamentos foram: 1) adubação mineral (MIN) recomendada para a cultura; 2) adubação orgânica (ORG), o equivalente à adubação potássica recomendada para a cultura e 3): o dobro da adubação orgânica (2 × ORG). O potássio é o nutriente mais exportado pela colheita dos frutos e recomendado em maiores quantidades para adubação do maracujazeiro e, por isso, a adubação orgânica foi utilizada em quantidade equivalente à adubação potássica.

Na Tabela 3, são apresentadas as quantidades de adubos orgânicos e minerais aplicados por planta e na Tabela 4, a quantidade de nutrientes fornecidos pelas adubações. A partir do início do amadurecimento dos frutos, o que ocorreu em dezembro de 2004, foram realizadas colheitas semanais, colhendo-se os frutos com cerca de 30% a 40% da superfície da casca amarela. Os frutos caídos ao chão foram coletados separadamente. Os frutos foram acondicionados em caixas plásticas de colheita e transportados para o laboratório de Agroecologia da UFV para as avaliações.



Tabela 2 - Análise química do esterco bovino utilizado no experimento

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
dag kg ⁻¹ (%)						mg kg ⁻¹				
1,85	1,72	2,08	1,49	0,88	0,64	185	13630	493,3	38,9	27,2

Tabela 3 - Quantidades de adubos aplicados por planta

Adubação	Adubos utilizados	Quantidade por planta			
		set./04	dez./04	fev./05	abr./05
MIN	Sulfato de amônio (20% N)	140 g	140 g	140 g	140 g
	Superfosfato simples (20% P ₂ O ₅)	105 g	105 g	105 g	105 g
	Cloreto de potássio (60% K ₂ O)	105 g	105 g	105 g	105 g
ORG	Esterco bovino	12 L	12 L	12 L	12 L
2 × ORG	Esterco bovino	24 L	24 L	24 L	24 L

Tabela 4 - Quantidades de macro e micronutrientes (g/planta) adicionadas pelas adubações

Adubação	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S	Zn	Fe	Mn	Cu	B
MIN	112	76	252	85	-	186	-	-	-	-	-
ORG	225	209	252	181	107	79	2,25	165,98	6,01	0,47	0,33
2 × ORG	450	418	504	362	214	158	4,51	331,97	12,01	0,95	0,66

Os frutos foram classificados, de acordo com a massa em: tipo A (frutos com mais de 175 g); tipo B (frutos de 125 a 175 g) e tipo C (frutos com menos de 125 g). Posteriormente, foi avaliada a percentagem de defeitos leves e graves dos frutos (Tabela 5) de acordo com a metodologia descrita pelo Centro de Qualidade em Horticultura (CEAGESP, 2001).

As características de qualidade dos frutos foram avaliadas por gráficos de controle u de Shewhart com k = 3 e unidades de inspeção corrigidas para 100 frutos, em função das semanas de colheitas, cujos limites de controle foram dados por:

$$LIC = \bar{u} - k\sqrt{\bar{u}/\hat{f}}$$

$$LM = \bar{u}$$

$$LSC = \bar{u} + k\sqrt{\bar{u}/\hat{f}}$$

em que:

LIC = Limite inferior de controle;

LM = Linha média;

LSC = Limite superior de controle;

\bar{u} = número médio de defeitos por amostra; e

\hat{f} = número médio de unidades de inspeção por amostra.

Os dados foram analisados utilizando-se o SAEG 9.0 (Sistema de Análise Estatística da UFV).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada influência das adubações mineral e orgânica na porcentagem de frutos tipo A, B e C. Além disso, mais da metade dos frutos colhidos foram do tipo C (Tabela 6). Cavalcante et al. (2012) trabalhando com maracujazeiro-amarelo adubado com dois tipos de biofertilizantes líquido feito com esterco bovino, também não encontraram diferenças entre os tratamentos, com a massa média dos frutos variando de 178 a 183 g. Campos et al. (2007) avaliando a massa fresca de frutos de maracujazeiro-amarelo produzidos sob adubação potássica com cloreto de potássio (56% K₂O), biofertilizante bovino e cobertura morta, encontraram valores variando de 191 a 228 g fruto⁻¹, compatível com as exigências tanto para o consumo in natura quanto para a industrialização da polpa.

Observa-se na Figura 1 que, durante as 14 semanas de colheita e avaliação dos frutos tipo A, os valores permanecerem dentro dos limites inferior (LIC) e superior de controle (LSC). Apenas na 2^a, 3^a e 14^a semanas,

Tabela 5 - Classificação e descrição dos defeitos em frutos de maracujá

Defeitos Graves ¹	Descrição
Dano Profundo	Lesão não cicatrizada de origem diversa que rompe a casca em qualquer profundidade.
Podridão	Dano patológico que implique qualquer grau de decomposição, desintegração ou fermentação dos tecidos.
Defeitos Leves ²	Descrição
Lesão superficial	Lesão não cicatrizada de origem diversa, que não rompe a casca e cuja área individual ou em conjunto supere 1cm ² .
Lesão cicatrizada	Lesão de origem indeterminada, que não afeta a polpa e cuja área individual ou em conjunto supere 1cm ² .
Mancha	Alteração da coloração normal da casca cuja área individual ou em conjunto supere a 1 cm ² .
Deformação	Desvio da forma característica do cultivar, por perturbações fisiológicas ou genéticas.

¹ Restringem ou inviabilizam o consumo e/ou a comercialização.

² Prejudicam a aparência do fruto depreciando seu valor comercial.

Tabela 6 - Porcentagem (%) de frutos em cada classe nos diferentes tratamentos

Adubação	Classes		
	A (> 175 g)	B (entre 125 e 175 g)	C (< 125 g)
MIN	16,08	32,41	48,33
ORG	18,18	28,24	54,85
2 × ORG	13,73	33,49	54,67
Média	16,00	31,38	52,62

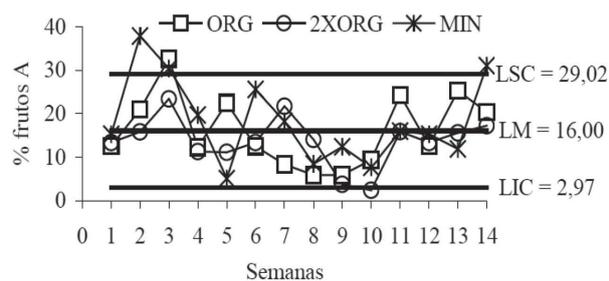


Figura 1 - Estimativas das porcentagens de frutos tipo A durante 14 semanas de colheita nos tratamentos MIN, ORG e 2 × ORG.

a adubação MIN apresentou porcentagem de frutos acima do LSC. Já a adubação ORG apresentou valor acima do LSC apenas na 3ª semana, enquanto que o tratamento 2 × ORG manteve-se sempre próximo a linha média (LM). Isso demonstra que os três tipos de adubações fornecem porcentagens similares de frutos tipo A, e que as ocorrências citadas não são explicadas pelas adubações e nem tampouco se manifestaram de forma evidente. Portanto, houve um padrão médio de porcentagem de frutos tipo A igual a 16% em todas as adubações durante o período, com variações aleatórias em algumas semanas de colheita.

Para os frutos tipo B, observou-se que os valores permaneceram dentro dos LSC e LIC ao longo das 14 semanas de colheita (Figura 2). Observa-se que apenas na 5ª semana o tratamento 2 × ORG apresentou porcentagem de frutos tipo B acima do LSC. No entanto essa tendência não se manifestou nas demais semanas. Dessa forma, pode-se concluir que a porcentagem de frutos tipo B foi similar entre os tratamentos, mantendo um padrão médio de 31,38% durante o período de colheita.

Para os frutos tipo C observou-se também que as porcentagens permaneceram dentro dos LSC e LIC (Figura 3). Isso demonstra que as três adubações utilizadas forneceram porcentagens similares de frutos tipo C durante as 14 semanas de colheita, apresentando um padrão médio de 52,62% de frutos tipo C nas três adubações.

Mais de 50% dos frutos colhidos foram do tipo C, independentemente se o pomar recebeu adubação mineral ou orgânica. Esse baixo peso encontrado pode ser devido à falta de polinização artificial, o que pode afetar negativamente o peso dos frutos de maracujá (Krause et al., 2012; Martins et al., 2014), ou a forma como o pomar foi conduzido em relação a irrigação. Uma vez que, após o estabelecimento das mudas no campo e a partir do início das chuvas (setembro/2004), a cultura deixou de ser irrigada.



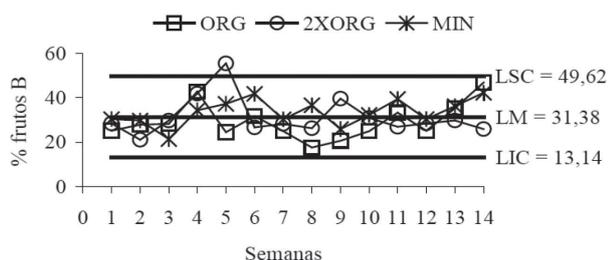


Figura 2 - Estimativas das percentagens de frutos tipo B durante 14 semanas de colheita nos tratamentos MIN, ORG e $2 \times$ ORG.

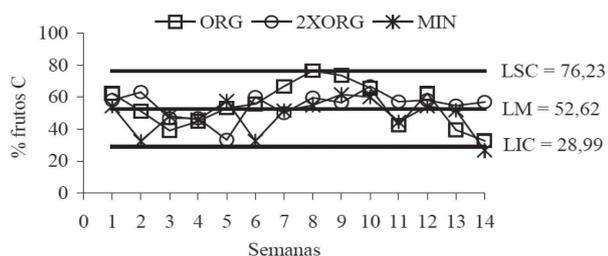


Figura 3 - Estimativas das percentagens de frutos tipo C durante 14 semanas de colheita nos tratamentos MIN, ORG e $2 \times$ ORG.

Carvalho et al. (2000) avaliando o efeito da adubação nitrogenada e da irrigação sobre a produtividade e qualidade dos frutos de maracujazeiro-amarelo, não encontraram resposta da adubação sobre o peso médio e outras características qualitativas dos frutos. Porém, a irrigação teve influência sobre a produtividade, o peso médio, o comprimento e o diâmetro dos frutos.

As porcentagens de defeitos leves e graves não foram influenciadas pelas adubações (Figura 4). Segundo Chaboussou (1987) plantas desequilibradas nutricionalmente, principalmente pelo uso excessivo de adubos minerais altamente solúveis, não realizam adequadamente os processos de proteossíntese e proteólise, dessa forma, ocorre um aumento na quantidade de aminoácidos, açúcares e minerais ainda solúveis, o que torna folhas e frutos mais atraentes a pragas e microorganismos patogênicos, e, conseqüentemente, isso acarretaria em aumento no número de defeitos (lesões) prejudicando a aparência dos frutos. No entanto, essa tendência não foi verificada no presente estudo, pois a porcentagem de defeitos foi similar entre os tratamentos.

Ao longo das colheitas e avaliações dos frutos, as porcentagens de defeitos leves permaneceram dentro dos LIC e LSC (Figura 5). Entretanto, observa-se que

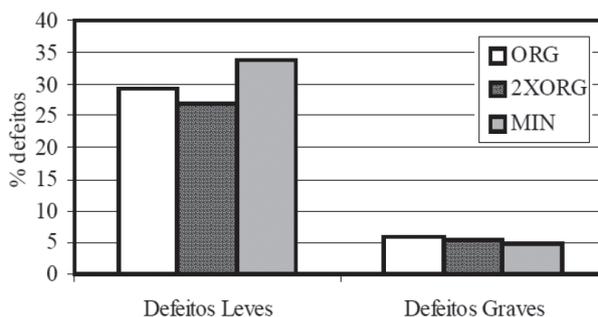


Figura 4 - Estimativas das percentagens de defeitos nos tratamentos MIN, ORG e $2 \times$ ORG.

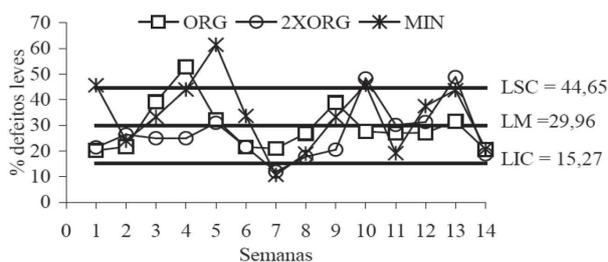


Figura 5 - Estimativas das percentagens de defeitos leves encontrados por lote de 32 frutos nos tratamentos MIN, ORG e $2 \times$ ORG.

em algumas avaliações houve pontos fora do LSC, contudo isso ocorreu de forma aleatória e não pode ser explicado pelas adubações. Sendo assim, conclui-se que a porcentagem de defeitos leves apresentou um padrão médio de 29,96% ao longo do período de colheita e avaliação dos frutos.

As porcentagens de defeitos graves permaneceram dentro dos limites de controle (Figura 6). No entanto, nas duas primeiras semanas, com a adubação orgânica observou-se valores da porcentagem de defeitos graves acima do LSC. Contudo, essa tendência não se manifestou nas demais avaliações, o que demonstra que esse efeito certamente não é devido às adubações. Sendo assim, pode-se concluir que existe um padrão médio da porcentagem de defeitos graves igual a 5,6% em todas as adubações.

4. CONCLUSÕES

Frutos de maracujazeiro-amarelo provenientes de plantas adubadas com esterco bovino, em dose equivalente ou superior à adubação mineral apresentam

padrões de classificação e aparência semelhantes a frutos provenientes de plantas adubadas com adubos minerais.

A utilização de esterco bovino em substituição à adubação mineral não afeta a qualidade comercial de frutos de maracujazeiro amarelo.

5. LITERATURA CITADA

- ANI, J. U.; BAIYERI, P. K. Impact of poultry manure and harvest season on juice quality of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Deg.) in the sub-humid zone of Nigeria. **Fruits**, n.63, v.4, p.239-247, 2008.
- ARAÚJO, R. DA C.; BRUCKNER, C. H.; MARTINEZ, H. P. *et al.* Crescimento e produção do maracujazeiro-amarelo em resposta à nutrição potássica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.27, n.1, p.128-131, 2005.
- AULAR, J., CASARES, M., NATALE, W. Mineral nutrition and fruit quality of pineapple and passion fruit. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.4, p.1046-1054, 2014.
- BORGES, A. N.; RODRIGUES, M. G. V., Lima, A. A. de, Almeida, I. A. de, Caldas, C. C. Produtividade e qualidade de maracujá – amarelo irrigado, adubado com nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.2, p.259 – 262, 2003.
- CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L.F.; DANTAS, T. A. G. *et al.* Caracterização física e química de frutos de maracujazeiro-amarelo sob adubação potássica, biofertilizante e cobertura morta. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.9, n.1, p.59-71, 2007.
- CARVALHO, A. J. C.; MARTINS, D. P.; MONNERAT, P. H. *et al.* Adubação nitrogenada e irrigação no maracujazeiro amarelo: I Produtividade e qualidade de frutos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1101-1108, 2000.
- CAVALCANTE, I. H.; CAVALCANTE, L. F.; SANTOS, G. D. dos *et al.* Impact of biofertilizers on mineral status and fruit quality of yellow passion fruit in Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.43, p.2027-2042, 2012.
- CEAGESP – Centro de Qualidade em Horticultura. **Classificação do Maracujá (*Passiflora edulis* Sims.)**. In: Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortifrutigranjeiros. Junho, 2001. 8p.
- CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose**. 2.ed. Porto Alegre: L & PM, 1987. 256 p.
- FURLANETO, F.P.B.; MARTINS, A.N.; ESPERANCINI, M.S.T. *et al.* Custo de produção do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, E.441-446, 2011.
- HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D., BORDUCCHI, A. S. *et al.* Absorção de nutrientes por duas variedades de maracujá. **Anais da E. S. A. “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v.30, p.267 – 280, 1973.
- KAYS, S. J. Preharvest factors affecting appearance. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, p. 233-247, 1999.
- KRAUSE, W.; NEVES, L.G.; VIANA, A.P. *et al.* Produtividade e qualidade de frutos de cultivares de maracujazeiro-amarelo com ou sem polinização artificial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.12, p. 1737-1742, 2012.
- MARTINS, M. R.; REIS, M.C.; ARAÚJO, J.R.G. *et al.* Tipos de polinização e pastejo de abelhas *Xylocopa* spp. na frutificação e qualidade dos frutos de maracujazeiro. **Revista Caatinga**, v.27, n.1, p.187-193, 2014.
- MATTHEIS, J. P.; FELLMAN, J.K. Preharvest factors influencing flavor of fresh fruit and vegetables. **Postharvest biology and Technology**, v. 15, p. 227-232. 1999.
- MOTTA, I.S.; CUNHA, F.A.D.; SENA, J.O.A. *et al.* Análise econômica da produção do maracujazeiro amarelo em sistemas orgânico e convencional. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.6, p.1927-1934, 2008.



QUAGIO, J. A.; PIZA JUNIOR, C. T. Nutrição mineral e adubação na cultura do maracujá. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MARACUJÁ, 5., 1998, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 1998. p. 130-156.

SAEG. **SAEG**: sistema para análises estatísticas, versão 9.1. Fundação Arthur Bernardes - Viçosa: UFV. 2007.

SILVA, E. A. da, MARUYAMA, W. I., MENDONÇA, V. *et al.* Composição de substratos e tamanho de recipientes na produção e qualidade das mudas de maracujazeiro 'amarelo'. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.3, p.588-595, 2010.

WESTON, L. A.; BARTH, M. M. Preharvest factors affecting postharvest quality of vegetable. **HortScience**, v. 32, n.5, p. 812-816, 1997.

PRODUÇÃO DE MUDAS E CULTIVO A CAMPO DE BETERRABA EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO

Maristela Watthier¹, Magnólia Aparecida Silva da Silva², José Ernani Schwengber³, Fabrizia Denise da Fonseca⁴, Andreia Normberg⁵

RESUMO - A produção de mudas em bandejas contendo substrato tem sido uma alternativa para o estabelecimento da cultura da beterraba, com as vantagens de elevar a produtividade e a qualidade do produto final. O objetivo foi avaliar a produção de mudas em diferentes substratos a base de húmus de minhoca e de casca de arroz carbonizada e o desenvolvimento a campo de beterraba em condições de cultivo orgânico. O experimento foi realizado no município de Pelotas/RS/Brasil, no período de março a abril de 2013. Os substratos utilizados foram formuladas em base de volume (v:v): SC - Substrato comercial S-10®; H2 - 0% H + 100% CAC; H3 - 20% H + 80% CAC; H4 - 40% H + 60% CAC; H5 - 60% H + 40% CAC; H6 - 80% H + 20% CAC; H7 - 100% H + 0% CAC. As mudas foram produzidas em casa de vegetação, em bandejas de isopor® de 200 células e avaliadas aos 35 dias após a semeadura. O substrato H4 foi superior nas características relacionadas à parte aérea das mudas e H7 nas variáveis do sistema radicular e isso ocorreu devido as características físicas dos substratos, o qual influenciou no crescimento da mudas e no posterior desenvolvimento a campo, onde H7 foi superior aos demais. O húmus de minhoca puro e em mistura com casca de arroz carbonizada podem ser utilizados como substrato para produção de mudas de beterraba em sistemas orgânicos de produção. O sistema radicular bem desenvolvido favorece o crescimento das mudas a campo, aumentando a produtividade da beterraba.

Palavras-chave: *Beta vulgaris*, casca de arroz carbonizada, húmus de minhoca, substrato, produtividade.

SEEDLING PRODUCTION AND CULTIVATION BEET FIELD IN ORGANIC PRODUCTION SYSTEM

ABSTRACT - Seedlings production in trays containing substrate has been an alternative to the establishment of the beet cultivation, with the advantages of increasing productivity and quality of the final product. The objective was to evaluate the production of seedlings in different substrates containing earthworm humus and carbonized rice husk and development beet field in organic farming conditions. The experiment was conducted in Pelotas / RS / Brazil, from March to April 2013. The substrates used were formulated in volume basis (v: v): SC - Commercial Substrate S-10®; H2 - 0% H + 100% CRH; H3 - 20% H + 80% CRH; H4 - 40% H + 60% CRH; H5 - 60% H + 40% CRH; H6 - 80% H + 20% CRH; H7 - 100% H + 0% CRH. The seedlings were grown in a greenhouse in isopor® trays of 200 cells and evaluated 35 days after sowing. The H4 substrate was superior in characteristics related to shoots of seedlings and H7 in the variables of the root system and this has occurred due the physical characteristics of the substrate, which influenced the growth of seedlings and the further development field, where H7 was superior to the others. The earthworm humus pure and mixed with carbonized rice husk can be used as substrate for production of beet seedlings in organic production systems. The well developed root system favors the growth of seedlings in the field, increasing the productivity of beet.

Keywords: *Beta vulgaris*, carbonized rice husk, earthworm humus, substrate, productivity.

¹ Pós-graduanda em Fitotecnia - Universidade Federal de Viçosa, UFV-MG, maristela.watthier@ufv.br;

² D.Sc., Professora - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS-RS;

³ D.Sc., Pesquisador - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa-RS,

^{4,5} Graduandas em Agronomia - Universidade Federal de Pelotas, UFPel-RS.



1. INTRODUÇÃO

Sistemas orgânicos de produção são aqueles que tem como base os processos ecológicos, biodiversidade e ciclos adaptados às condições locais em alternativa ao uso de insumos com efeitos adversos, combinando tradição, inovação e ciência (IFOAM, 2008). A procura por alimentos saudáveis é uma realidade que se percebe no mundo inteiro e que se reflete diretamente no mercado de produtos orgânicos, sendo que no Brasil houve um aumento de 36% no número de agricultores cadastrados nos últimos dois anos (MAPA, 2015).

Normalmente, a cultura da beterraba tem sido estabelecida por semeadura direta ou produção de mudas de raiz nua, embora seja a única raiz tuberosa que permite o transplante de mudas (Filgueira, 2012). No sistema de semeadura direta, apesar da precocidade da produção, ocorrem problemas relacionados com a uniformidade de germinação e com o crescimento das plantas, comprometendo o estande final (Minami, 2010). Para o sistema de produção de mudas de raiz nua, o principal inconveniente tem sido o estresse provocado pelo transplante que, dependendo da intensidade, pode causar morte ou desuniformidade de plantas e prolongamento do ciclo da cultura (McKee, 1981).

Neste sentido, a produção de mudas em bandejas contendo substrato tem sido uma alternativa para o estabelecimento da cultura, com as vantagens de elevar a produtividade e a qualidade do produto final, além de reduzir o consumo de sementes, porém, tem a desvantagem de prolongar o ciclo da cultura (Filgueira, 2012).

Substrato para produção de mudas, geralmente, é o resultado da mistura de dois ou mais materiais formulados e manipulados para atingir propriedades físicas e químicas desejáveis a fim de se criar um meio onde se desenvolvem as raízes das plantas fora do solo (Kämpf, 2005). Tem como principal função a de sustentar a planta, fornecer nutrientes e permitir a troca gasosa no sistema.

O principal componente dos substratos comerciais é a turfa (Ceglie et al., 2015), sendo permitida na agricultura orgânica (Brasil, 2011). No entanto, questões de ordem ambiental (Bullock et al., 2012), econômica e de menor dependência de insumos externos dos agricultores têm levado a necessidade de sua substituição parcial ou

total por outros materiais de baixo custo e de alta qualidade (Lopes et al., 2008; Ceglie et al., 2015). Um material que tem potencial é o húmus de minhoca produzido a partir de esterco bovino. Sendo que sua produção visa atender a demanda por fertilização de baixo custo em sistemas agrícolas, principalmente na agricultura familiar e em agroecossistemas de base ecológica, podendo também servir como fitoprotetor na supressão de doenças em plantas (Zibetti, 2013). A casca de arroz carbonizada devido a sua grande disponibilidade e características desejáveis, vem sendo amplamente utilizada em substratos, principalmente quando misturada a outros materiais orgânicos, pois melhora as características físicas do mesmo (Pereira Neto, 2011; Pereira et al., 2011; Freitas et al., 2013).

O objetivo foi avaliar a produção de mudas de beterraba em diferentes substratos a base de húmus de minhoca e de casca de arroz carbonizada, e o desenvolvimento a campo em condições de cultivo orgânico.

2. MATERIALE MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental Cascata (EMBRAPA), Pelotas/RS, no período de março a abril de 2013. O delineamento experimental para produção das mudas foi completamente casualizado, com sete tratamentos e três repetições, sendo que cada bandeja representava uma repetição.

Para a composição dos substratos foram utilizados húmus de minhoca (Schiedeck et al., 2006) e casca de arroz carbonizada. Os substratos foram formulados em base de volume (v:v): SC - Substrato comercial S-10@; H2 - 0% H + 100% CAC; H3 - 20% H + 80% CAC; H4 - 40% H + 60% CAC; H5 - 60% H + 40% CAC; H6 - 80% H + 20% CAC; H7 - 100% H + 0% CAC. As características físicas e químicas desses substratos estão disponíveis em Watthier et al. (2014).

A produção das mudas foi feita em casa de vegetação coberta com filme de polietileno (200 micras). Realizou-se a semeadura de beterraba em bandejas de poliestireno expandido com 200 células que foram totalmente preenchidas com os substratos formulados e nelas semeadas dois glomérulos/célula da beterraba Early Wonder 'Katrina' (*Beta vulgaris*). Após dez dias após a semeadura efetuou-se o desbaste, deixando uma planta por célula da bandeja. Utilizou-se irrigação por nebulização. A avaliação final das mudas foi feita aos

35 dias após a semeadura retirando-se ao acaso cinco plantas por bandeja para determinação do número de folhas (NF), comprimento da parte aérea (CPA), massa fresca e seca da parte aérea (MFPA, MSPA) e do sistema radicular (MFSR, MSSR) e área foliar (AF) das mudas de beterraba. O NF foi estabelecido pela contagem do número de folhas definitivas de cada planta. O CPA das mudas foi determinado com uso de régua graduada em centímetros a partir do colo até o ápice das folhas. As raízes das plantas foram lavadas em recipientes contendo água para retirar as partículas de substrato aderidas e deixadas sobre papel toalha para tirar o excesso de água. Raízes e parte aérea das plantas foram pesadas em balança de precisão para determinação da MFPA e MFSR, após acondicionadas em sacos de papel, os quais foram mantidos em estufa de ventilação de ar forçado a 65°C até peso constante para determinação MSPA e MSSR. A área foliar foi determinada em um integrador de área foliar, Modelo LI-3100, medindo-se todas as folhas.

Após a avaliação, efetuou-se o transplante das mudas em canteiros preparados com enxada rotativa em espaçamento de 15x15cm. De acordo com análise química do teor de nutrientes do solo (Tabela 1), não foi necessário fazer correção de fertilidade (SBCS, 2004). O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão. Durante o cultivo foram realizadas três capinas manuais com enxada para manejo das plantas espontâneas. Não foi necessário fazer aplicação de produtos fitossanitários para controle de pragas e doenças. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizado, com três repetições. As variáveis analisadas ao final do ciclo (110 DAT) foram: número de folhas (NF), altura da parte aérea, diâmetro de raiz (DR), massa fresca e seca de raízes (MFR e MSR) e de folhas (MFF e MSF), e produtividade. O NF foi realizado contando-se as folhas maiores de três centímetros; a altura das plantas foi determinado a partir da inserção das folhas na raiz até o ápice das folhas. Para retirar o solo aderido à raiz, realizou-se a lavagem em água corrente. Raízes e folhas foram pesadas em balança de precisão para

determinação da MFR e MFF, após colocadas em estufa a 65°C até peso constante para obter MSR e MSF. A partir da MFR foi calculada produtividade por metro quadrado.

Quando necessário fez-se a transformação de dados e os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan a nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os substratos constituídos a partir de 40% de húmus de minhoca em relação a CAC produziram mudas de melhor qualidade, quando comparadas aquelas produzidas em substratos com 0 e 20% de húmus de minhoca (Tabela 2).

Para o número de folhas de beterraba, o tratamento H7 diferiu-se estatisticamente do H2, sendo superior (Tabela 2). Esse resultado é semelhante ao obtido por Carneiro et al. (2011) que estudou o uso de substratos alternativos para produção de mudas de beterraba e obtiveram valor de 2,3 folhas com substrato formado com 30% de resíduo de carvão, 35% de húmus de minhoca e 35% de vermiculita fina.

Para CPA, H4 foi estatisticamente superior ao H2, O maior CPA foi em H4, com 5,7 cm (Tabela 2). Este resultado foi superior ao observado por Fernandes et al. (2009) que encontraram valor máximo para altura de mudas de beterraba de 5,0 cm, quando produzidas em substrato a base de composto orgânico combinado com 2,0% de torta de mamona.

Com relação à massa fresca da parte aérea (MFPA) das mudas, o substrato H4 apresentou diferença significativa dos substratos H2 e H3, obtendo maiores valores. Já para a massa seca da parte aérea (MSPA) o substrato H4 diferiu-se significativamente apenas do H2 (Tabela 2).

De modo geral, nota-se que o H4 foi superior nas características relacionadas à parte aérea das mudas de beterraba. Isso pode ter acontecido devido às suas

Tabela 1 - Teor total de nutrientes do solo. Pelotas/RS

pH	P	K	MO	Al	Ca	Mg	CTC	S	Zn	Cu	B	Mn
(H ₂ O)	— mg dm ⁻³ —		%	— cmol _c dm ⁻³ —			— mg dm ⁻³ —					
6,1	>100	201	3,5	0	6,2	2,1	10,4	9,8	16	5	0,6	16



Tabela 2 - Número de folhas (NF), comprimento da parte aérea (CPA), massa fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA), massa fresca e seca do sistema radicular (MFSR e MSSR), área foliar (AF) de mudas de beterraba produzidas em diferentes substratos em sistema orgânico de produção. Pelotas/RS

Substrato	NF	CPA	MFPA ⁽¹⁾	MSPA ⁽¹⁾	MFSR	MSSR	AF
		cm	mg planta ⁻¹				cm ² planta ⁻¹
SC	2,1 ab	5,0 ab	121,5 abc	16,2 ab	88,3 a	17,0 a	1,2 ab
H2	1,4 b	2,9 b	24,7 c	4,0 b	8,8 c	5,3 b	0,7 b
H3	1,7 ab	3,7 ab	55,3 bc	9,5 ab	14,8 c	9,5 ab	1,0 ab
H4	2,1 ab	5,7 a	201,5 a	27,6 a	54,6 abc	14,3 ab	1,6 a
H5	2,1 ab	4,2 ab	68,6 abc	11,6 ab	21,6 bc	9,0 ab	1,1 ab
H6	2,1 ab	4,5 ab	77,6 abc	21,8 ab	50,3 abc	14,1 ab	1,4 ab
H7	2,3 a	5,2 ab	178,5 ab	22,3 ab	71,8 ab	16,7 a	1,5 ab
CV (%)	14,3	18,7	25,6	25,2	25,5	23,4	24,7

Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan * (p<0,05). (1) Dados transformados por "x+0,1. SC - Substrato comercial S-10®; H2 - 0% H + 100% CAC; H3 - 20% H + 80% CAC; H4 - 40% H + 60% CAC; H5 - 60% H + 40% CAC; H6 - 80% H + 20% CAC; H7 - 100% H + 0% CAC.

características físicas com valores próximos ao ideal para densidade seca, porosidade total, água facilmente disponível e água remanescente (Watthier, 2014), favorecendo o crescimento da parte aérea das mudas.

Para MFSR, o substrato comercial (SC) e H7 (100% de húmus) apresentou diferença estatística apenas do H2 e H3, com superioridade e para MSSR, os substratos SC e H7 foram estatisticamente superior ao H2 (Tabela 2). Mudas com maiores valores de massa seca de raízes são importantes, pois isto demonstra qual substrato forneceu e disponibilizou maior quantidade de nutrientes (Brandão, 2000). As maiores proporções de húmus de minhoca favoreceram o crescimento do sistema radicular das mudas, o qual é de fundamental importância para esta cultura, pois dela depende o sucesso no cultivo a campo, sendo a parte comercializável. Mudas com sistema radicular mais desenvolvido resistem mais ao transplantio que aquelas onde a parte aérea é mais suculenta (Carlile, 1997). Além disso, o substrato exerce uma influência marcante sobre o sistema radicular, atribuído principalmente à quantidade e tamanho das partículas que definem a aeração e a retenção de água necessária ao crescimento das raízes (Ferraz et al., 2005).

Os menores valores observados para a massa fresca e seca, tanto da parte aérea quanto do sistema radicular das mudas cultivadas no H2 (0% H + 100% CAC) devem-se à baixa disponibilidade de água e o elevado espaço de aeração, assim como, a reduzida disponibilização de nutrientes às mudas que este substrato apresenta, constituindo-se em um substrato inerte (Watthier et al., 2014). Estes resultados coincidem com os obtidos

por Steffen et al. (2008) avaliando a produção de mudas de alface em diferentes combinações de húmus de minhoca e CAC, verificaram que o substrato com 100% CAC não promoveu o desenvolvimento das mudas.

Detectou-se menor área foliar de mudas de beterraba no substrato H2 em relação ao H4 (Tabela 2). Maior área foliar, no início de desenvolvimento das mudas, mantém uma relação raiz/parte aérea equilibrada, sendo importante para maior interceptação da energia luminosa e sua conversão em carboidratos, necessários ao crescimento da planta (Larcher, 2000).

Com relação ao crescimento no campo, observa-se diferença estatística para número de folhas, massa fresca e seca de raiz, produtividade e diâmetro de raiz (Tabela 3). Houve maior acúmulo de MFR em plantas de beterraba oriundas de H5 e H7 e MSR em H5, H6 e H7 com 18,6, 19,7 e 21,1 g planta⁻¹, respectivamente (Tabela 3), sendo maior que encontrado em outros estudos, que foi de 13,57g (Santos, 2010); 10,25g (Grangeiro et al., 2007) e 8,0g (Avalhes et al., 2009) de MSR de beterraba cultivada em sistema orgânico de produção.

A produtividade final de beterraba foi maior nas mudas oriundas de substratos SC, H5, H6 e H7, atingindo 3,4, 5,3, 4,5 e 5,1 Kg m⁻², respectivamente (Tabela 3). Estes valores estão acima da produtividade média de beterraba para sistemas orgânicos de produção, que é de 3,0 a 4,0 Kg m⁻² (Souza & Resende, 2003) e aos obtidos em mudas produzidas no substrato Plantmax® e Terra Fértil® em bandejas de 128 células

Tabela 3 - Número de folhas (NF), altura de parte aérea, massa fresca e seca de folhas (MFF e MSF), diâmetro de raiz (DR), massa fresca e seca de raiz (MFR e MSR) e produtividade (Prod.) de beterraba cultivada em sistema orgânico de produção, a partir de mudas produzidas em substratos a base de húmus de minhoca e de casca de arroz carbonizada. Pelotas/RS

Substrato	NF	Altura	MFF ⁽¹⁾	MSF ⁽¹⁾	MFR ⁽¹⁾	MSR	Prod.	DR
			cm		g planta ⁻¹		g planta ⁻¹	Kg m ⁻²
SC	14,3 ab	31,0 a	70,8 a	9,0 a	75,73 abc	15,4 ab	3,4 abc	50,4 abc
H2	13,1 b	27,2 a	64,7 a	7,2 a	46,4 c	8,4 b	2,1 c	43,4 c
H3	15,5 ab	29,1 a	71,7 a	7,9 a	62,5 bc	13,0 ab	2,8 bc	47,1 bc
H4	14,8 ab	29,2 a	65,3 a	7,1 a	50,4 c	10,2 b	2,3 b	41,6 c
H5	17,7 a	33,4 a	109,6 a	12,2 a	119,4 a	18,6 a	5,3 a	57,4 ab
H6	16,0 ab	34,6 a	90,1 a	10,5 a	99,8 ab	19,7 a	4,5 abc	55,9 ab
H7	15,5 ab	34,6 a	92,9 a	10,2 a	115,1 a	21,1 a	5,1 ab	58,7 a
CV (%)	13,4	13,1	8,6	17,3	6,03	15,5	34,3	15,1

Valores seguidos da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ($p < 0,05$). (1) Dados transformados por $\sqrt{x+0,1}$. SC - Substrato comercial S-10®; H2 - 0% H + 100% CAC; H3 - 20% H + 80% CAC; H4 - 40% H + 60% CAC; H5 - 60% H + 40% CAC; H6 - 80% H + 20% CAC; H7 - 100% H + 0% CAC.

que foi de 1,6 e 1,7 Kg m⁻², respectivamente (Gribogi & Salles, 2007). A produtividade da beterraba também foi maior que a obtida por Santos (2010) em sistema orgânico de 1,9 Kg m⁻² e de 4,1 Kg m⁻² verificada por Oliveira et al. (2012) com aplicação de urina de vaca via solo.

A maior produtividade encontrada em SC, H5, H6 e H7 se deve ao fato de que às mudas de origem foram de maior qualidade nestes substratos, principalmente SC e H7 que produziram mudas com maior NF, MFF, MFR e MSR (Tabela 2). Estes fatores são de extrema importância, pois um bom enraizamento e o reinício do desenvolvimento da planta, após o estresse do processo de transplante são favorecidos por tecidos ricos em massa seca (Filgueira, 2012). Além disso, o maior NF, altura e AF possibilitou uma maior interceptação da energia luminosa e conseqüentemente, uma maior conversão em carboidratos, necessários ao crescimento da planta (Larcher, 2000), resultando assim, em plantas com maior produtividade. Portanto, para a cultura da beterraba, bons substratos formam mudas de melhor qualidade e plantas de maior produtividade (Leal et al., 2011). Farinácio (2011) também notaram aumento de produção em plantas de abobrinha oriundas de mudas com melhor qualidade.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura (2012a) a beterraba possui classificação diferente para venda de raiz ou raiz com folha. As raízes podem ser classificadas em classes através do seu diâmetro equatorial, as quais são: Extra (< 50 mm); Extra

A (maior ou igual a 50 e < 90 mm); Extra AA (maior ou igual a 90 e < 120 mm). Para beterraba comercializada com folhas a classificação é feita através do diâmetro equatorial das raízes da seguinte forma: Primeira (<50mm); Especial (entre 50 e 80mm) e Extra (>80mm) conforme o Instituto Brasileiro de Qualidade em Horticultura (2012b). Verifica-se na Tabela 3, que as raízes das plantas oriundas de mudas produzidas nos substratos SC, H5, H6 e H7 podem ser classificadas como Extra A e Especial e H2, H3 e H4 como Extra e Primeira para comercialização em raiz e raiz com folha, respectivamente. Isso evidencia que os substratos formaram raízes com alta qualidade comercial, sendo de suma importância para os produtores rurais no momento da comercialização, pois aumenta a renda obtida.

4. CONCLUSÃO

O húmus de minhoca puro (H7) e em mistura com casca de arroz carbonizada (H5, H6) podem ser utilizados como substrato para produção de mudas de beterraba em sistemas orgânicos de produção.

Plantas de beterraba oriundas de mudas submetidas nos substratos SC, H5, H6 e H7 tiveram maior diâmetro de raiz e produtividade a campo devido ao maior desenvolvimento do sistema radicular na fase de mudas.

5. AGRADECIMENTOS

A Embrapa Clima Temperado, CNPq e Fapesc/SC pelo apoio técnico, estrutural e financeiro.



6. LITERATURA CITADA

AVALHES, C.C.; PRADO, R.M.; GONDIM, A.R.O. et al. Rendimento e crescimento da beterraba em função da adubação com fósforo. *Scientia Agraria*, v. 10, n. 1, p. 075-080, 2009.

BRANDÃO, F.D. Efeito de substratos comerciais no desenvolvimento de cultivares de alface na época de inverno. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, 2000. 29p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal, bem como as listas de Substâncias Permitidas para uso nos Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. *Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 Out. 2011. Seção 1.*

BULLOCK, C.H.; COLLIER, M.J.; CONVERY, F. Peatlands, their economic value and priorities for their future management - The example of Ireland. *Land Use Policy*, v.29, p. 921–928, 2012.

CARLILE, W.R. The requirements of growing media. *Peat in Horticulture*, v. 2, 1997. p. 17-23.

CARNEIRO, S.A.P.; GODOY, W.I.; FARINACIO, D. et al. Produção de mudas de beterraba em bandejas com diferentes número de células e substratos alternativos. *Cadernos de Agroecologia*, v. 6, 2011.

CEGLIE, F.G.; BUSTAMANTE, M.A.; AMARA, M.B. et al. The challenge of peat substitution in organic seedling production: optimization of growing media formulation through mixture design and response surface analysis. *PLoS ONE* 10, e0128600, 2015.

FARINÁCIO, D. Qualidade de muda e desenvolvimento final a campo de abobrinha e beterraba a partir de diferentes substratos e bandejas. Dissertação (Mestrado em Agronomia), pato Branco, PR: UTFPR, 2011, 98p.

FERNANDES, R.C.; MATEUS, J.S.; LEAL, M.A.A. Utilização de composto orgânico com diferentes níveis de enriquecimento, como substrato para produção de mudas de alface e beterraba. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 4, n. 2, p. 113-116, 2009.

FERRAZ, M.V.; CENTURION, J.F.; BEUTLER, A.N. Caracterização física e química de alguns substratos comerciais. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 27, p. 209-214, 2005.

FILGUEIRA, F.A.R. *Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 2012. 421 p.

FREITAS, G.A.; BARROS, H.B.; SANTOS, M.M. et al. Production of lettuce seedlings under different substrates and proportions of rice hulls. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*, v.3, p. 260-268, 2013.

GRANGEIRO, L.C.; NEGREIROS, M.Z.; SOUZA, B.S. et al. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. *Ciência agrotecnologica*, v. 31, n. 2, p. 267-273, 2007.

GRIBOGI, C.C.; SALLES, R.F.M. Vantagens da semeadura direta no cultivo de beterraba. *Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 5, n. 1, p. 33-38, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE QUALIDADE EM HORTICULTURA. Padrão mínimo de qualidade e tamanho: Beterraba. *HORTIBRASIL*, São Paulo: CQH/CEAGESP, 2012a. Disponível em: <<http://www.hortibrasil.org.br/jnw/images/stories/biblioteca/padraominimo/beterraba.pdf>>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE QUALIDADE EM HORTICULTURA. Padrão mínimo de qualidade e tamanho: Beterraba com folhas. *HORTIBRASIL*, São Paulo: CQH/CEAGESP, 2012b. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/jnw/images/stories/biblioteca/padraominimo/beterraba_folha.pdf>.

IFOAM (INTERNATIONAL FEDERATION OF ORGANIC AGRICULTURE MOVEMENTS). Definition of Organic Agriculture. Disponível em: <http://www.ifoam.org/growing_organic/definitions/sdhw/pdf/DOA_Portuguese.pdf>. 2008>.

KÄMPF, A.N. *Produção comercial de plantas ornamentais*. Guaíba: Agrolivros, 2005. 256 p.

LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: RIMA, 2000. 531 p.



- LEAL, M.A.A.; COSTA, E.; SCHIAVO, J.A. et al. Seedling formation and field production of beet root and lettuce in Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brazil. *Horticultura Brasileira*, v. 29, n. 4, p. 465-471. 2011.
- LOPES, G.E.M.; VIEIRA, JASMIM, J.M. et al. Casca de fruto de mamoneira como substrato hortícola. *Informação Tecnológica. PESAGRO – RIO*, Niterói, n. 14, 2008.
- MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos – maio/2015. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Org%C3%A2nicos/CNPO_2015/Maio/CNPO_Maio_2015.xls
- McKEE, J.M. Physiological aspects of transplanting vegetables and other crops. I. Factors which influence re-establishment. *Horticultural Abstracts*, v. 51, n. 5, p. 265-272, 1981.
- MINAMI, K. Produção de mudas de alta qualidade. Piracicaba, SP: Degaspari, 2010. 440 p.
- OLIVEIRA, N.L.C.O.; PUIATTI, M.; BHERING, A.S. et al. Uso de urina de vaca no cultivo da beterraba de mesa. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, v.2, n.2, p.7-13, 2012.
- PEREIRA NETO, J.T. Manual de compostagem – processo de baixo custo. Viçosa: UFV. 2011. 81p.
- PEREIRA, C.V.; WATTHIER, M.; TERRA, R. et al. Efeito do substrato orgânico na produção de mudas de hortaliças. *Cadernos de Agroecologia*, v.6, 2011.
- SANTOS, A.O. Produção de olerícolas (alface, beterraba e cenoura) sob manejo orgânico nos sistemas Mandalla e Convencional. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Vitória da Conquista, BA: UESB, 2010. 93p.
- SCHIEDECK, G.; GONCALVES, M.M.; SCHWENGBER, J.E. Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar. Pelotas: Circular técnica, 57, 2006.
- SOUZA, J.L.; RESENDE, P. Manual de olericultura orgânica. Viçosa-MG: Aprenda Fácil Editora, 2003. 555 p.
- STEFFEN, G.P.K. Substratos a base de casca de arroz e esterco bovino para multiplicação de minhocas e produção de mudas de alface, tomateiro e boca-de-leão. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Santa Maria, RS: UFSM, 2008. 97p.
- ZIBETTI, K.V. Produção e qualidade biológica de húmus de minhoca para uso na supressão de *Sclerotium rolfsii* SACC. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção Agrícola Familiar). Pelotas, RS: UFPel, 2013. 82 f.
- WATTHIER, M.; SILVA, M.A.S.; SCHWENGBER, J.E. et al. Caracterização química e física de substratos a base de húmus de minhoca e casca de arroz carbonizada. In: III Congresso Brasileiro de Resíduos Orgânicos e IX Encontro Nacional de Substrato para Plantas, 2014.

Recebido para publicação em 30/03/2016 e aprovado em 12/05/2016



USO DE REDES NEURAS ARTIFICIAIS (RNA) DO TIPO MULTILAYER PERCEPTRONS (MLP) MODIFICADO COM PROCESSAMENTO ESTATÍSTICO EM PARALELO PARA ESTUDO DO PROBLEMA DE CLASSIFICAÇÃO DA ORIGEM DE VINHO TINTO¹

Mauro Almeida Lima¹, Gilmar Gonçalves Ferreira², Luana Loren Corrêa Oliveira³, Rochele Ferreira Silva Diniz⁴, Cecília Balduino Ferreira⁵

RESUMO - Este estudo foi realizado com a criação de um modelo de Rede Neural Artificial (RNA) do tipo Multilayer Perceptron (MLP), visando a análise de um problema de classificação, aliado à determinação estatística do Coeficiente de Variação dos resultados obtidos pela rede. Para este fim, no programa criado, nomeado como NeuroChem, utilizou-se um banco de dados contendo os resultados da análise físico-química de 178 amostras de vinho tinto, oriundos de três cultivares diferentes da Itália. Ao todo, 13 parâmetros físico-químicos foram normalizados e usados para a alimentação do algoritmo visando a determinação da origem (Classe) de cada uma das amostras através de técnicas de processamento em paralelo (Multithread) para análise estatística da saída de rede, como forma alternativa de minimização do erro de Treinamento/Validação. Ficou evidenciado pelos resultados que, para este banco de dados, a melhor arquitetura de rede MLP deve ser composta por três camadas ocultas e o processamento estatístico, feito com a programação em paralelo, representou uma redução de 73% do tempo de espera dos resultados, quando comparado à mesma análise comumente executada em série.

Palavras-chave: Processamento paralelo, Redes Neurais Artificiais, Vinho.

USE OF ARTIFICIAL NEURAL NETWORK (ANN) - MULTILAYER PERCEPTRON (MLP) - MODIFIED WITH A STATISTICAL PARALLEL PROCESSING FOR THE STUDY OF CLASSIFICATION PROBLEM OF THE RED WINE ORIGIN

ABSTRACT - This study was performed with the creation of an Artificial Neural Network (ANN) model in a Multilayer Perceptron class (MLP) in order to make the analysis of a classification problem, together with the statistical analysis of the of Coefficient of Variation results provided by the neural network. To this goal, the program named as Neurochem used a database containing physical-chemical analysis results of 178 samples of wines, from three different cultivars of Italy. These 13 physical-chemical parameters were standardized and used for feeding the computational algorithm in order to determine the origin (class) of the given samples using techniques of parallel processing (multithread) and the statistical analysis of the network output, as an alternative way to minimize the training/validation error. Evidenced by the results, the best MLP network architecture for this database must be composed of three hidden layers and the statistical processing, done with programming in parallel, confirms a 73% reduction of the waiting time for results when compared to the same analysis commonly performed in the serial way type.

Keywords: Artificial Neural Networks, Parallel Processing, Wine.

¹ Aluno de Graduação em Química, Universidade Federal de Viçosa – Campus de Rio Paranaíba (UFV), Rio Paranaíba MG, Email: mauro.lima@ufv.br

² Professor Química, UFV, Email: gilmargferreira@ufv.br

³ Aluna de Graduação em Química, UFV, Email: cecilia.ferreira@ufv.br

⁴ Aluna de Graduação em Química, UFV, Email: rochele.diniz@ufv.br

⁵ Engenheira Ambiental, IFTM (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro), Email: luana@iftm.edu.br



1. INTRODUÇÃO

O vinho é o produto da fermentação alcoólica do mosto de uvas maduras. Atualmente, a Itália é um dos maiores exportadores mundiais de vinhos, contando com uma extensa diversidade de rótulos. Dentro deste cenário, há um aumento na exigência do consumidor por vinhos de melhor qualidade e, assim, pesquisas que levam a qualificação vinícola têm a sua importância no meio científico pois aprimoram-se as metodologias de identificação, qualificação e a elucidação das características físico-químicas que identificam as melhores safras produzidas facilitando, inclusive, a fixação dos preços no mercado (CORTEZ et al., 2009).

Neste cenário, o desenvolvimento e a criação de bancos de dados específicos para produtos agrícolas, contribui cada vez mais para o desenvolvimento de trabalhos científicos nesta área. O repositório on-line para aprendizado de máquina *UCI Machine Learning Repository* (LICHMAN, 2013) possui um acervo de dados experimentais de diversas áreas, inclusive relacionadas à *Origem* e a *Qualidade* de Vinhos produzidos mundialmente. Estes bancos de dados têm sido utilizados nos últimos anos por diversos autores cujos trabalhos têm objetivado principalmente o desenvolvimento de algoritmos para aprendizagem de máquina voltados para problemas numéricos e de classificação, utilizando técnicas diversas como por exemplo Redes Neurais Artificiais, Algoritmos Genéticos e técnicas de Clustering (FORINA et al., 1986; AEBERHARD et al., 1992; AEBERHARD et al., 1994; MUTTER et al., 2005; ZHONG et al., 2007; LIN, 2014; TANG et al., 2015).

Um banco de dados específico do UCI, sobre a *Origem* de vinhos, foi utilizado neste trabalho. Estes dados são o resultado de uma série de análises químicas de vinhos produzidos na mesma região, na Itália, mas derivados de três cultivares diferentes. As análises efetuadas pelos autores do banco de dados determinaram a presença de 13 constituintes diferentes encontrados nos três tipos de vinhos produzidos (FORINA et al., 1986). Mais informações sobre o banco de dados e uma lista completa, com todos os parâmetros analisados, está disponível na referência citada anteriormente.

Uma Rede Neural Artificial (RNA) faz parte de uma grande variedade de ferramentas da área de Inteligência Artificial (AI) e é constituída, em sua definição, por uma série de unidades básicas de processamento

interconectadas, os chamados *Neurônios*, também conhecidos como *Perceptrons*. RNAs do tipo Multilayer Perceptrons (MLP) são sistemas paralelos distribuídos, compostos por camadas de pequenas unidades *Perceptrons*, cada um contendo *funções de ativação* específicas e baseando-se geralmente em uma forma de aprendizado *supervisionado*, no qual o *erro* da análise deve ser minimizado constantemente via algoritmos do tipo *Backpropagation* (FERNANDES et al., 1996; TONSIG, 2000; GONÇALVES et al., 2015). Uma das possíveis configurações para uma rede MLP é mostrada na figura 1 em que é apresentada uma rede composta por quatro camadas, sendo uma camada de entrada, uma camada de saída e duas camadas *ocultas*.

Em uma RNA a camada inicial consiste na camada onde ocorre a *entrada* da informação, ou seja, onde os dados iniciais são inseridos; já a camada final é a camada de saída da *resposta* da rede, ou seja, onde o *erro de saída* é determinado. Em um processo de treinamento de uma RNA, também chamado de *Aprendizado*, as *conexões*, ou *pesos*, entre as unidades neuronais são modificadas afim de que a resposta final calculada pela rede seja semelhante às respostas desejadas. Após um processo de aprendizado, uma RNA pode correlacionar dados complexos de uma equação e prever seu resultado final corretamente pela minimização do erro entre a *saída* e o *valor desejado* no treinamento (SOUZA et al., 2004). A importância do uso de RNAs reside no seu poder de resolução de problemas do tipo *não linear*, como os problemas de classificação, por exemplo. Neste contexto, diversas

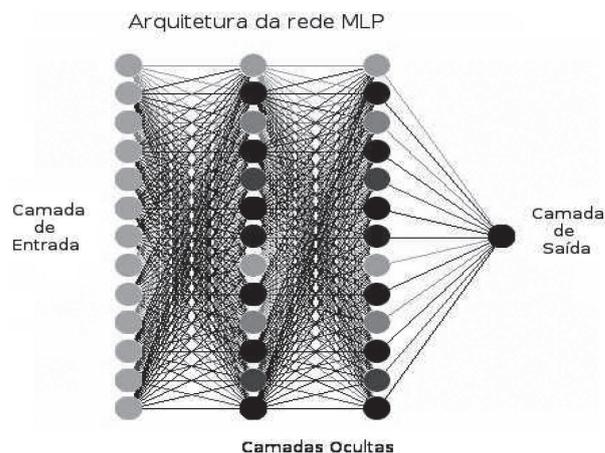


Figura 1 - Arquitetura de uma rede Multi-Layer Perceptrons (MLP) com duas Camadas Ocultas.

pesquisas no meio agrícola e agropecuário têm sido feitas nos últimos anos utilizando RNAs diversas, ou seja, métodos de inteligência artificial (SANGOI, 2014; SOARES et al., 2014; PEREIRA, 2013).

Com o avanço tecnológico, a busca por procedimentos computacionais que buscam o melhor desempenho e que, na medida do possível, apresentam custo relativamente baixo, levam ao emprego de métodos específicos para a obtenção de uma maior capacidade de processamento. Neste cenário, procedimentos que fornecem recursos de programação *paralela* se desenvolveram amplamente e ganharam espaço com o desenvolvimento das chamadas arquiteturas *Multicore* e dentro desta nova área, pesquisas referentes a processamento em *Paralelo* e processamento *Multithread* ganharam amplo desenvolvimento ao empregar técnicas que permite a execução simultânea de vários *threads*, ou *processos*, minimizando assim o tempo de espera dos resultados (DA COSTA, 2002; NAVAUX et al., 2011).

Este estudo foi criado um modelo de Rede Neural Artificial (RNA) do tipo Multilayer Perceptron (MLP), visando a análise de um problema de classificação, aliado à determinação estatística do Coeficiente de Variação dos resultados obtidos pela rede.

2. MATERIALE MÉTODOS

Neste trabalho, utilizou-se o banco de dados de Lichman (2013) para problemas de classificação, formado por 13 parâmetros químicos analisados em 178 amostras de vinho tinto, oriundas de três cultivares diferentes de coleta na Itália, para alimentação de uma rede neural artificial visando a determinação estatística do *Coeficiente de Variação* dos testes efetuados em três arquiteturas de rede distintas, durante o processo de *classificação* da região de origem das amostras de vinho.

Os testes de classificação da origem das amostras de vinhos, foram realizadas em um computador desktop com processador *Intel i7* de 3.6 GHz, dotado de 16 gigabytes de memória RAM, e sistema operacional *Linux Debian 8*. A programação foi efetuada em ambiente *Scilab* versão 5.5.1 e sua toolbox de Redes Neurais Artificiais, versão 0.4.2.5. O programa escrito neste ambiente foi intitulado *NeuroChem* e é voltado principalmente para as análises estatísticas dos resultados obtidos pela sua rede neural. A arquitetura

escolhida para a RNA durante os testes foi a MultiLayer perceptrons (MLP).

Os parâmetros de análise química, descritos na Tabela 1, foram utilizados para alimentar a camada de entrada de uma RNA, cujo processamento estatístico foi efetuado em *Série* e em *Paralelo* usando o banco de dados descrito anteriormente. As etapas de *Treinamento* e *Validação* foram efetuadas com 70% e 23% do banco de dados. Os 7% restantes foram utilizados para a fase final de *Teste*.

Os valores dos dados da camada de entrada, utilizados para a alimentação da rede, foram inicialmente normalizados para o intervalo [0,1] para as 178 amostras, segundo a Equação 1, descrita abaixo:

$$\text{Normalização} = \frac{(L_{\max} - L_{\min})(V - V_{\min})}{(V_{\max} - V_{\min})} + L_{\min} \quad (1)$$

Nesta equação L_{\max} e L_{\min} se referem, respectivamente, ao limite *máximo* e *mínimo* da normalização, ou seja, o intervalo fechado [0,1]. Já os valores V_{\max} e V_{\min} se referem aos valores *máximo* e *mínimo* do parâmetro de entrada da rede. Esta etapa de normalização é muito importante para se garantir a estabilidade numérica da rede neural em função dos grandes intervalos variáveis dos dados de entrada (BRANCO & SAMPAIO, 2008).

A *função de ativação* escolhida para todos os neurônios da rede foi a *função sigmoide* e o algoritmo de treinamento escolhido foi o de “retro propagação de erros” ou *Backpropagation*. Inicialmente, foram

Tabela 1 - Parâmetros químicos usados no problema de classificação da origem de Vinhos

1) Álcool
2) Ácido maleico
3) Cinza
4) Alcalinidade de cinzas
5) Magnésio
6) Fenóis totais
7) Flavonoides
8) Fenóis não flavonoides
9) Proantocianidinas
10) Cor
11) Matiz
12) OD280/OD315 de vinhos diluídos
13) Prolinas

Fontes: Forina, M. et al., (1986); Lichman, 2013.

definidas três arquiteturas de redes MLP específicas para os testes: A primeira, foi composta por uma camada de *Entrada*, composta de 13 neurônios, uma camada *oculta*, também com 13 neurônios, e uma camada de *saída*, composta por apenas 1 neurônio. Esta configuração pode ser representada pela sequência [13 13 1]. A sequência [13 13 13 1] e [13 13 13 13 1] se referem, respectivamente, as arquiteturas de 2 e 3 camadas ocultas.

O ambiente Linux Debian 8 (www.debian.org) oferece uma particularidade muito importante neste contexto, o que não ocorre com facilidade em outros sistemas operacionais: O acesso do algoritmo *NeuroChem*, escrito em linguagem de programação de alto nível *Scilab*, é facilitado a todos os recursos (núcleos) de processamento da máquina. Isto é feito através de uma rotina específica com o comando interno *paralell_run*. Assim, uma sequência de processos, ou *threads*, executados apenas em um núcleo de processamento em outros sistemas operacionais, podem ser distribuídos pelos núcleos virtuais do sistema, otimizando todo o processamento das informações, ou seja, através do chamado processamento *Multithread*.

O Erro Quadrático Médio (EQM) (Equação 2) foi medido a cada *época* de treinamento verificando a diferença entre as respostas encontradas pela RNA e os dados originais de saída. Sobre cada arquitetura testada foi feita uma análise do EQM, que é utilizado principalmente devido a sua boa resposta à pequenas variações entre os dados de entrada e saída de uma rede neural (MOREIRA et al., 2006). De forma semelhante, trabalhou-se ainda com o chamado *Erro Percentual Médio Absoluto* (EPMA) (Equação 3) que foi utilizado para medir a diferença entre as previsões feitas pela RNA e os dados originais, uma vez que o EPMA é mais sensível que o EQM, e seu resultado final é dado em percentagem (DE OLIVEIRA et al., 2010). O Coeficiente de Variação (Equação 4) é a razão entre o desvio padrão estimado e a média, avaliando a precisão da RNA em função do banco de dados; quanto menor for o seu valor menor é o erro associado ao conjunto calculado (GOMES, 1991).

$$EQM = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - y_{pi})^2 \quad (2)$$

$$EQMA = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{(y_i - y_{pi})}{y_i} \right| \quad (3)$$

$$EQMA = \frac{\sigma}{\bar{x}} \quad (4)$$

Nestas equações, y_i consiste no alvo do Treinamento/Validação, y_{pi} é o valor previsto pela rede neural, N é o número de previsões, σ é o desvio padrão previsto e \bar{x} é a média obtida nos testes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A eficiência do treinamento de uma Rede MLP geralmente é calculada pela medida do EQM durante as etapas de Treinamento e Validação. Um fator importante neste contexto se refere ao parâmetro *Taxa de Aprendizado* que define quão rápido vai ser o processo de ajuste dos pesos sinápticos entre os neurônios de todas as camadas da rede neural, durante o aprendizado via *backpropagation*.

Pela análise da Figura 2 pode ser visto que, utilizando uma taxa de aprendizado igual a 0,01, a rede apresentou uma significativa perda de *generalização*, por volta de 1500 épocas (ciclos) de treinamento. Isto significa que a rede não foi capaz de inferir com precisão adequada a resposta dada pela sua camada de saída, elevando o EQM em dado ponto do aprendizado. Isto é conhecido como *overtraining* e indica que a rede foi treinada em excesso e/ou perdeu a capacidade de generalização durante a atualização dos pesos sinápticos, para o banco de dados usado.

Aumentando-se a taxa de aprendizado para 0,1, observa-se pela Figura 3, que a rede consegue, até o limite estimado de 5.000 épocas, manter a sua capacidade de generalização, o que reflete em um EQM cada vez menor para as etapas de Treinamento e Validação.

Após a definição da melhor taxa de aprendizado a ser usada, foram efetuados testes específicos para a análise estatística em *Série* e em *Paralelo*. Na Tabela 2, são mostrados os valores para o EPMA e EQM a etapa final de testes com a rede treinada. Foram efetuados 20 testes para cada amostra de vinho desconhecida (13 amostras) com a análise estatística dos seus resultados após 5.000 épocas de treinamento. As redes montadas com três camadas ocultas, ou seja arquitetura [13 13 13 13 1] foram as que obtiveram os menores valores de EPMA e EQM para a classificação da origem das amostras aleatórias de vinho, na fase final de Teste. Pode-se perceber ainda, pelos resultados mostrados na Tabela 2, a grande eficiência do



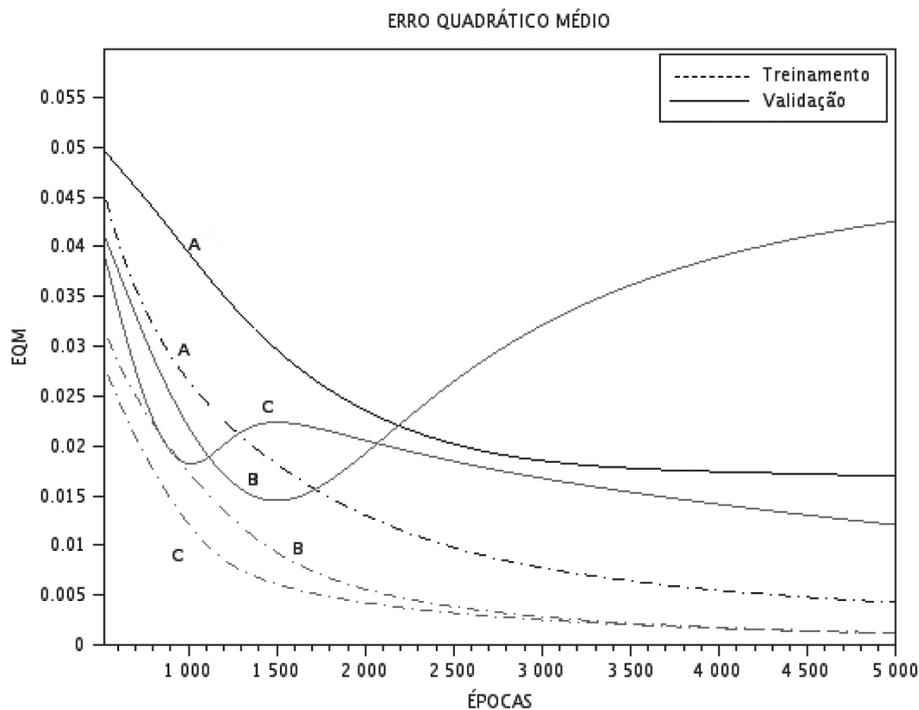


Figura 2 - Perda de Generalização por volta de 1500 épocas durante Treinamento e Validação, com taxa de aprendizado de 0.01. Arquiteturas com uma (A), duas (B) e Três (C) Camadas ocultas.

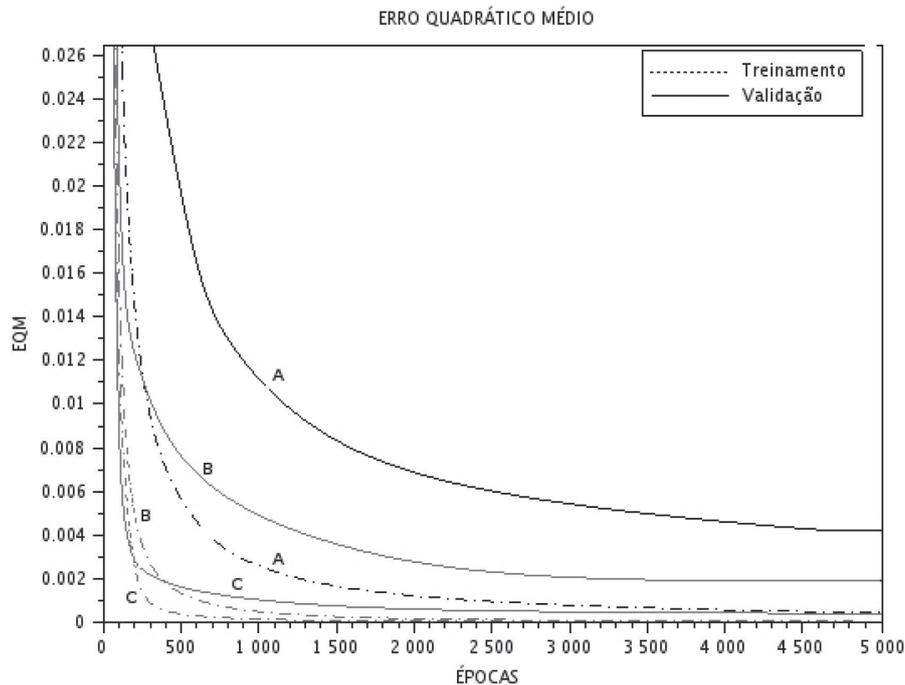


Figura 3 - EQM para a fase de Treinamento e Validação usando-se arquiteturas de rede MLP com uma (A), duas (B) e Três (C) Camadas ocultas. A taxa de aprendizado usada foi de 0,1.

tratamento estatístico em Paralelo com relação ao tempo de processamento computacional: a etapa de teste em paralelo gastou, em média, cerca de 24% do tempo de processamento total gasto pela análise estatística em Série, o que representa um ganho importante quando se trata de análises em bancos de dados muito volumosos.

A Figura 4 retrata o cenário observado durante as simulações com relação ao uso dos núcleos de processamento de máquina no sistema Linux Debian. Observa-se pela figura que, para os testes em Série, apenas 100% de um núcleo de processamento foi utilizado por vez, mas durante a fase de testes em Paralelo, ocorreu uma distribuição de carga (de processos) entre todos

os núcleos de processamento. Este processo resultou em um pequeno aquecimento do sistema, o que já era esperado.

O Coeficiente de Variação (CV) é uma importante ferramenta estatística e relaciona o *Valor Médio* da saída dos 20 testes efetuados para cada amostra de vinho com o seu respectivo *Desvio Padrão*. Durante a etapa de testes para 13 amostras desconhecidas de vinho pôde ser observado, pela análise da Figura 5, que a arquitetura MLP com três camadas ocultas foi a que apresentou o menor CV indicando assim que, para este tipo de problema de classificação, esta é a melhor configuração a ser usada para este banco de dados específico.

Tabela 2 - Medida de EPMA, EQM e Tempo de processamento para análise estatística em Série e Paralela para 20 testes/amostra, em função do número de camadas ocultas da rede

Tipo de Análise	Nº de Camadas Ocultas	EPMA	EQM	Tempo (Min)
Série	1	0,0267860	0,0102473	58,28
	2	0,0299030	0,0047721	66,63
	3	0,0096288	0,0022111	74,57
Paralela	1	0,0279311	0,0101712	14,04
	2	0,0180413	0,0036372	16,08
	3	0,0082031	0,0029007	17,85

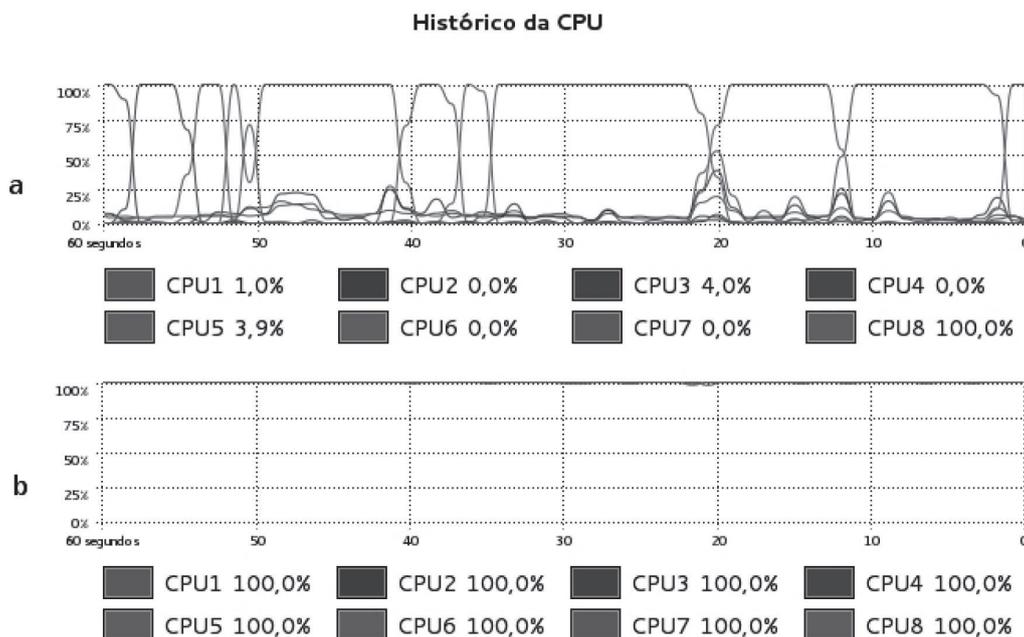


Figura 4 - Registro do monitor do sistema Linux Debian para análise estatística com processamento em Série (a) e em Paralelo (b) para o banco de dados de origem de vinhos.



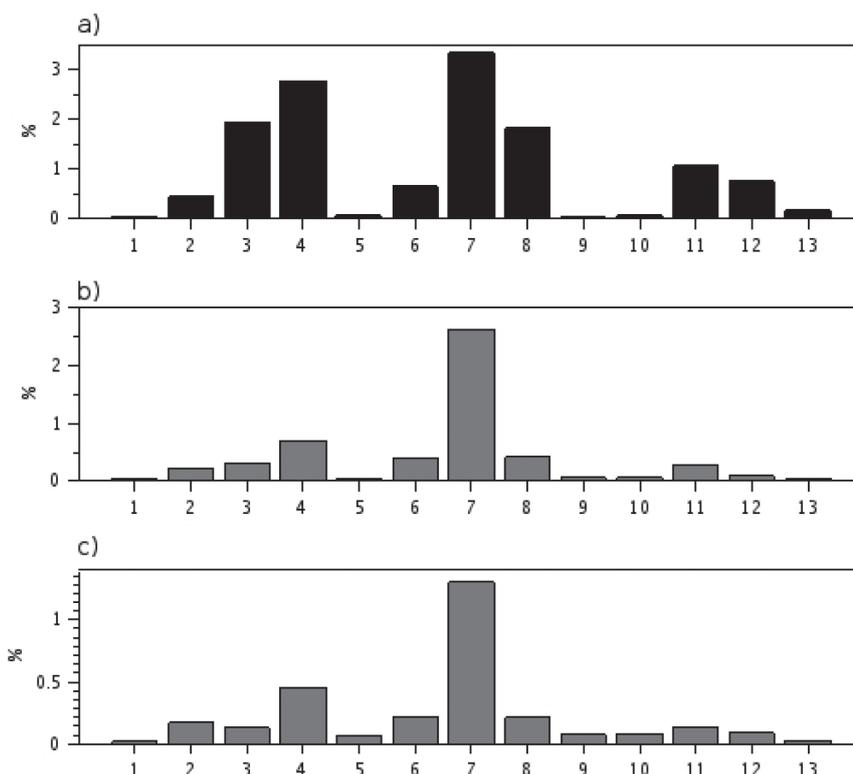


FIGURA 5 - CV da fase de Teste em paralelo, obtido em função das arquiteturas MLP com (a) 1 camada oculta, (b) 2 camadas ocultas e (c) 3 Camadas ocultas para classificação da origem de 13 amostras aleatórias de vinhos.

4. CONCLUSÕES

Neste trabalho, foi proposto um algoritmo computacional chamado *NeuroChem*, para análise estatística em paralelo através do uso de uma rede neural artificial do tipo MLP alimentada com um banco de dados referente para determinação da origem de vinhos. As etapas de treinamento e validação da rede MLP se mostraram eficientes para a taxa de aprendizado igual a 0.1. A arquitetura da rede com três camadas ocultas [13 13 13 13 1] apresentou o menor EQM e o menor coeficiente de variação para as amostras de vinhos, durante a fase final de teste. Ficou evidenciado pelos resultados que o processamento estatístico feito com a programação paralela descrita representou uma redução de 73% do tempo de espera, quando comparado à mesma análise em série. Trabalhos futuros visarão a determinação ótima do número de neurônios por camada na arquitetura da rede MLP e também a otimização do algoritmo *Neurochem* para englobar novas metodologias e protocolos de paralelismo de máquina, como a *Message Passing Interface* (MPI),

para trabalho com bancos de dados extremamente volumosos.

5. LITERATURA CITADA

AEBERHARD, Stefan; COOMANS, Danny; DE VEL, Olivier. The classification performance of RDA. Dept. of Computer Science and Dept. of Mathematics and Statistics, James Cook University of North Queensland, Tech. Rep, p. 92-01, 1992.

AEBERHARD, Stefan; COOMANS, Danny; DE VEL, Olivier. The performance of statistical pattern recognition methods in high dimensional settings. In: Proc. IEEE Signal Process. Workshop Higher Order Statist. 1994. p. 14-16.

BRANCO; Tadeu Sacha; SAMPAIO; Raimundo José Borges de Sampaio; Aplicação de redes neurais artificiais em modelos de previsão de demanda para equipamentos de infraestrutura de telecomunicações. in XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção; Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 13 a 16 de outubro de 2008.

- CORTEZ, Paulo; CERDEIRA, Antônio; ALMEIDA, Fernando et al. Modeling wine preferences by data mining from physicochemical properties. *Decision Support Systems*, v. 47, n. 4, p. 547-553, 2009.
- DA COSTA, Celso Maciel; STRINGHINI, Denise; CAVALHEIRO, Gerson Geraldo Homrich. Programa Concorrente: Threads, MPI e PVM. *Escola Regional de Alto Desempenho, II ERAD*, v. 2, 2002.
- DE OLIVEIRA, Anderson C.S.; DE SOUZA, Ademária A.; LACERDA, Wilian S. et al. Aplicação de redes neurais artificiais na previsão da produção de álcool. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, v. 34, n. 2, p. 279-284, mar./abr., 2010
- GOMES, Frederico Pimentel. O índice de variação, um substituto vantajoso do coeficiente de variação. Piracicaba: Ipef, 1991, 4p. (Circular Técnica, 178)
- FERNANDES, Luiz Gustavo L.; PORTUGAL, Marcelo S.; NAVAUX, Philippe O.A. Previsão de séries de tempo: redes neurais artificiais e modelos estruturais. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 26, n. 2, p. 253-276, 1996.
- FORINA, M., ARMANINO, C., CASTINO, M., UBIGLI, M. Multivariate data analysis as a discriminating method of the origin of wines. *Vitis*, 25(3), 189-201, 1986.
- GONÇALVES, Luciene R. Modelagem de séries representativas do setor energético brasileiro. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária). Lavras, MG: UFLA, 2007. 106 p
- LICHMAN, M. (2013). UCI Machine Learning Repository [<http://archive.ics.uci.edu/ml>]. Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science. Acesso em 12/02/2015 às 15:00h.
- LIN, Kuo-Ping. A novel evolutionary kernel intuitionistic fuzzy-means clustering algorithm. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems Fuzzy Systems*, v. 22, n. 5, p.1074-1087, 2014.
- MOREIRA, Michel C.; CECÍLIO, Roberto A.; PINTO, Francisco A.C. et al. Desenvolvimento e análise de uma rede neural artificial para estimativa da erosividade da chuva para o Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, n. 6, p.1069-1076, 2006.
- MUTTER, Stefan; HALL, Mark; FRANK, Eibe. Using classification to evaluate the output of confidence-based association rule mining. In: *AI 2004: Advances in Artificial Intelligence*. Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 538-549.
- NAVAUX, Philippe O. A.; DE ROSE, César A.F.; PILLA, Laércio L. Fundamentos das Arquiteturas para Processamento Paralelo e Distribuído. *XI Escola Regional de Alto Desempenho do Estado do Rio Grande do Sul-2011-Porto Alegre, RS*, p. 22-59, 2011.
- PEREIRA, Lilianny Aparecida dos Anjos. Classificação automática de áreas cafeeiras em imagens de satélite, utilizando Redes Neurais Artificiais (Monografia de Graduação). Universidade Federal de Lavras. 2013
- SANGOI, Luiz Fernando. Análises do sistema produtivo suinícola da região central do rio grande do sul (Tese de Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do sul. 2014.
- SOARES, Fátima C.; ROBAINA, Adroaldo D.; PEITER, Márcia X. et al. Redes neurais artificiais na estimativa da retenção de água do solo. *Ciência Rural*, v. 44, n. 2, p. 293-300, 2014.
- SOUZA, M. B., TOMIKAWA, V. O., OLIVEIRA, B. F., POLATI, M. Uso da rede neural artificial no planejamento cirúrgico da correção do estrabismo. *Arq Bras Oftalmol*, 67(5), 459-62, 2004.
- TANG, B., HE, H., DING, Q.; KAY, S. A parametric classification rule based on the exponentially embedded family. *Neural Networks and Learning Systems, IEEE Transactions on*, 26(2), 367-377, 2015.
- TONSIG, Sérgio Luiz. *Redes Neurais Artificiais Multicamadas e o Algoritmo Backpropagation*. 2000.
- ZHONG, Ping; FUKUSHIMA, Masao. Regularized nonsmooth Newton method for multi-class support vector machines. *Optimisation Methods and Software*, v. 22, n. 1, p. 225-236, 2007.

Recebido para publicação em 30/04/2015 e aprovado em 23/06/2016.



USO DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS NO CULTIVO DE ALFACE AMERICANA (*Lactuca sativa* L.) 'KAISER'

Maria Aparecida Nogueira Sedyama¹, Ivan de Paiva Barbosa Magalhães², Sanzio Mollica Vidigal³, Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto⁴, Deise Silva C. P. Cardoso⁵, Maira Christina Marques Fonseca⁶, Iza Paula Lopes de Carvalho⁷

RESUMO - A adubação orgânica é uma alternativa para o cultivo de hortaliças como a alface, pois fornece nutriente e matéria orgânica ao solo. Assim, objetivou-se avaliar a produtividade e a exportação de nutrientes pela alface americana 'Kaiser' cultivada em solo adubado com fertilizantes orgânicos. A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental da EPAMIG, em Oratórios - MG, entre os meses de setembro e novembro de 2012. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições e 10 tratamentos, sendo estes: seis tipos de compostos orgânicos: (T1: bagaço de cana-de-açúcar + casca de café + esterco bovino (EB); T2: bagaço de cana-de-açúcar + casca de café + dejetos suínos (DS); T3: bagaço de cana-de-açúcar + casca de café + EB + DS; T4: bagaço de cana-de-açúcar + EB + DS; T5: bagaço de cana-de-açúcar + pseudocaule de bananeira + DS; T6: pseudocaule de bananeira + casca de café + EB), T7: esterco bovino, T8: húmus de minhoca, T9: lodo de águas residuárias da suinocultura e o T10: controle (sem adubação). A aplicação dos fertilizantes orgânicos aumentou em 42% a produtividade da alface comparada ao controle. As maiores produtividades e massa fresca da parte aérea foram alcançadas com os seguintes fertilizantes orgânicos: T3; T5; T6; e T7. Esses tratamentos exportaram, em média, as seguintes quantidades de nutrientes, em ordem decrescente: N (115,1), K (107,4), Ca (30,0), P (26,10), Mg (11,7), S (7,1) kg ha⁻¹ e Fe (24,9), Mn (3,2), Zn (3,0), Cu (0,5) g ha⁻¹. A aplicação de fertilizantes orgânicos para o cultivo da alface americana 'Kaiser' aumenta a produtividade da cultura e reduz os impactos gerados pelo descarte indevido de resíduos orgânicos no ambiente.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L., cultivo orgânico, compostos orgânicos, sustentabilidade, concentração de nutrientes.

EFFECT OF THE ORGANIC FERTILIZER USE ON CRISPHEAD LETTUCE YIELD

ABSTRACT - The organic fertilizer is an alternative to the cultivation of vegetables such as lettuce because it provides nutrients and organic matter to the soil. So this work aimed to evaluate the yield and nutrients exported by lettuce 'Kaiser' grown in soil with organic fertilizers. The experiment was carried out in Oratórios-MG from September to November 2012. We used a randomized block design with four replications and ten treatments: six organic compounds (T1: sugarcane trash (BCA) + coffee straw (CC) + waste of bovine (EB); T2: BCA + CC + waste of swine (DS); T3: BCA + CC + EB + DS; T4: BCA + EB + DS; T5: BCA + banana tree pseudostem (PB) + DS; T6: PB + CC + EB), T7: cattle manure, T8: humus, T9: pond sludge wastewater and the T10: control (without fertilization). The application of organic fertilizers increased productivity (42%) compared to control. Highest productivities and highest shoots fresh weight were achieved with organic

¹ Enga Agra., D.Sc., Pesq. EPAMIG - Sudeste, Viçosa-MG, Autor correspondente: mariasediyama@gmail.com.br

² Graduando Agronomia UFV/Bolsista PIBIC EPAMIG/FAPEMIG, Viçosa-MG

³ Engo Agro., D.Sc., Pesq. EPAMIG Zona da Mata/Bolsista FAPEMIG, Viçosa-MG

⁴ Farmacêutica-bioquímica, D.Sc., Pesq. EPAMIG - Sudeste/Bolsista FAPEMIG, Viçosa-MG

⁵ Enga Agra., M.Sc., Bolsista PIBIC EPAMIG/FAPEMIG, Viçosa-MG

⁶ Enga Agra., D.Sc., Pesq. EPAMIG-Sudeste/Bolsista FAPEMIG, Viçosa-MG

⁷ Enga Agra., Bolsista Apoio Técnico EPAMIG/FAPEMIG, Viçosa-MG



compounds: T1; T5; T6; and T7. In this treatments, the average amounts of nutrients exported in decreasing order were: N (115.1), K (107.4), Ca (30.0), P (26.10), Mg (11.7), S (7.1) kg ha⁻¹ e Fe (24.9), Mn (3.2), Zn (3.0), Cu (0.5) g ha⁻¹. The use of organic fertilizers for growing lettuce 'Kaiser' increases productivity and reduces the negative impacts caused by improper disposal of organic waste in the environment.

Keywords: Keywords: *Lactuca sativa* L., organic farming, organic compounds, sustainability, nutrient concentration.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as hortaliças folhosas, a alface (*Lactuca sativa* L.) é a que apresenta maior produção e consumo. Esta espécie possui grande número de variedades as quais são caracterizadas quanto à forma, tamanho, coloração e texturas das suas folhas. É consumida, principalmente na forma de saladas, sendo fonte de fibras, sais minerais e vitaminas, além de conter baixo teor calórico (Fernandes et al., 2002). Além disso, apresenta grande importância econômica, nutricional e social, uma vez que é cultivada especialmente por agricultores familiares (Sala & Costa, 2012).

Dentre as cultivares, tem-se observado, nos últimos anos, maior interesse pela produção e consumo de alface americana, associado ao seu alto valor de mercado e às suas características sensoriais (Yuri et al., 2004a).

Exigente por solos ricos em nutrientes, a cultura responde bem à adubação orgânica, em particular, em solos de clima tropical, no qual a mineralização da matéria orgânica é intensa (Montemurro et al., 2010). Aliado a isso, a intensa movimentação do solo, realizada durante a produção da alface, é um fator de degradação que favorece a ocorrência de erosão (Souza & Resende, 2006) e contribui para perdas na quantidade e na qualidade da matéria orgânica do solo, com consequente redução da produtividade. Por esses motivos, a utilização de fertilizantes orgânicos de diferentes origens é uma alternativa para a melhoria da qualidade do solo em propriedades agrícolas (Figueiredo & Tanamati, 2010; Costa et al. 2014; Ziech et al., 2014).

Para a transformação dos resíduos em adubos ou compostos orgânicos utiliza-se o método de compostagem, prática muito disseminada pelos agricultores familiares e produtores de hortaliças em sistema orgânico, pois possibilita menor dependência de insumos externos (Ferreira et al., 2013).

A compostagem é um processo de tratamento dos resíduos orgânicos, em condições controladas, as quais favorecem a multiplicação de microrganismos termófilos

com consequente produção de calor e obtenção de um produto estabilizado. A compostagem, desde que bem operada, possibilita o aproveitamento seguro desses resíduos, pois ocorre a eliminação dos microorganismos patogênicos durante o processo, além de apresentar boas características nutricionais e condicionadoras do solo (Sediyama et al., 2000; Sediyama et al., 2008; Valente et al., 2009), pois é rico em compostos húmicos e cuja utilização no solo, não oferece riscos ao ambiente, à planta e ao homem (Valente et al., 2009; Abreu et al., 2010).

Por meio da adubação orgânica, pode-se aumentar a fertilidade, a biodiversidade do solo e a produtividade das hortaliças nele cultivadas (Finatto et al., 2013), além de melhorar as características sensoriais em relação àquelas cultivada em solos adubados exclusivamente com fertilizantes minerais (Silva et al., 2011).

O fertilizante orgânico, além de fornecer nutrientes ao solo, tem papel fundamental na sustentabilidade dos sistemas de produção, influenciando atributos físicos, químicos e biológicos do solo, com reflexo na estabilidade e na produtividade da cultura. Com a decomposição da matéria orgânica ocorre a liberação dos nutrientes, especialmente o N, P, S e micronutrientes, além de aumentar a retenção de água e ser responsável, em grande parte, pelo aumento da CTC do solo (Costa et al. 2013). O valor fertilizante do composto pode ser aumentado pela adição à sua formulação de resíduos ricos em nutrientes, como casca de café e esterco de origem animal (Sediyama et al., 2011).

Em trabalhos realizados com a cultura da alface foram constatados aumentos da produtividade e dos teores de nutrientes nas plantas, associado à aplicação de fertilizantes orgânicos (Yuri et al., 2004b; Villas Bôas et al., 2004; Oliveira et al., 2009; Abreu et al., 2010; Silva et al., 2011; Shahein et al., 2014). Assim, a alface cultivada com fertilizantes orgânicos, além de apresentar ótima produtividade e qualidade nutricional (Santos et al., 2001; Yuri et al., 2004b), pode apresentar menores teores de nitrato (Shahein et al., 2014). Desta forma,



o sistema de cultivo orgânico constitui uma técnica promissora (Cometti et al., 2004; Finatto et al., 2013). Apesar da importância do uso de compostos na agricultura, em especial em hortaliças, ainda são escassos os trabalhos desenvolvidos no Brasil que avaliam os diferentes resíduos envolvidos na compostagem e a exportação de nutrientes pela cultura. Com esse trabalho objetivou-se avaliar a produtividade e a exportação de nutrientes pela alface americana 'Kaiser' cultivada em solo adubado com fertilizantes orgânicos produzidos a partir de esterco de animais e resíduos vegetais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental da EPAMIG, em Oratórios, MG. A unidade local apresentava temperatura máxima média anual de 21,8 °C e mínima média anual de 19,5 °C; precipitação média anual de 1.250 mm, com maior concentração no período de outubro a março e altitude média de 400 m. O solo, Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico, fase terraço, apresentou: pH (H₂O) = 5,7; MO = 29,0 g kg⁻¹; P = 17,4 mg dm⁻³; K = 152 mg dm⁻³; Ca²⁺ = 2,0 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 1,0 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,0 cmol_c dm⁻³ e H+Al = 3,13 cmol_c dm⁻³.

Empregou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições e dez tratamentos compostos por diferentes tipos de fertilizantes orgânicos. Os seis primeiros são resultantes da compostagem com diferentes resíduos agrícolas: T1: bagaço de cana-de-açúcar + casca de café + esterco bovino (EB); T2: bagaço de cana-de-açúcar + casca de café + dejetos suíno (DS); T3: bagaço de cana-de-açúcar + casca de café + EB + DS; T4: bagaço de cana-de-açúcar + EB + DS; T5: bagaço de cana-de-açúcar + pseudocaule de bananeira + DS; T6: pseudocaule de bananeira + casca de café + EB; T7: EB; T8: húmus de minhocas; T9: lodo de lagoa de decantação de águas residuárias da suinocultura; e, T10: controle, sem adubação.

Os fertilizantes orgânicos foram produzidos a partir de resíduos, ajustando a relação C/N inicial para 25:1 a 30:1, pelo processo da compostagem. O EB e o lodo de lagoa de decantação de águas residuárias da suinocultura foram previamente fermentados, durante 30 dias, em leiras com revolvimento periódico; o húmus foi obtido da produção de minhocas Vermelhas da Califórnia (*Eisenia foetida* Savigny), com base em *esterco bovino* (Antoniolli et al., 2002). Os fertilizantes

orgânicos produzidos conforme Sedyama et al. (2011) foram previamente analisados em laboratório, quanto às características químicas e físico-química (Tabela 1), de acordo com Abreu et al. (2009). A quantidade aplicada ao solo, para cada tratamento, foi equivalente a 40 t ha⁻¹, incorporados na área total da parcela. Essa é a quantidade, normalmente, usada para o cultivo orgânico de hortaliças (Trani, 2007), porém com dose de nutrientes superior à adubação mineral recomendada para a cultura, tendo em vista a liberação mais lenta dos nutrientes no solo, em relação aos fertilizantes inorgânicos.

Cada parcela era composta por quatro fileiras com oito plantas, no espaçamento de 0,25 x 0,25 m, sendo consideradas úteis as 12 plantas centrais. A adubação de plantio foi feita sete dias antes do transplante das mudas, que foram produzidas em bandejas de 200 células, com húmus de minhoca e transplantadas com 22 dias após a semeadura (DAS). A irrigação foi feita por microaspersão e o controle de plantas invasoras, quando necessário, foi realizado manualmente com enxada.

A colheita foi realizada aos 68 DAS, com as plantas cortadas rente ao solo e, em seguida, avaliou-se o número de folhas por planta; massa fresca e seca de folhas (g); porcentagem de massa seca de folha; comprimento do caule (cm), massa fresca e seca do caule (g) e porcentagem de massa seca de caule. Amostras de folhas, representativas da parte comercial da alface e do caule, foram secas em estufa com circulação forçada de ar (65°C por 72 h). Posteriormente, as amostras foram pesadas, moídas e analisadas para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Mn, B, Zn e Fe (Miyazawa et al., 2009). Com esses teores calculou-se a exportação de macronutrientes pela parte aérea das plantas. A produtividade (t ha⁻¹) foi calculada com base na massa fresca das plantas e na área útil das parcelas. A matéria seca da parte aérea foi calculada pela soma da matéria seca de folhas e de caules. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade da alface foi influenciada significativamente pelo tipo de fertilizante orgânico aplicado. As maiores produtividades foram obtidas com os compostos orgânicos T3, T5 e T6, e com T7, cujas médias foram superiores a 62 t ha⁻¹ (Tabela 2).

Tabela 1 - Características químicas e físico-químicas avaliadas: composto orgânico (CO), relação carbono/Nitrogênio (C/N), concentração hidrogeniônica (pH), condutividade elétrica (CE), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), boro (B) e sódio (Na) nos fertilizantes orgânicos usados na adubação do solo, para o cultivo da alface americana, cultivar Kaiser. Oratórios, EPAMIG, 2012

Características	Compostos Orgânicos					Esterco	Húmus	Lodo	
	T1	T2	T3	T4	T5				
CO (%)	12,2	13,8	12,7	11,8	12,0	12,3	12,6	12,3	11,6
C/N	6,2	4,9	5,1	5,9	4,3	6,5	6,8	8,3	11,8
pH	7,6	7,8	7,7	7,2	8,6	8,4	8,0	6,5	6,8
CE (dS m ⁻¹)	1,7	3,0	2,8	2,5	4,8	2,2	-	-	-
N (g kg ⁻¹)	2,0	2,9	2,5	2,0	2,8	1,9	1,8	1,5	1,0
P (g kg ⁻¹)	0,3	1,5	1,3	0,9	2,7	0,5	0,3	0,4	3,3
K (g kg ⁻¹)	0,8	1,1	1,0	0,7	1,7	1,1	0,9	0,8	0,2
Ca (g kg ⁻¹)	1,2	3,0	2,8	2,0	5,0	1,9	0,6	0,9	7,2
Mg (g kg ⁻¹)	0,3	0,6	0,6	0,5	1,0	0,5	0,3	0,5	0,4
S (g kg ⁻¹)	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,3	0,4	0,4	0,6
Zn (mg kg ⁻¹)	245	10222	3167	2078	8491	415	70	117	2285
Fe (mg kg ⁻¹)	14470	9972	12032	15877	8702	1546	18621	14835	21399
Mn (mg kg ⁻¹)	352	558	539	495	734	634	295	469	1051
Cu (mg kg ⁻¹)	41,7	360	319	212	664	40	16	32	720
B (mg kg ⁻¹)	20,0	26,2	20,3	15,6	23,6	31,6	10,1	12,3	9,6
Na (mg kg ⁻¹)	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,0

Essa produtividade é semelhante à obtida por Yuri et al. (2004b), no cultivo de alface americana, onde estudaram doses de composto orgânico até 80 t ha⁻¹ aliada a uma adubação mineral de base (65 kg ha⁻¹ de N, 600 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 260 kg ha⁻¹ de K₂O) em todos os tratamentos e obtiveram melhores resultados com a dose de 56 t ha⁻¹ de composto orgânico.

A dose de 40 t ha⁻¹ dos fertilizantes orgânicos, testada nesse trabalho, permitiu um aumento médio de 42% na produtividade das plantas, em relação ao controle sem adubação. Yuri et al. (2004b) observaram aumento de apenas 21% da produtividade comercial da alface americana 'Raider' adubada com 56,0 t ha⁻¹ de composto orgânico aplicado em pré-plantio, quando comparado ao controle. A maior produtividade obtida, com menor dose de composto, deve-se ao menor espaçamento utilizado na presente pesquisa, ou seja, maior população de plantas, apesar da massa fresca de cabeça ser menor, próxima a 450 g planta⁻¹, inferior aos observados por Yuri et al. (2004b). Com esses dados, pode-se inferir que na maior população de plantas obteve-se menor massa fresca de parte aérea e maior resposta à adubação orgânica.

Não houve diferença entre os tratamentos quanto ao número de folhas por planta, sendo observada, em

média, 31,8 folhas/planta (Tabela 2). De acordo com Oliveira et al. (2004), o número de folhas/planta varia pouco com a adubação, associado ao fato de ser uma característica inerente da cultivar. Yuri et al. (2007) também não constataram diferenças no número de folhas por planta em função da densidade de plantio, para a cultivar Kaiser.

Já para o comprimento do caule foram observados efeitos significativos dos fertilizantes orgânicos testados. Maiores valores foram observados nos tratamentos T3, T5, T6 e T7 se comparados ao controle (Tabela 2). Para alface americana esses valores são considerados indesejáveis, pois caules com comprimento superior a 7,0 cm apresentam desvantagens associadas à redução na qualidade das folhas e perdas de material durante o processamento (Yuri et al., 2004b). Cometti et al. (2004) sugeriram que o caule da alface funciona como o principal órgão de reserva temporário de compostos nitrogenados livres, principalmente nitrato, N-amino e açúcares solúveis.

A composição química e físico-química dos resíduos orgânicos utilizados no processo de compostagem influenciou diretamente a composição nutricional dos fertilizantes orgânicos (Tabela 1). Fato este que pode explicar a diferença de valores de produtividade observada



Tabela 2 - Produtividade, número de folhas/planta e comprimento do caule em plantas de alface tipo americana, cv. Kaiser, adubadas com fertilizantes orgânicos. Oratórios, EPAMIG, 2012

Tratamentos	Produtividade*(t ha ⁻¹)	NúmeroFolhas	Comprimento Caule(cm)
T 1	54,6ab	31,3a	9,1ab
T 2	59,5ab	31,9a	9,8ab
T 3	63,7a	34,1a	10,9a
T 4	60,7ab	31,0a	10,3ab
T 5	69,9a	30,3a	11,4a
T 6	62,8a	34,9a	11,1a
T 7	64,7a	32,5a	11,6a
T 8	55,7ab	31,3a	8,9ab
T 9	60,3ab	30,9a	10,3ab
T 10	43,1 b	30,0a	6,9 b
Média	59,5	31,82	10,03
CV (%)	12,7	9,16	15,02

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5%, pelo teste Tukey.

(Tabela 4), uma vez que o composto T5, com maiores teores de N, P, K, Ca e Mg proporcionou o maior valor de produtividade para a alface americana 'Kaiser'. Diversos autores relatam aumento significativo na produtividade de alface com a aplicação de compostos orgânicos e esterco de animais (Vidigal et al., 1995; Trani et al., 2000; Silva et al., 2013).

Para a massa fresca do caule houve diferença significativa apenas entre o tratamento T7 e o controle e para massa seca de caule não houve diferença entre tratamentos (Tabela 3). O menor valor de massa fresca de folhas foi obtido no tratamento controle, enquanto que os maiores valores foram observados naquelas plantas cultivadas com compostos orgânicos (T3, T5 e T6) e esterco bovino (T7) comparados ao controle (Tabela 3). Essa resposta é semelhante à constatada para produtividade e comprimento de caule (Tabela 2). Resultados com tipos de compostos orgânicos influenciando na produtividade da alface lisa já foram constatados. A adubação com composto orgânico à base de esterco bovino e cama de aviário proporcionou aumento da produtividade da alface lisa, resultando em plantas com parte aérea maior e folhas mais compridas (Silva et al., 2013).

Para massa seca de folhas apenas o tratamento T5 apresentou diferença significativa em relação ao controle e ao T7, e foi semelhante ao demais (Tabela 3). Aumentos da biomassa seca da parte aérea em alface americana adubada com compostos orgânicos também foram observados por Oliveira et al. (2009) e Santana et al. (2012).

Com base na matéria fresca e seca das folhas (Tabela 3), pode-se obter o teor de água nas folhas

da alface, que nesse caso variou entre 93,4 a 95,3% semelhante à média de 93% relatada por Filgueira (2008). Maior teor de água nas folhas é uma característica desejável para as cultivares de alface americana, pois influencia na capacidade das plantas manterem as suas folhas tenras, suculentas e crocantes. Santos et al. (2001) observaram que com o aumento da dose de composto orgânico pode-se obter plantas de alface com menor teor de matéria seca, porém, há maior perda de matéria fresca em condições ambientais e natural após a colheita.

A maior produção de massa fresca de parte aérea, em relação ao controle, deve-se, provavelmente, à melhoria das propriedades do solo, fundamentais ao bom desenvolvimento das plantas e produção das culturas (Kiehl, 1985; Costa et al. 2013; Oliveira et al., 2014). O tipo de composto orgânico pode influenciar a retenção de umidade do solo e contribuir para os distintos valores de massa fresca e seca de parte aérea da alface (Silva & Mendonça, 2007; Oliveira et al., 2014).

Em relação à exportação de nutrientes pelas plantas de alface nos tratamentos T3, T5, T6 e T7, responsáveis pelas maiores produtividades, observou-se em média as seguintes quantidades de nutrientes, em ordem decrescente: N (115,1), K (107,4), Ca (30,0), P (26,10), Mg (11,7), S (7,1) kg ha⁻¹ e Fe (24,9), Mn (3,2), Zn (3,0), Cu (0,5) g ha⁻¹.

Os valores N, K, Ca e Mg exportados não diferiram entre os tratamentos, mas houve diferenças significativas para P e S (Tabela 4). Maiores exportações de P ocorreram nos tratamentos T5 (31,3 kg ha⁻¹) e T6 (28,4 kg ha⁻¹) em relação ao T1 (16,2 kg ha⁻¹). A maior exportação

Tabela 3 - Massa fresca e seca de caule (MFC e MSC) e massa fresca e seca de folhas (MFF e MSF) de alface, cv. Raider, adubada com diferentes fertilizantes orgânicos. Oratórios, EPAMIG, 2012

Tratamentos ¹	MFC*	MSC	MFF	MSF
	t ha ⁻¹		t ha ⁻¹	
T 1	4,66ab	0,279a	49,9ab	3,07ab
T 2	4,79ab	0,305a	54,7ab	3,16ab
T 3	5,44ab	0,305a	58,3a	3,25ab
T 4	5,07ab	0,302a	55,6ab	3,16ab
T 5	5,76ab	0,318a	64,1a	4,18a
T 6	5,79ab	0,333a	57,0a	3,26ab
T 7	6,35a	0,324a	58,3a	2,76 b
T 8	4,30ab	0,274a	51,4ab	2,91ab
T 9-	5,25ab	0,302a	55,0ab	3,07ab
T 10	3,42 b	0,270a	39,7 b	2,40 b
Média	5,08	0,301	54,4	3,12
CV (%)	20,63	11,00	12,64	16,80

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

de S foi observada no T5 (8,9 kg ha⁻¹) em relação ao T3 (4,5 kg ha⁻¹), mas nenhum tratamento diferiu do controle (T10). Os valores médios exportados para N, K, Ca e Mg foram de 108,9, 104,9, 27,5 e 10,8 kg ha⁻¹, respectivamente. Maiores quantidades exportadas, especialmente, de P e S está relacionada à maior produtividade de massa fresca de alface, nos respectivos tratamentos. Além disso, a decomposição da matéria orgânica ocorre, especialmente, com maior liberação de N, P e S (Costa et al. 2013). Essas exportações são bem superiores às obtidas com alface 'Regina' e 'Verônica', em cultivo convencional a céu aberto, onde a ordem de exportação também foi diferente: K>N>Ca>P>Mg>S. Ambientes e variedades influenciam os teores e quantidades exportadas dos nutrientes em alface (Aquino et al., 2007).

O uso de compostos orgânicos pode contribuir no aumento da produção de massa fresca e na produtividade da alface; contudo, o maior ou menor grau de contribuição parece estar ligado ao teor nutricional do composto; neste sentido, o fertilizante orgânico T5 pode ter proporcionado maior acúmulo de nutrientes na planta e maior produtividade, devido à aplicação de maior quantidade de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e a maior CE, em relação aos demais fertilizantes (Tabela 1). Além disso, pode ter proporcionado alterações nas características do solo melhorando a sua qualidade, tais como aumento na biodiversidade, com o surgimento de microrganismos e fungos, que contribuem para o crescimento das plantas (Souza & Resende, 2006).

Quanto à exportação de micronutrientes não se observou diferenças estatísticas significativas em relação ao controle. Apenas o Zn diferiu entre os tratamentos, com maior valor para o T5 (3,6 g ha⁻¹) em relação ao T1 (2,1 g ha⁻¹) e ao T8 (2,0 g ha⁻¹). Para Fe, Mn e Cu os valores médios foram 23,2, 3,0 e 0,4 g ha⁻¹, respectivamente (Tabela 5). O tratamento T5, fertilizante orgânico produzido com bagaço de cana-de-açúcar + pseudocaule de bananeira + dejetos de suíno, promoveu incremento na biomassa fresca, seca e nas quantidades de macro e micronutrientes exportadas pelas plantas de alface. Esse fato deve-se, provavelmente, à composição e a maior taxa de decomposição dos resíduos orgânicos no tratamento T5, que ocorre de forma dinâmica, especialmente, quando um fertilizante orgânico é adicionado ao solo.

Fertilizantes orgânicos de várias origens são empregados no cultivo de alface, destacando-se o composto orgânico, que, além de proporcionar melhoria das propriedades físicas e químicas do solo (KIEHL, 1985), reduz a necessidade de uso de fertilizantes minerais. O aumento dos teores de matéria orgânica do solo geralmente relaciona-se com o aumento na eficiência de utilização dos nutrientes, levando a um aumento na produtividade das culturas (Costa et al. 2013). Os compostos orgânicos, normalmente, apresentam alto teor de nitrogênio, que é um dos nutrientes mais extraídos pela alface, sendo responsável pelo maior desenvolvimento vegetativo e, conseqüentemente, aumento na produtividade e massa fresca da planta.



Tabela 4 - Exportação de macronutrientes (kg ha⁻¹) em plantas de alface tipo americana, cultivar Kaiser, adubadas com fertilizantes orgânicos. Oratórios, EPAMIG, 2012

Tratamentos	N*	P	K	Ca	Mg	S
T1	96,4a	16,2b	104,7a	23,7a	8,9a	5,7ab
T2	116,3a	23,3ab	112,7a	26,3a	10,2a	6,7ab
T3	107,8a	23,7ab	117,4a	29,6a	10,5a	4,5 b
T4	107,3a	25,0ab	124,9a	29,0a	11,6a	7,5ab
T5	135,1a	31,3a	124,2a	36,2a	14,2a	8,9a
T6	116,1a	28,4a	92,7a	28,3a	11,7a	8,4ab
T7	101,3a	20,8ab	95,4a	25,8a	10,4a	6,7ab
T8	106,7a	23,4ab	93,5a	26,7a	10,6a	7,3ab
T9	113,6a	24,2ab	111,2a	27,3a	10,5a	7,0ab
T10	88,3a	20,3ab	72,2a	22,0a	9,4a	6,3ab
Média	108,9	23,6	104,9	27,5	10,8	6,9
CV (%)	18,14	20,72	25,69	20,16	19,53	23,69

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si, a 5%, pelo teste Tukey.

4. CONCLUSÕES

O fertilizante orgânico produzido com bagaço de cana-de-açúcar + pseudocaule de bananeira + dejetos de suíno é o mais adequado para a cultura da alface americana 'Kaiser', na região tendo em vista a maior produtividade e a maior quantidade de nutrientes exportados pelas plantas.

A exportação média de nutrientes entre os tratamentos de maior produtividade (T3, T5, T6 e T7), em ordem decrescente foram: N (115,1), K (107,4), Ca (30,0), P (26,10), Mg (11,7), S (7,1) kg ha⁻¹ e Fe (24,9), Mn (3,2), Zn (3,0), Cu (0,5) g ha⁻¹.

A adubação orgânica é uma alternativa viável e potencial para o cultivo de alface americana 'Kaiser', além de reduzir os impactos negativos gerados pelo descarte indevido de resíduos orgânicos no ambiente.

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 auxílio financeiro e pelas bolsas PIBIC, BDTI e PQ.

6. LITERATURA CITADA

ABREU, I.M.O.; JUNQUEIRA, A.M.R.; PEIXOTO, J.R. et al. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, Suppl.1, p. 108-118, 2010.

ABREU, M. F.; ABREU Jr. C.H.; SILVA, F. C. et al. Análise química de fertilizantes orgânicos (urbanos). In: SILVA, F. C. da. (Org.). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. Brasília-DF:Embrapa. 2009. p. 397-485.

ANTONIOLLI, Z. I.; GIRACCA, E. M. N.; BARCELLOS, L. A. et al. Minhocultura e vermicompostagem. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Solos, 2002. 24 p. (Boletim Técnico, 3).

AQUINO, L.A.; PUIATTI, M.; ABAURRE, M.E.O. et al. Produção de biomassa, acúmulo de nitrato, teores e exportação de macronutrientes da alface sob sombreamento. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.3, p.381-386, 2007.

BERTANI, R.M.A.; VILLAS BÔAS, R.L.; VIDAL, A.A. et al. O uso de fertilizantes compostos na agricultura. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 8, n. 33, agosto de 2011.

COSTA, E.M.; SILVA, H.F.; RIBEIRO, P.R.A. Matéria orgânica do solo e o seu papel na manutenção e produtividade dos sistemas agrícolas. **Enciclopédia Biosfera**; v.9, n.17, p. 1842-1860, 2013.

COMETTI, N. N.; MATIAS, G. C. S.; ZONTA, E. et al. Compostos nitrogenados e açúcares solúveis em tecidos de alface orgânica, hidropônica e convencional. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.4, p.748-753, 2004.

- FERNANDES, A.A.; MARTINEZ, H.E.P.; PEREIRA, P.R.G. et al. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 195-200, 2002.
- FERREIRA, A.G.; BORBA, S.N.S.; WIZNIEWSKY, J.G. A prática da compostagem para a adubação orgânica pelos agricultores familiares de Santa Rosa/RS. Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM, p. 307-317. 2013. <www.ufsm.br/revestadireito>
- FIGUEIREDO, P.G. & TANAMATI, F.Y. Adubação orgânica e contaminação ambiental. **Revista Verde**, v. 3, n.3, p. 1-4, 2010.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008. 402 p.
- FINATTO, J.; ALTMAYER, T.; MARTINI, M.C. et al. A importância da utilização da adubação orgânica na agricultura. **Revista Destaques Acadêmicos**, v.5, n.4, p.85-93, 2013.
- KIEHL, J. E. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- MIYAZAWA, M.; PAVAN, M.A.; MURAOKA, T. et al. Análise química de tecido vegetal. In: SILVA, F. C. da (Org.) Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. Brasília-DF:Embrapa, 2009. p.191-233.
- MONTEMURRO, F.; FERRI, D.; TITTARELLI, F. et al. Anaerobic digestate and on-farm compost application: Effects on lettuce (*Lactuca sativa* L.) crop production and soil properties. **Compost Science & Utilization**, v.18, p.184-193, 2010.
- OLIVEIRA, L.B.; ACCIOLY, A.M.A.; SANTOS, C.L.R. et al. Características químicas do solo e produção de biomassa de alface adubada com compostos orgânicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.2, p.157-164, 2014.
- OLIVEIRA, A.C.B.; SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W. et al. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.26, p.211-217, 2004.
- OLIVEIRA, E.M.; QUEIROZ, S.B.; SILVA, V.F. Influência da matéria orgânica sobre a cultura da alface. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v.6, p.285-292, 2009.
- SANTANA, C.T.C.; SANTI, A.; DALLACORT, R. et al. Desempenho de cultivares de alface americana em resposta na diferentes doses de torta de filtro. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, p.22-29, 2012.
- SANTOS, R.H.S.; SILVA, F. da; CASALI, V.W.D. et al. Conservação pós-colheita de alface cultivada com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.3, p. 521-525, 2001.
- SALA, F. C. & COSTA, C. P. da. Retrospectiva e tendência da alface cultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.2, p. 187-194, 2012.
- SEDIYAMA, M.A.N.; VIDIGAL, S.M.; PEDROSA, M. W. et al. Fermentação de esterco de suínos para uso como adubo orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.6, p.638-644, 2008.
- SEDIYAMA, M. A. N.; Garcia, N.C.P.;VIDIGAL, S.M. et al. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos de suínos. **Scientia Agrícola**, v.57, n.1, p.185-189, 2000.
- SEDIYAMA, M.A.N.; NASCIMENTO, J.L.M.; VIDIGAL, S.M. et al. Compostos orgânicos produzidos com resíduos vegetais e dejetos de origem bovina e suína. CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, VII, 2011, Fortaleza. **Anais... Fortaleza:UFC, Cadernos de Agroecologia**, v.6, n.2, p.1-5, 2011.
- SHAHEIN, M.M.; AFIFI, M.M.; ALGHARIB, A.M. Assessing the effect of humic substances extracted from compost and biogas manure on yield and quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.**, v.14, n.10, p.996-1009, 2014.
- SILVA, E.M.N.C.P.; FERREIRA, R.L.F.; ARAÚJO NETO, S.E. et al. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, v.29, p.242-245, 2011.



SILVA, N.R.; CAMARGO, A.P.F.; WANGEN, D.R.B. Produção orgânica de alface adubada com diferentes tipos de compostos orgânicos.

Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013.

SILVA, I.R. & MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F. et al., Eds. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.275-374.

SOUZA, J.L. & RESENDE, P.L. Manual de Horticultura orgânica. 2.ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2006. 843p.

TRANI, P.E. Calagem e adubação para hortaliças sob cultivo protegido. **Revista Campo & Negócio HF**, Uberlândia, v.2, n.23, p.40-43, abr. 2007.

TRANI, P.E.; TAMISO, L.G.; TESSARIOLI NETO, J. et al. Adubação orgânica da alface de verão sob cultivo protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 42, 2000, São Pedro. *Anais...* São Pedro: SOB/FCAV-UNESP, 2000. p.762-764.

YURI, J.E.; MOTA, J.H.; RESENDE, G.M. et al. Desempenho de cultivares de alface tipo americana em cultivo de outono no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.2, p.282-286, 2004a.

YURI, J.E.; RESENDE, G.M.; RODRIGUES JÚNIOR, J.C. et al. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p. 127-130, 2004b.

YURI, J.E.; RESENDE, G.M.de; MOTA, J.H. et al. Teor de N, P e K em alface tipo americana em função de doses de nitrogênio e potássio em adubação de cobertura, em condições de verão. In: 47º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2007, Porto Seguro. **Horticultura Brasileira**, v. 25, 2007.

VALENTE, B.S.; XAVIER, E.G.; MORSELLI, T.B.G.A. et al. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de Zootecnia**, v. 5, p. 59-85, 2009.

VIDIGAL, M.V.; RIBEIRO, A.C.; CASALI, V.W.D. et al. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica. I. Ensaio de campo. **Revista Ceres**, v.42, n.239, p.80-88, 1995.

VILLAS BÔAS, R.L.; PASSOS, J.C.; FERNANDES, M. et al. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p.28-34, 2004.

ZIECH, A.R.D.; CONCEIÇÃO, P.C.; LUCHESE, A.V. et al. Cultivo de alface em diferentes manejos de cobertura do solo e fontes de adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.9, p.948-954, 2014.

Recebido para publicação em 08/03/2016 e aprovado em 19/05/2016.

VIABILIDADE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE HORTALIÇAS EM SISTEMA HIDROPÔNICO EM CAMETÁ-PA

Raimundo de Almeida Pantoja Neto¹, Byanca dos Santos Martins², Ivanete Cardoso Palheta³, Manoel Tavares de Paula⁴

RESUMO - A hidroponia envolve técnicas de cultivo em ambiente protegido, em que todos os nutrientes necessários ao desenvolvimento da planta são fornecidos através de solução nutritiva. Esse sistema é visto como vantajoso, uma vez que possibilita maior uniformidade na produção, alta produtividade por área, uso racional de fertilizantes, redução do ciclo de cultivo e produtos de ótima qualidade. A produção de hortaliças utilizando as técnicas hidropônicas apresenta-se como alternativa viável para o produtor rural no contexto de uma economia competitiva e cada vez mais exigente em relação à qualidade dos produtos. O presente estudo objetivou analisar a viabilidade econômica do cultivo de hortaliças em sistema hidropônico, no município de Cametá-Pa, durante um horizonte de planejamento de cinco anos. Os dados sobre os custos da produção foram levantados em uma propriedade rural onde foi implantado o cultivo de coentro (*Coriandrum sativum* L.), couve (*Brassica oleracea* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.) utilizando casa de vegetação com área instalada de 544 m². Como critérios de avaliação econômica foram utilizadas as técnicas de fluxo de caixa, Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Relação Benefício/Custo (Rb/c) e Ponto de Equilíbrio (PE), considerando uma taxa de atratividade de 12% ao ano. Constatou-se que a atividade é economicamente viável pelos resultados dos três indicadores econômicos: VPL positivo, TIR maior que a taxa mínima de atratividade de 12% ao ano e Rb/c (R\$ 1,95) maior que a unidade, mostrando que a cada R\$ 1,00 investido retorna bruto R\$ 1,95 ou líquido R\$ 0,95. A viabilidade econômica do sistema produtivo analisado indica que tal atividade pode ser considerada uma forma alternativa de produção de alimento e geração de renda para os agricultores locais, além de contribuir para fixação do homem no campo.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* L., *Lactuca sativa* L., *Coriandrum sativum* L., sistema de produção.

ECONOMIC FEASIBILITY OF THE VEGETABLE PRODUCTION IN HYDROPONIC SYSTEM IN THE MUNICIPALITY OF CAMETÁ, PARÁ STATE

ABSTRACT - Hydroponics involves growing techniques in a protected environment, where all the nutrients necessary for plant development are provided through nutrient solution. This system is seen as advantageous, since it enables greater uniformity in production, high productivity per area, rational use of fertilizers, reduction of the cultivation cycle and high quality products. Vegetable production, using hydroponic techniques, is presented as a viable alternative for rural producer in the context of a competitive and increasingly demanding economy regarding the product's quality. This study aimed to analyze the economic feasibility of vegetables growing hydroponically, in the municipality of Cametá, Pará State, over a planning horizon of five years. Data on the costs of production were obtained in a rural property, where was developed the growing of coriander (*Coriandrum sativum* L.), cabbage (*Brassica oleracea* L.) and lettuce (*Lactuca sativa* L.), using a greenhouse with an installed area of 544 m². As economic evaluation criteria, the following cash flow techniques were used: Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Benefit Cost Ratio (BCR) and Break-Even Point (BEP). A hurdle rate of 12% per year was considered. It was found the activity is economically viable according to the three economic indicators: positive NPV, IRR greater than the hurdle rate of 12% per year and BCR

¹ Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Pará. ntpantoja20@gmail.com

² Graduação em Agronomia. Universidade Federal do Pará.

³ Mestre em Ciências Ambientais. Universidade do Estado do Pará.

⁴ Doutor em Agroecossistema da Amazônia. Universidade do Estado do Pará.



(R\$ 1.95) greater than the unity. Thus, for every R\$ 1.00 invested, it generates a gross profit of R\$ 1.95 or a net profit of R\$ 0.95. The economic viability of the production system analyzed herein indicates such activity can be considered as an alternative method of food production and income generation for local farmers, in addition to contribute toward keeping people in the countryside.

Keywords: Brassica oleracea L., Lactuca sativa L., Coriandrum sativum L., Production System.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um dos maiores produtores mundiais de hortaliças e as atividades agrícolas estão entre as principais bases da economia. Pesquisas apontando os benefícios que a ingestão de hortaliças propicia ao organismo humano têm contribuído para o aumento do consumo desses vegetais nos últimos anos. Assim, a criação de hortas despertou o interesse de agricultores em diversas partes do mundo, contribuindo para a geração de renda das famílias (Castro, 2013; Fernandes et al., 2013).

A produção de hortaliças na Amazônia contribui para o fortalecimento da agricultura familiar complementando em 70% a receita salarial dos núcleos familiares, além de proporcionar maior segurança alimentar e nutricional. Os cultivos ocorrem geralmente para atender as necessidades nutricionais das famílias, sendo o excedente comercializado, tendo papel crucial na economia local (Nespoli et al., 2015).

A adoção de práticas produtivas visando melhor controle da composição dos nutrientes fornecidos às hortaliças é de fundamental importância para garantir a qualidade dos alimentos que muitas vezes são consumidos *in natura*. Desse modo, o cultivo hidropônico vem ganhando cada vez mais espaço, pois é uma técnica que apresenta vantagens ambientais e econômicas em relação ao cultivo convencional. O controle parcial de fatores climáticos possibilita aos olericultores produção durante as entressafas, contribuindo para maior produtividade e qualidade nutricional dos produtos (Bezerra Neto & Barreto, 2012).

A hidroponia é uma técnica difundida mundialmente e sua aplicação está ligada à produção vegetal, principalmente de hortaliças em cultivo protegido, associada à resolução de problemas relacionados ao uso racional de água e redução da contaminação do solo. É uma prática que utiliza solução nutritiva em substituição ao solo, contendo elementos minerais essenciais ao desenvolvimento da planta. Esse método possibilita além do bom crescimento vegetal, elevada

produtividade, alta qualidade dos produtos e adequado controle fitossanitário (IPA, 2011).

A produção de hortaliças apresenta custos relativamente baixos e constitui-se em promissora fonte de renda para agricultores de base familiar. No entanto, para desenvolver essa atividade, o agricultor precisa conhecer as técnicas e processos recomendados ao plantio, bem como estudos mostrando se o empreendimento é viável economicamente (Richetti et al., 2011). A pesquisa objetivou analisar a viabilidade econômica da produção de hortaliças em sistema hidropônico no município de Cametá-Pa, durante um horizonte de planejamento de cinco anos.

2. MATERIALE MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Cametá-Pa, em uma propriedade agrícola situada no bairro do Cinturão Verde (2° 14' 54.95"S, 49° 31' 24.18"O) a cerca de 2km do centro urbano (Figura 1). Segundo a classificação de Köppen o clima desta região é classificado como Am e apresenta temperatura média mensal de 27°C (IBGE, 2010).

A análise econômica do cultivo de hortaliças em sistema hidropônico foi realizada para um horizonte de planejamento de cinco anos. Os dados sobre os custos da produção foram levantados em uma propriedade agrícola onde foi implantado o cultivo de coentro (*Coriandrum sativum* L.), couve (*Brassica oleracea* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.) utilizando casa de vegetação com área instalada de 544 m², contendo duas estufas com dimensões de 7,3x40 e 6,3x40 metros, com estrutura em pilares de madeira e pé-direito com 2m. No interior das duas estufas foram construídas 40 e 30 calhas respectivamente, niveladas e forradas com filme plástico. Suas coberturas foram feitas com filme agrícola de 150 micras e o reservatório para solução nutritiva possui capacidade para 2000 litros.

Para fixação mecânica das espécies utilizou-se como substrato a casca de arroz carbonizada, tendo em vista a disponibilidade desse material na região e suas

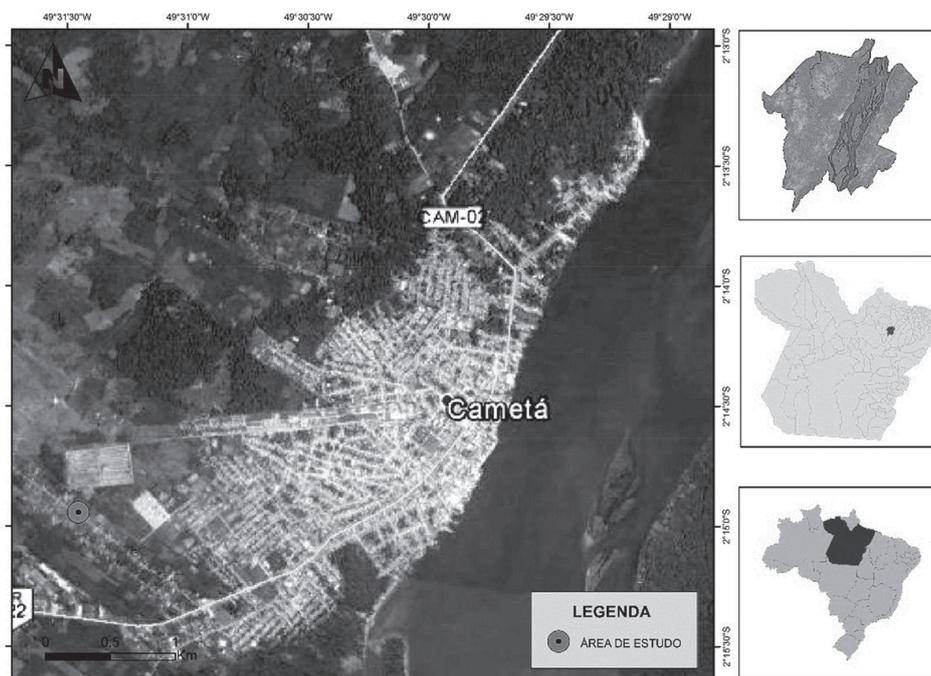


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo no município de Cameté-PA.

características físicas e químicas que lhes conferem maior resistência à decomposição.

A solução nutritiva utilizada nos plantios foi a proposta por Furlani et al. (1999), a qual contém 750 g de Nitrato de cálcio hydro Especial, 500 g de Nitrato de potássio, 150 g de Fosfato monoamônio (MAP), 400g de Sulfato de magnésio, 0,15 g de Sulfato de cobre, 0,5 g de Sulfato de zinco, 1,5 g de Sulfato de manganês, 1,5 g de Ácido bórico ou 2,3 g de Bórax, 0,15 g de Molibdato de sódio ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ou Molibdato de amônio, 30 g de Tenso-Fe® (FeEDDHMA-6% Fe) ou Ferrilene® (FeEDDHA-6% Fe) ou 13,8 g de Dissolvine® (FeEDTA-13% Fe) ou 180 mL de FeEDTANa₂ (10 mg/mL de Fe) para cada 1000 litros de água. Em todos os cultivos foram usados diariamente 25 litros de solução nutritiva por calha. Foi realizado o monitoramento do pH (mantido entre 5,5 e 6,5) e da condutividade elétrica da solução nutritiva fazendo-se correções quando necessárias.

As mudas de couve (*Brassica oleracea* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.) foram feitas em bandejas plásticas de 64 células, com três sementes por célula, realizando-se o desbaste aos 10 dias após a semeadura. Posteriormente as plantas foram repassadas para vasos

plásticos, com volume de 2,5 litros, os quais foram colocados nas calhas onde receberam a solução nutritiva. Para o coentro (*Coriandrum sativum* L.) a semeadura foi realizada diretamente nas calhas abastecidas com água e somente após o período de germinação a água foi substituída pela solução nutritiva.

2.1 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA

A análise econômica foi realizada a partir dos indicadores financeiros: Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Relação Benefício/Custo (RB/c) e Ponto de Equilíbrio (PE) (Dossa, 2000). Os valores de insumos e serviços foram obtidos por entrevista semiestruturada e com base nesses dados estimou-se a composição de custos (receita e insumos) necessários para a implantação do sistema de produção, inferindo-se sobre o fluxo de caixa.

O Valor Presente Líquido (VPL) é uma fórmula matemática capaz de determinar o valor presente de pagamentos futuros, descontando-se uma taxa de juros, menos o custo do investimento inicial. Quando o VPL é positivo é dito como atrativo do ponto de vista econômico-financeiro e quanto maior o VPL mais lucrativo será o projeto (Santana, 2005). Representado pela expressão:

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j + (1+i)^j - \sum_{j=0}^n C_j + (1+i)^j$$

Onde:

R_j = Receitas oriundas do projeto no ano j

C_j = Custo do projeto no ano j

n = Vida útil do projeto

VPL > 0 - Empreendimento é viável economicamente (Receita > Custo);

VPL < 0 - O Empreendimento é inviável (Receita < Custo);

VPL = 0 - Não há lucro, receitas são suficientes para cobrir as despesas.

Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de juros que uma aplicação financeira precisa para ter rendimentos, quanto maior a TIR melhor e mais lucrativo será o projeto (Sanguino et al., 2007). A TIR foi expressa pela seguinte relação:

$$\sum_{j=0}^n R_j + (1+i)^j = \sum_{j=0}^n C_j + (1+i)^j$$

Onde:

i = Taxa interna de retorno

R_j = Receitas oriundas do projeto no ano j

C_j = Custos do projeto no ano j

n = Vida útil do projeto

Relação Benefício/Custo (Rb/c) verifica se os benefícios são maiores do que os custos. São considerados viáveis economicamente os projetos de investimento que apresentam Rb/c maior que 1, pois indicam que as receitas são maiores que os custos (Santana, 2005). Na determinação da Rb/c utilizou-se a seguinte formulação:

$$\text{Relação B/C} = \frac{\sum_{j=0}^n R_j / (1+i)^j}{\sum_{j=0}^n C_j / (1+i)^j}$$

Onde:

i = Taxa de desconto

R_j = Receitas oriundas do projeto no ano j

C_j = Custos do projeto no ano j

n = Vida útil do projeto

O Ponto de Equilíbrio (PE) informa o faturamento mínimo necessário para cobrir os custos fixos e variáveis (Oliveira et al., 2011) pela expressão:

$$PE = 1/(Rb/c)$$

Onde:

PE: Ponto de Equilíbrio

Rb/c: Relação Benefício/Custo

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de insumos e serviços necessários para a implantação do sistema de produção são apresentados na Tabela 1.

Em conformidade com os resultados, observa-se que o item que mais onerou o custo de produção do projeto foi o insumo (56,49%), em segundo lugar têm-se o custo com serviços (43,51%). Bezerra Neto & Barreto (2012) ressaltaram que o cultivo hidropônico requer elevadas despesas com insumos durante sua implantação, a qual normalmente exige a aquisição de uma infraestrutura própria, como casa de vegetação, bancadas, canaletas, vasos, tanque, sistema hidráulico, sistema elétrico, entre outros. Para o pequeno produtor tal fato pode representar uma desvantagem, contudo, além da possibilidade de pleitear um financiamento por meio da análise da viabilidade econômica, alguns itens podem ser adquiridos localmente e adaptados, reduzindo o custo inicial.

O fluxo de caixa relativo aos custos e receitas (Tabela 2) mostrou que apesar do empreendimento já produzir renda no ano zero com a colheita do coentro (*Coriandrum sativum* L.), couve (*Brassica oleracea* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.) gerando o valor de R\$ 9.800,00, o projeto apresenta fluxo de caixa líquido negativo igual a R\$ -16.376,40 para este ano, ou seja, as receitas não cobriram as despesas com serviços e insumos advindas da implantação do sistema. O fluxo de caixa líquido negativo no ano zero ocorre geralmente devido às despesas de implantação do sistema produtivo, como mão de obra para as operações de preparo da área que elevam os custos nesse período (Santos & Santos, 2012).

Os resultados dos indicadores econômicos Valor Presente Líquido (VPL), Relação Benefício/Custo (R/bc) e Taxa Interna de Retorno (TIR) para o cultivo de hortaliças em sistema hidropônico à taxa de 12% ao ano são apresentados na Tabela 3. Nota-se que

Tabela 1 - Custos de produção relativos à 544m² de horta em sistema hidropônico no município de Cameté-PA – Orçamento Unitário em R\$ 1,00

Elemento de custo	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	TOTAL
1. Serviços	8.660,00	5.760,00	5.760,00	5.760,00	5.760,00	31.700,00
2. Insumos	17.516,40	5.910,72	5.910,72	5.910,72	5.910,72	41.159,28
Total	26.176,40	11.670,72	11.670,72	11.670,72	11.670,72	72.859,28

Tabela 2 - Fluxo de caixa para avaliação econômica do projeto de investimento de 544m² de horta em sistema hidropônico no município de Cameté-PA – Orçamento Unitário em R\$ 1,00

Especificação	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4
I – Entrada					
a) Valor da produção	9.800,00	36.400,00	36.400,00	36.400,00	36.400,00
Total (A)	9.800,00	36.400,00	36.400,00	36.400,00	36.400,00
II- Saída					
a) Serviços	8.660,00	5.760,00	5.760,00	5.760,00	5.760,00
b) Insumos	17.516,40	5.910,72	5.910,72	5.910,72	5.910,72
Total (B)	26.176,40	11.670,72	11.670,72	11.670,72	11.670,72
III- Benefícios					
Benefício líquido (A-B)	-16.376,40	24.729,28	24.729,28	24.729,28	24.729,28

Tabela 3 - Indicadores de decisão econômico-financeira para a implantação do projeto de investimento de 544m² de horta em sistema hidropônico no município de Cameté-PA

Indicadores de decisão	Horta
VPL (R\$)	58.735,06
TIR (%)	147
Rb/c (R\$)	1,95
PE (%)	0,51

o VPL é positivo, a Rb/c é maior que a unidade e a TIR é maior que a taxa mínima de atratividade de 12% ao ano. O resultado mostra que para cada R\$ 1,00 investido no empreendimento à taxa 12% ao ano retorna bruto R\$ 1,95 ou líquido R\$ 0,95, atestando a viabilidade do cultivo hidropônico.

Os valores de VPL, TIR, Rb/c, PE demonstram viabilidade econômica para o projeto dentro de um enfoque econômico, indicando que tal atividade pode ser considerada uma forma alternativa de produção de alimento e geração de renda para os agricultores locais, além de contribuir para fixação do homem no campo. No entanto, é necessário ainda considerar o contexto da agricultura familiar na Amazônia, e nesse sentido um aspecto importante a ser considerado é a associação adequada das espécies vegetais no sistema de cultivo, que pode ser determinante na sua rentabilidade e viabilidade (Melo, 2016). É relevante

a proposição de modelos de sistemas mais adequados para a região que levem em consideração os saberes dos agricultores locais, segurança alimentar das famílias e as demandas de mercado.

4. CONCLUSÃO

A viabilidade econômica do sistema produtivo analisado indica que tal atividade pode ser considerada uma forma alternativa de produção de alimento aos agricultores locais, além de contribuir para fixação do homem no campo.

A adoção da produção de hortaliças em sistema hidropônico que considere o contexto da agricultura familiar na Amazônia pode oferecer uma variedade de produtos hortícolas permitindo diversificação da renda, melhoria na qualidade de vida, segurança alimentar, além de recuperação ambiental. Destaca-se a necessidade do desenvolvimento de capacidades locais e apoio governamental no fortalecimento de sistemas produtivos eficientes, com políticas e ações que visem à promoção da agricultura familiar.

5. LITERATURA CITADA

BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L.P. As técnicas de hidroponia. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v.8, p.107-137, 2012.



CASTRO, C.N. A agricultura no nordeste brasileiro: Oportunidades e limitações ao Desenvolvimento. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, v.08, p.77-89, 2013.

DOSSA, D.; CONTO, A. J.; RODIGHIERI, H.; HOEFLICH, V.A. **Aplicativo com análise de rentabilidade para sistemas de produção de florestas cultivadas e de grãos**. Colombo: Embrapa – Florestas, 2000, 56p.

FERNANDES, R.; SOUZA, N.R.P.G.; MARTINS JÚNIOR, J. Benefícios da implantação do programa Hortas Comunitárias em Maringá – Paraná. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research**, v.4, n.1, p.79-82, 2013.

FURLANI, P.R.; SILVEIRA, L.C.P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, Boletim Técnico IAC 180, 1999, 52p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Senso demográfico**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acessado em 23 maio 2016.

IPA. **Instituto Agrônomo de Pernambuco**. Hidroponia ganha espaço em Pernambuco. 2011. Disponível em: http://www.ipa.br/noticias_detalhe.php?idnoticia=2901. Acessado em 23 maio 2016.

MELO, A.M.T. **Hortaliças subutilizadas e sua importância no contexto da agricultura familiar**. 2016. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_1/PAL02.pdf. Acessado em 23 maio 2016.

NESPOLI, A.; COCHEV, J.S.; NEVES, S.M.A.S.; SEABRA JÚNIOR, S. Produção de hortaliças pela agricultura familiar de Alta Floresta, Amazônia Matogrossense. **CAMPO-TERRITÓRIO: Revista de Geografia Agrária**, v.10, n.21, p.159-191, 2015.

OLIVEIRA, A.C.S.; RUBIM, R.F.; FERNANDES, P.G.; PRELLWITZ, W.P.V.; AZEVEDO, P. H.D.A.M. Avaliação econômica de cana-de-açúcar em sistema de plantio direto em comparação ao convencional em Campos dos Goytacazes-RJ. **VÉRTICES**, v.13, n.1, p.105-114, 2011.

RICHETTI, A.; MOTTA, I.S.; PADOVAN, M.P. Viabilidade econômica da produção agroecológica de hortaliças no Sistema de Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (PAIS) em Juti, Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia**, v.6, n.2, p.1-6, 2011.

SANGUINO, A.C.; SANTANA, A.C.; HOMMA, A.K.O.; BARROS, P.L.C.; KATO, O.K.; AMIN, M.M.G.H. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais no Estado do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, n.47, p.71-88, 2007.

SANTANA, A.C. **Elementos de economia, agronegócio e desenvolvimento local**. Belém: CTZ/TUD/UFRA, 2005, 197p.

SANTOS, F.R.; SANTOS, M.J.C. Viabilidade econômica da produção de hortaliças em quintais agroflorestais. **Scientia Plena**, v.8, n.4, p.1-5, 2012.

Recebido para publicação em 04/03/2016 e aprovado em 19/05/2016.