

ISSN 2595-3125

# Revista Agrária Acadêmica

*Agrarian Academic Journal*

Volume 1 - Número 4 - Nov/Dez (2018)

Publicação técnico-científica bimensal eletrônica

---

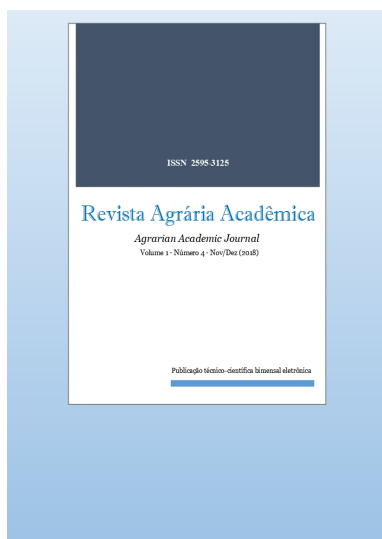
# Revista Agrária Acadêmica

*Agrarian Academic Journal*

Volume 1 – Número 4 – Nov/Dez (2018)

## SUMÁRIO

- First occurrence of *Puccinia stylosanthis* in state of Mato Grosso do Sul, midwestern Brazil.** 6 - 9  
Aníbal Alves de Carvalho Júnior, Jaqueline Rosemeire Verzignassi, Celso Dornelas Fernandes
- The acclimatization of plants of *Ananas comosus* MERR var. MD-2 is stimulated with irrigation with magnetically treated water.** 10 - 16  
Elizabeth Isaac Alemán, Yilan Fung Boix, Albys Esther Ferrer Dubois, Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo, Leandris Argentel-Martínez
- Arbuscular mycorrhizal communities in different tropical pastures of the brazilian northeast.** 17 - 28  
Francisco Marques Cardozo Junior, Romero Francisco Vieira Carneiro, Bruno Tomio Goto, Ademir Sérgio Ferreira de Araújo
- Influência da incorporação de materiais orgânicos associada ao manejo do solo na atividade microbiana durante o ciclo da batata.** 29 - 38  
Juliana Zucolotto, Roberto Stefani Takahashi, Carlos Francisco Ragassi, Pedro Henrique Sakai de Sá Antunes, Paulo Cesar Tavares de Melo, Elke Jurandy Bran Nogueira Cardoso, José Laercio Favarin
- Diversidade morfológica, genética e patogenicidade de *Colletotrichum spp.* associados à pimenta-de-cheiro (*Capsicum chinense* Jacq.).** 39 - 51  
Alessandro Machado da Silva, Jânia Lília da Silva Bentes, Elisângela de Jesus da Silva Bezerra, Marceley Cristine de Andrade da Silva
- Aclimatização de mudas micropropagadas de genótipos de gerbera.** 52 - 63  
Tarcisio Rangel do Couto, João Sebastião de Paula Araújo
- Uso de resíduos orgânicos como substratos alternativos para formação de mudas de repolho.** 64 - 70  
Hanna Ibiapina de Jesus, Luana Kessler Nascimento Casais, Luis de Souza Freitas, Rhaiana Oliveira de Aviz, Emanuel dos Santos Vasconcelos, Luciana da Silva Borges
- Uromyces setariae-italicae* em *Brachiaria humidicola* cv. Humidicola em Mato Grosso do Sul: primeiro relato.** 71 - 74  
Jaqueline Rosemeire Verzignassi, Aníbal Alves de Carvalho Júnior, Celso Dornelas Fernandes
- Rendimento, peso absoluto e crescimento de órgãos internos, componentes não-carcaça e depósitos de gordura de cordeiros.** 75 - 92  
Fabrício Leonardo Alves Ribeiro, Amanda Vasconcelos Guimarães, Rafael Fernandes Leite, Iraídes Ferreira Furusho-Garcia, Luciana Castro Geraseev, Viviane Aparecida Amin Reis, Juan Ramón Olalquiaga Pérez
- Avaliação da qualidade microbiológica de leite cru comercializado informalmente no município de Imperatriz – Maranhão.** 93 - 97  
Bruna Lorena de Farias Paiva, Jhessy Vieira de Souza, Karuane Saturnino da Silva Araújo, Diego Carvalho Viana, Vanderlene Brasil Lucena, Virlane Kelly Lima Hunaldo
- Luteoma em ovário bovino: relato de caso.** 98 - 102  
Gabriel Brocsewisk Strada, Helena Alves Camponogara, Victória Scott Souza Scardoelli, Fabrício Dias Alves Gularte, Patrícia de Freitas Salla
- Salmonella spp.* Um importante agente patógeno veiculado por ovos no Brasil: uma revisão bibliográfica sistemática.** 103 - 111  
Camila Ramela Sousa Gomes Costa, Karuane Santurnino da Silva Araújo, Eliana da Silva Sousa, Larysse Leite Moraes, Neilton dos Santos Alves, Phernanda Karolyna Lima Silva, Samya Mirele Jorge Faustino



A Revista Agrária Acadêmica é um periódico científico publicado bimensalmente destinada a divulgação de trabalhos técnico-científicos nas áreas de Agronomia, Medicina Veterinária, Zootecnia, Engenharia Florestal, Ambiental, Pesca e áreas afins.

Poderão ser submetidos trabalhos regionais, nacionais e internacionais (Artigos de Revisão, Artigos Científicos, Educação Continuada, Relatos de Caso, Nota Prévia e Comunicação) ainda não publicados, nem encaminhados a outras revistas para o mesmo fim. Os manuscritos devem ser enviados para o e-mail [agrariacad@gmail.com](mailto:agrariacad@gmail.com).

A iniciativa visa contribuir na atualização técnico-científica dos profissionais nas universidades, instituições de pesquisa, agências de fomento e extensão, bem como na iniciativa privada. Objetiva também tornar a informação mais acessível aos profissionais de campo.

O título abreviado da Revista é Rev. Agr. Acad., forma que deve ser usada em bibliografias, notas de rodapé, referências e legendas bibliográficas. O endereço para correspondência da Revista é Rua Rio Grande do Norte, 1342, Sala 3, Mercado, Imperatriz – MA, Brasil, CEP 65901-280.

Todos os artigos e relatos dessa publicação são de inteira responsabilidade de seus autores não cabendo nenhuma responsabilidade legal sobre o conteúdo à Revista ou à Editora.

A revista permite acesso livre a todo seu conteúdo, para que a pesquisa seja acessível ao público e para um melhor intercâmbio de conhecimento. Assim, acredita no maior número de leitores e maior citação de trabalhos dos autores.

Foi adotada a formatação em coluna única, o que facilita a leitura on-line.

A Revista agradece o apoio permanente dos membros do Conselho Editorial e do Comitê Científico. Agradece também aos autores pelo envio dos trabalhos.

Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.



ISSN (*on-line*): 2595-3125



DOI: 10.32406

## CONSELHO EDITORIAL

### EDITORES

Jailson Honorato – Doutorado em Ciência Animal – UI / USA

Luiz André Rodrigues de Lima – Doutorado em Biociência Animal – UFRPE

### CONSELHO EDITORIAL

Alan Mario Zuffo (UFMS) – Doutorado em Agronomia (Fitotecnia) – UFLA

Alexander Stein de Luca (IFMT) – Doutorado em Ciências Biológicas – UFSCAR

Ana Maria Quessada (UNIPAR) – Doutorado em Medicina Veterinária – UNESP

André da Cruz França Lema (IFSULDEMINAS) – Doutorado em Zootecnia (Produção Animal) – UNESP

Bruno Gomes Cunha (INCRA) – Doutorando em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) – UFS

Carlos Frederico de Souza Castro (IFGOIANO) – Doutorado em Química – UnB

Cícero Soares dos Santos (SENAR) – Doutorado em Ciência Animal – UFPI

Clauber Rosanova (IFTO) – Doutorando em Ciências do Ambiente – UFT

Claudia Marinovic (FESAR) – Doutorado em Anatomia Animal – USP

Claudio Belmino Maia (UEMA) – Doutorado em Agronomia (Fitopatologia) – UFV

Cristy Handson Pereira dos Santos (UNISULMA) – Mestrado em Tecnologia Ambiental – UFLA

Daniel Sá Freire Lamarca (ESALQ-USP) – Doutorando em Engenharia de Sistemas Agrícolas – ESALQ-USP

Déborah Nava Soratto (UFMS) – Doutoranda em Ciência Florestal – UFV

Deyse Naira Mascarenhas Costa (UNITINS) – Doutorado em Ciência Animal – UFPI

Edineia Goedert (UFPE) – Mestrado em Bioquímica e Fisiologia – UFPE

Elton Lima Santos (UFAL) – Doutorado em Zootecnia (Nutrição Animal) – UFRPE

Erasto Viana Silva Gama (IFBAIANO) – Doutorado em Ciências Agrárias – UFRB

Fábio Adriano Santos e Silva (IFGOIANO) – Doutorando em Ciências Agrárias – IFGOIANO

Fábio Janoni Carvalho (IFTM) – Doutorando em Agronomia (Fitotecnia) – UFU

Fabíola Villa (UNIOESTE) – Doutorado em Agronomia (Fitotecnia) – UFLA

Florisval Protásio da Silva Filho (IFMA) – Doutorado em Zootecnia (Produção Animal) – UFRPE

Gabriela Braga de Sá (UFMG) – Mestranda em Ciências Florestais – UFGG

Givago Coutinho (UFLA) – Doutorado em Agronomia (Fitotecnia) – UFLA

Hébelys Ibiapina da Trindade (IFMA) – Doutorado em Ciência Animal – UFPI

Itamara Gomes de França (UFMA) – Doutoranda em Biotecnologia – BIONORTE – UFMA

Izidro dos Santos de Lima Junior (IFMS) – Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) – UFGD

Jorge González Aguilera (UFMS) – Doutorado em Genética e Melhoramento – UFV

Luzimary de Jesus Ferreira Godinho Rocha (IFMA) – Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos – UNESP

Norivaldo Lima Santos (EMDAGRO) – Doutorado em Zootecnia (Produção Animal) – UFPB

Rosana Leo de Santana (UFRPE) – Doutorado em Ciência Veterinária – UFRPE

Sarah Jacqueline Cavalcanti da Silva (UFAL) – Doutorado em Agronomia (Fitopatologia) – UFRPE

Silvia Cristina Vieira (COATER) – Mestrado em Agronegócio e Desenvolvimento – UNESP

Tarcisio Rangel do Couto (UFF) – Doutorado em Agronomia (Fitotecnia) – UFRRJ

Yamê Fabres Robaina Sancler da Silva (UFV) – Doutorado em Ciência Veterinária – UK / USA

### Indexações



### CHAMADA PÚBLICA 05/2018 – SUBMISSÃO DE ARTIGOS – Janeiro/Fevereiro 2019



**CHAMADA PÚBLICA 05/2018 – SUBMISSÃO DE ARTIGOS**

Artigos para a edição de Janeiro/Fevereiro 2019. O prazo para submissão de trabalhos é até a data de 4 de Janeiro de 2019.

A [Revista Agrária Acadêmica](#) está recebendo artigos para a edição de Janeiro/Fevereiro 2019. Os autores interessados em submeter artigos para publicação devem encaminhar seus trabalhos para o e-mail [agrariacad@gmail.com](mailto:agrariacad@gmail.com). Para essa edição, o prazo para submissão de trabalhos é até a data de 4 de Janeiro de 2019. Mais informações estão disponíveis em [normas para publicação](#).

# Revista Agrária Acadêmica

*Agrarian Academic Journal*

Volume 1 – Número 4 – Nov/Dez (2018)

---

doi:10.32406/v1n42018/6-9/agrariacad

## **First occurrence of *Puccinia stylosanthi* in state of Mato Grosso do Sul, Midwestern Brazil**

Primeira ocorrência de *Puccinia stylosanthi* em Mato Grosso do Sul, Brasil

Anibal Alves de Carvalho Junior<sup>1</sup>, Jaqueline Rosemeire Verzignassi<sup>2\*</sup>, Celso Dornelas Fernandes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>- Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rua Pacheco Leão, 915, Jardim Botânico, CEP 22460-030, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

<sup>2</sup>- Embrapa Gado de Corte – Campo Grande/MS – Brasil – Av. Rádio Maia, 830 – Vila Popular, Campo Grande – MS, CEP: 79106-550. E-mail: [jaqueline.verzignassi@embrapa.com.br](mailto:jaqueline.verzignassi@embrapa.com.br)

\*Autora para correspondência

---

### **Abstract**

In experimental fields of the Embrapa Gado de Corte, in Campo Grande, Mato Grosso do Sul State, midwestern Brazil, plants of *Stylosanthes guianensis* with symptoms of rust caused by *Puccinia stylosanthi* were found. This is the first report of the disease in Mato Grosso do Sul.

**Keywords:** rust, forage legume

### **Resumo**

Em campos experimentais da Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS, foram encontradas plantas de *Stylosanthes guianensis* com sintomas de ferrugem causada por *Puccinia stylosanthi*. Este é o primeiro relato da doença em Mato Grosso do Sul.

**Palavras-chave:** ferrugem, leguminosa forrageira

---



## Introduction

*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. is a widely distributed tropical and subtropical forage legume of the Fabaceae native to Brazil and many other countries of the neotropics. In Brazil, *S. guianensis* is popularly known as “manjeriço do campo”, “alfalfa do nordeste”, “trifólio”, “capim-meladinho”, among others. Due to its low phosphorus requirement, it provides increased productivity in natural pastures, growing on poor soils, showing good palatability and being resistant to dry periods. Still, it has demonstrated great aptitude as a forage legume for animal feeding in consortium with grasses. Anthracnose, caused by *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., is the most limiting disease for the legume. On the other hand, rust has assumed increasing importance due to its high virulence and high dispersion capacity.

## Material and methods

Samples of *S. guianensis* were collected in the experimental fields of Embrapa Gado de Corte belonging to a Brazilian agricultural research company in Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brazil. The abaxial side of the leaves exhibited irregular chlorosis lesions containing pustules with masses of spores of rust fungi.

The samples were slowly dried and accessioned in the Herbarium of the Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB). Sori were observed using a Leica S6E stereomicroscope. The free-hand sections and scrapings were placed in lactophenol or chloral hydrate, examined using a Zeiss Axioskop 40 compound microscope, and images were taken using an AxioCam MRc camera (Carl Zeiss). Illustrations were made from images of these slides and from images made in the field. Dimensions were taken from at least twenty urediniospores and teliospores.

## Results

The sample was identified as *Puccinia stylosanthis* Viégas. Viégas (1945) suggested the new combination *P. stylosanthis*, a teleomorphic name, having the basionym *Uredo stylosanthis* Henn., an anamorphic name. Viégas (1945), however, did not provide a new Latin diagnosis for the teleomorphic name. Nevertheless, the name *P. stylosanthis* has been used by various authors, such as Lenné (1990, 1994), CABI Bioscience (2012), and others. Although Gajaerum (1985) prefers the basionym *U. stylosanthis*, we understand that the adoption of *P. stylosanthis* Viégas is more widely used. The species has been recorded in several African countries (Lenné 1990), and in Brazil, where it has been recorded in the States of Santa Catarina (San Francisco) (Hennings 1899), São Paulo (Campinas) (Viégas 1945), Minas Gerais (Diamantina and Pirapora) (Lenné, 1994), and now, in Mato Grosso do Sul, a state in Midwestern Brazil.

*Puccinia stylosanthis* Viégas. *Bol. Soc. Bras. Agron.* 8: 164. BRAZIL: SÃO PAULO, Campinas, Jardim Guanabara, 11 Oct 1938, on *Stylosanthes guianensis*, O. Zagatto s/n (IAC4827).

*Uredo stylosanthis* P. Henn. *Hedw (Beibl.)* 1899: 68. Type: BRAZIL: SANTA CATARINA: São Francisco, mai 1884, on *Stylosanthes viscosa*, Ule 38.



**Figure 1.** *Puccinia stylosanthis*: Symptoms on *Stylosanthes guianensis* (A-E). Urediniospores: F. Median focus. G. Surface focus. H. Teliospores, median focus



Spermogonia and aecia unknown. Uredinia 0.1 to 0.5 (–1.0) mm diam., scattered or in small groups, mostly on abaxial sides of leaves, breaking the epidermis, pulverulent, brown; peridia or paraphyses absent. Urediniospores cinnamon-brown, globoid, broadly ellipsoid or pyriform, 22–29 × 17–22 µm, walls 2.0 to 3.0 µm thick, finely equinulate, each spore with 2 germ pores, rarely 3, equatorial to subequatorial, pedicels deciduous (Fig. 1 F-G). Telia like uredinia, darker. Teliospores brown, oblong to oblong-ellipsoid, rounded above and below, two-celled, constricted at septum, 19–26 × 34–44 µm; walls 2.5 to 3.5 µm thick, slightly thicker at the apex, smooth; germ pores at the tip of the distal cell and near the septum at the proximal cell; pedicel hyaline, up to 30 µm long (Fig. 1 H).

*Specimen examined*: BRAZIL. Mato Grosso do Sul: Campo Grande, Embrapa Gado de Corte, on *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw., 12 Sept 2012, J. R. Verzignassi s/n (RB) (Fig. 1); BRAZIL. São Paulo: Campinas, Jardim Guanabara, *Stylosanthis guianensis*, 11 Oct 1938, O. Zagatto s/n (IAC4827).

So, we expanded the distribution of *Puccinia stylosanthes* Viégas to the State of Mato Grosso do Sul in Midwestern Brazil.

## Acknowledgements

We thank the Instituto Agronômico de Campinas Herbarium (IAC) for allowing the examination of type specimen. We also thank the Embrapa Gado de Corte and the Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Financial support for some of this work came from the Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

## Bibliographic references

- CABI Bioscience. **Dictionary of Fungi, Index Fungorum, Systematic Mycology**. Available from: <http://www.indexfungorum.org> (accessed in 19 Nov 2012), 2012.
- GAJAERUM, H.B. East African rusts (Uredinales), mainly from Uganda 4. On families belonging to Apetalae and Polypetalae. **Mycotaxon**, 24: 237-273, 1985.
- HENNINGS, P. Neue von E. Ule in Brasilien gesammelte Ustilagineen und Uredineen. **Beibl. Hedw.**, 38: 65-71, 1899.
- LENNÉ, J.M. A world list of diseases of tropical pastures species. **Phytopathology Papers**, 31. CAB International, Wallingford, UK. 162 pp, 1990.
- LENNÉ, J.M. Diseases of *Stylosanthis*. In: **Diseases of tropical pastures plants**. LENNÉ, J.M.; TRUTMANN, P. (eds.). Pp. 21-42. J.M. CAB International, Wallingford, UK, 1994.
- VIEGAS, A.P. Fungi aliquot brasiliensis. **Boletim da Sociedade Brasileira de Agronomia**, 8: 161-188, 1945.

Recebido em 12/09/2018

Aceito em 09/10/2018

# Revista Agrária Acadêmica

*Agrarian Academic Journal*

Volume 1 – Número 4 – Nov/Dez (2018)

doi:10.32406/v1n42018/10-16/agrariacad

## The acclimatization of plants of *Ananas comosus* MERR var. MD-2 is stimulated with irrigation with magnetically treated water

A aclimatização de plântulas de *Ananas comosus* MERR var. MD-2 é estimulada com a irrigação com água tratada magneticamente

Elizabeth Isaac Alemán<sup>1\*</sup>, Yilan Fung Boix<sup>2</sup>, Albys Esther Ferrer Dubois<sup>3</sup>, Jorge González Aguilera<sup>4</sup>, Alan Mario Zuffo<sup>5</sup>, Leandris Argente-Martínez<sup>6†</sup>

<sup>1</sup>- Profesora e Pesquisadora, Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación, Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. E-mail: [elizabetha@uo.edu.cu](mailto:elizabetha@uo.edu.cu)

<sup>2</sup>- Profesora e Pesquisadora, Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación, Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. E-mail: [yilan@uo.edu.cu](mailto:yilan@uo.edu.cu)

<sup>3</sup>- Profesora e Pesquisadora, Dirección de Ciencia, Tecnología e Innovación, Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. E-mail: [albys@uo.edu.cu](mailto:albys@uo.edu.cu)

<sup>4</sup>- Professor Visitante Estrangeiro, Programa de Produção Vegetal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus Chapadão do Sul, MS, Brasil. Email: [jorge.aguilera@ufms.br](mailto:jorge.aguilera@ufms.br)

<sup>5</sup>- Professor Visitante, Programa de Produção Vegetal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus Chapadão do Sul, MS, Brasil. E-mail: [alan.zuffo@ufms.br](mailto:alan.zuffo@ufms.br)

<sup>6</sup>- Professor e Pesquisador, Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui, Avenida Tecnológico, Bácum, Sonora, México. E-mail: [oleinismora@gmail.com](mailto:oleinismora@gmail.com)

† Pesquisador, Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de Febrero 818 Sur, Col. Centro, C.P. 85000, Cd. Obregón, Sonora, México.

### Abstract

Several researches confirm the existence of a high relationship between the magnetic field and many biological processes at cellular scale. There are several methodologies of micro-propagation, however, the obtained results in the acclimatization phase, are not yet desired. The objective of the present study was to characterize the quality of the stomata of *vitroplants* of pineapple during the acclimatization phase and to evaluate the influence of irrigation with magnetically treated water (MTW) six months after the acclimatization. The magnetizer employed had an induction level of 50-70 mT. When evaluating the results, it was observed that the stomata conserve its anatomy while increasing the stomata and stomatal opening area values, with  $64 \times 10^3$  stomata  $\text{mm}^{-2}$  in the treated pineapple *vitroplants* compared to the untreated ones, that presented  $61.6 \times 10^3$  stomata  $\text{mm}^{-2}$ ; as well as, also presented  $3.06 \mu\text{m}^2$  of stomatal opening area, in relation to the untreated ones that presented  $2 \mu\text{m}^2$ . These results show the ease of treatment and the potential of MTW technology as an effective management via in the acclimatization areas of plants produced “*in vitro*”.

**Keywords:** stomatal density, stomatal opening area, pineapple, *in vitro* production, magnetic field, *ex vitro*

## Resumo

Várias pesquisas confirmam a existência de uma relação estreita entre o campo magnético e muitos processos biológicos a escala celular. Existem diversas metodologias de micro-propagação, entretanto, os resultados obtidos na fase de aclimatização, ainda não são os desejados. O objetivo do nosso trabalho foi caracterizar a qualidade dos estomas de *vitroplantas* de abacaxi na fase de aclimatização e avaliar a influência da irrigação com água tratada magneticamente (ATM) após 6 meses de aclimatizadas. O magnetizador empregado tinha um nível de indução de 50-70 mT. Ao avaliar os resultados, observou-se que os estomas conservam sua anatomia ao mesmo tempo que incrementaram os valores de densidade estomática e de área da abertura estomática com  $64 \times 10^3$  estomas  $\text{mm}^{-2}$  nas *vitroplantas* de abacaxi tratadas comparadas com as não tratadas que apresentaram  $61.6 \times 10^3$  estomas  $\text{mm}^{-2}$ ; assim como, também apresentaram  $3.06 \mu\text{m}^2$  de área de abertura estomática, em relação as não tratadas que apresentaram  $2 \mu\text{m}^2$ . Estes resultados mostram a facilidade do tratamento e o potencial da tecnologia de ATM como tática eficaz de manejo nas áreas de aclimatização de plantas produzidas “*in vitro*”.

**Palavras-chave:** densidade estomática, área de abertura estomática, abacaxi, produção *in vitro*, campo magnético, *ex vitro*

---

## Introduction

Pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) originates from South America, being a very produced crop in many countries, in particular Gold "Extra Sweet" MD-2 cultivar, that due to its content of soluble solids, aroma and color has been preferred in major world markets. The variety MD-2, also recognized as Yellow or Gold, is a cultivar obtained from the hybrid of PRI 581184 x PRI 59443 (RODRÍGUEZ et al., 2016).

The widespread consumption of pineapple has forced the entire production chain to constantly seek new techniques that allow greater productivity in the field. The micro-propagation *in vitro*, which allows a large volume of plants to be obtained from small propagules (meristematic tissue or meristems) that after *ex vitro* adaptation, constitute a new source of production (GONZÁLEZ-OLMEDO et al., 2005; RODRÍGUEZ et al., 2016).

The conditions of *in vitro* culture promote an environment with a high relative humidity, low light intensity, constant temperature, scarce gas exchange and a medium with abundance in organic compounds, especially sucrose. These conditions cause changes in plants morphology and physiology, which make them differ from those that grow under field conditions (AGRAMONTE, 1998).

One of the factors to be considered during the acclimatization phase is the relative humidity, which is very high during *in vitro* crop, and due to the lack of control of perspiration that the plants have in the environment, a gradual change of the high relative humidity during adaptation is good. If this process of gradual adaptation is not carried out the plants do not survive, so, the development of a good stomatal apparatus can help the *vitroplants* during the adaptation process (ORTEGA, RÓDEZ, 1986; PÉREZ, 1997).

The acclimatization efficiency is transcendental in the commercial propagation, this process will determine the final quality of plants (PÉREZ, 1997). The use of effective acclimatization techniques aimed at gradually lowering humidity, more luminosity, leads to greater plant growth, as part of the micro-propagation process (AGRAMONTE, 1998; RODRÍGUEZ et al., 2016).

In the process of producing propagules of pineapple *vitroplants*, excellent micro-propagation protocols have been developed, such as methodologies that employ temporal immersion systems (GONZÁLEZ-OLMEDO et al., 2005). These allow excellent results in terms of the number of *vitroplants* obtained from an initial propagule; however, the obtained results during acclimatization

are still inefficient (PÉREZ, 1997). In this context, the objective of the present work was to characterize the stomata of *vitroplants* of pineapple during the acclimatization phase, and to evaluate the influence of the irrigation with magnetically treated water (MTW) after six months of acclimatization.

## Material and methods

The studies were carried out at the National Center for Applied Electromagnetism (CNEA) of the Universidad de Oriente (UO). MD-2 pineapple *vitroplants*, produced under *in vitro* conditions and soon acclimatized in a greenhouse were used, maintaining a relative humidity between 60-80% and internal temperature of 27-31°C. The lighting was controlled using a sombrite screen that allowed the passage of 30% of the luminosity. As substrate a mixture of soil and organic matter in a ratio of 3:1 (v.v), respectively was used.

The evaluations were carried out on *vitroplants* at seven days, two months and six months of acclimatization. The influence of magnetically treated water on the variable stomatal opening area (SOA) and stomata density (SD) was also evaluated for the 6-month pineapple *vitroplants*.

The treatment with magnetically treated water was carried out with a magnetizing of permanent magnets with a magnetic induction of 50 - 70 mT, calibrated in the laboratory of the CNEA with a Soviet Microwebermeter 192041, of relative error less than 5%, in an Equipment of Nuclear Magnetic Resonance and with a Tesla 410 Gaussmeter type of the company Lakeshore. The calibration with the three appliances demonstrated a high repeatability among the three methods used. The magnetizer was placed in the irrigation system only six months after planting the pineapple seedlings in the greenhouse.

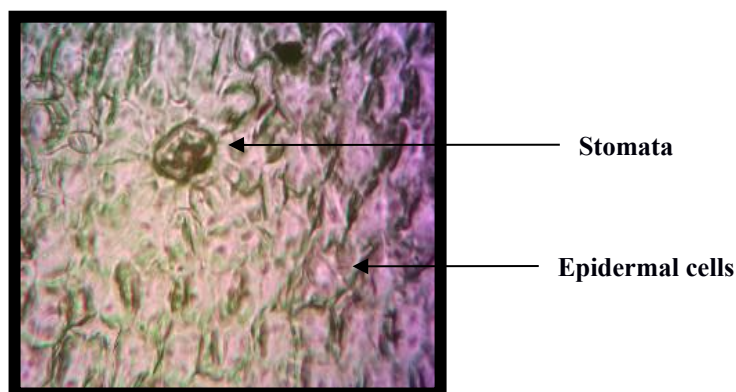
From digital photographs taken through an inverted phase microscope, Model 37XB, the structure of the stomata was analyzed (Figure 1). The SD was evaluated by measuring the number of stomata in the field area observed and the SOA following the methodology of ORTEGA and RÓDEZ (1986). In each treatment 10 plants were used, the selected leaves were the second and third leaves pair. Afterwards, the choice of leaves was applied to epidermal impressions.

A completely randomized design with three replications was used. Statistical analysis was based on an analysis of variance of double classification to 95% of significance, using "STATGRAPHICS Plus" program (STATISTICAL GRAPHICS CROP, 2000).

## Results and discussion

*In vitro* plant acclimatization remains a bottleneck faced by most *in vitro* plant propagation systems (PÉREZ, 1997). In this acclimatization phase the main objective is to obtain the maximum survival percentage of plants, and for this, the improvement in the quality and the plants adaptation improvement is necessary. The magnetic treatment in the irrigation water, although it is used in the plant development stimulation (MÉNDEZ et al., 2005; BOIX et al., 2008; AGUILERA, MARTÍN, 2016; BOIX et al., 2018), numerous beneficial effects have been reported, however, during the acclimatization phase *in vitro* cultures has been little used (DUBOIS et al., 2004; AGUILERA et al., 2018).





**Figure 1.** Microphotography of the stomata of *in vitro* plants of *Ananas comosus* during the acclimatization phase. (Increase 25x25).

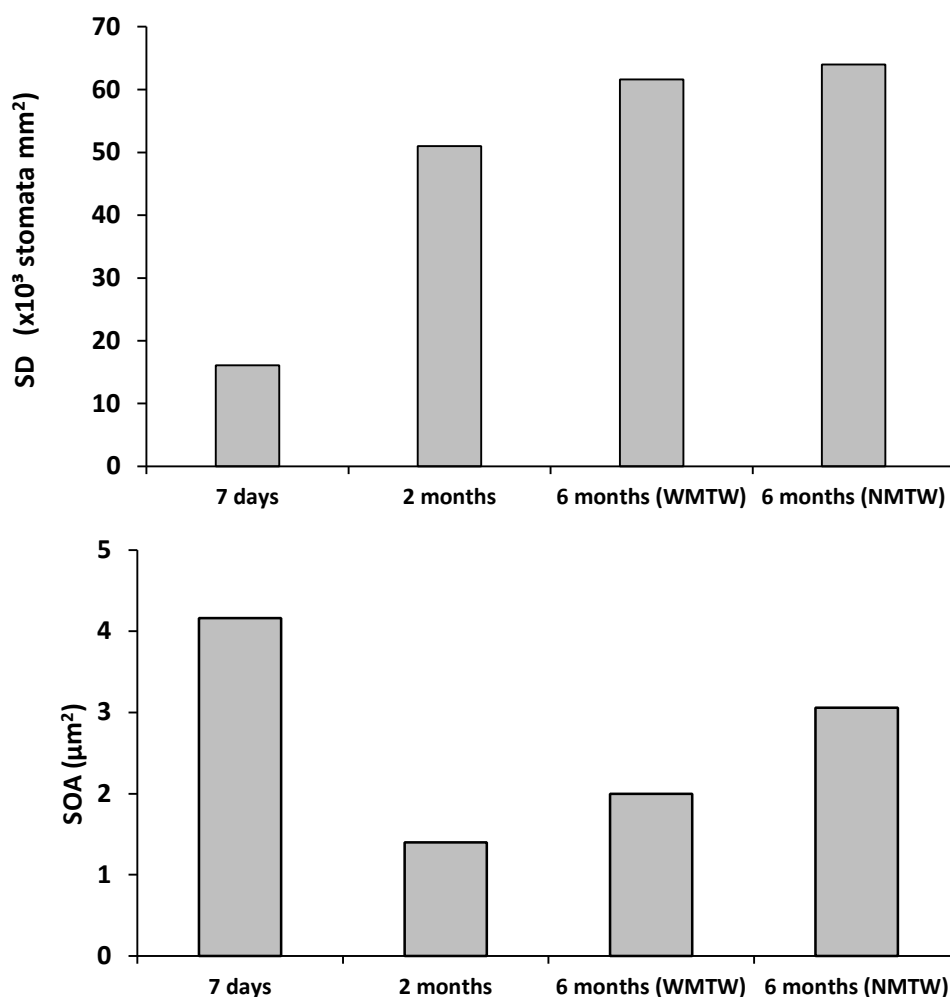
When evaluating the results, it was observed that for all plants, irrespective of acclimatization time, the stomata conserve their anatomy with their stomatal pore, occlusive cells and typical epidermal cells (Figure 1). The pineapple plants have modifications of the xeromorphic type, adaptability that allows to tolerate drought stress. The stomata in these plants appear mainly in the abaxial part of the leaf, in epidermal chambers, which coincides with the results shown above. The precise structure of the stomatal apparatus can vary considerably from one species to another; and a precise feature of guiding cells is that they are thickened and may be up to 5  $\mu\text{m}$  thick, in contrast to a typical epidermal cell that normally are between 1 to 2  $\mu\text{m}$ . The stomata of the acclimatized seedlings, maintains this characteristic (Figure 1).

After checking that the leaves structures of the *vitroplants* were able to perform their functions, the behavior of the SOA of *vitroplants* was evaluated over time (Figure 2). At the Figure 2 it is observed that with 7 days the adapted plants showed their maximum value for this characteristic and over time this variable was decreasing. When comparing the introduction of the magnetized water treatment at 6 months, it is observed that the treated plants presented 3.06  $\mu\text{m}^2$  of stomatal opening area, in relation to 2  $\mu\text{m}^2$  of those not treated, although the differences are not significant between the two treatments.

The magnetic fields promote morphological and physiological changes in many plant species of greater agronomic interest (DUBOIS et al., 2004; AGUILERA et al., 2018), so that the increase in SEA can be related with this phenomenon. The stomatal opening and closing, among other factors, is related to the accumulation of osmotically active solutes in the guiding cells that causes the accumulation of water, an increase in the turgidity pressure finally promotes the stomata opening, favored by the magnetic treatment, as is observed in Figure 2.

SD is one of the parameters to consider when performing a morpho-anatomical study of the leaves, allow knowing the relation between the number of stomata by epidermal cells and area respectively. In Figure 2, the mean values of SD evaluations in acclimated plants at seven days, two and six months are shown. The obtained results in the application of magnetically treated water are also shown in Figure 2. For this variable it was obtained a linear increase in the values of the initial (seven days after the beginning of acclimatization with  $16.1 \times 10^3$  stomata  $\text{mm}^{-2}$ ) and end evaluation (six months after the start of acclimatization with  $61.6 \times 10^3$  stomata  $\text{mm}^{-2}$ ), and when the magnetic treatment of irrigation water was added, these values were increased ( $64.0 \times 10^3$  stomata  $\text{mm}^{-2}$ ), even though statistical differences were not obtained when comparing the obtained values in both

treatments at 6 months. These results were similar to those obtained by DUBOIS et al. (2004), when acclimatizing *vitroplants* of coffee (*Coffea arabica* L.). The results of DUBOIS et al. (2004) and those obtained in this work show that, because there is a greater number of stomata per surface, they play a more active role in gas exchange regulation of the plants, allowing an improvement in the development and as a result a higher survival rate during the acclimatization phase.



**Figure 2.** Averages values obtained when evaluating *vitroplants* of MD-2 variety pineapple for the stomata density (SD) and stomatal opening area (SOA) characteristics, measured over three different dates (seven days, two and six months). In the X-axis, WMTW and NMTW represent the treatment with magnetically treated water and the absence thereof, respectively.

The MTW has been used in the physiological recovery and in the hardening of *vitroplants*, however, there is a variable response to certain magnetic inductions that needs to be adequate to allow the maximum development of the *vitroplants* in the acclimatization stage (ALEMÁN et al., 2014a, b; MAFFEI, 2014). AGUILERA et al. (2018) when acclimatizing *vitroplants* of *Spathoglottis plicata* found that the magnetic treatment of irrigation water allowed an increase of 11.43% of the survival rate of orchid *vitroplants*. When measuring the plant height and the number

of leaves during the evaluated period of 126 DAT, AGUILERA et al. (2018) observed that only the plant height showed significant differences at 5% of significance by the F test, with increments that were evident from the 84 DAT in favor of the MTW treatment, although without statistical significance, and in the last two epochs (105 and 126 DAT), these differences were more notable and verified by the statistical test, evidencing the positive effect that this treatment has during the acclimatization phase of *vitroplants* with respect to *ex vitro* conditions, a greater height of the plant, a greater leaf area and number of roots, as well as a higher content of a + b chlorophyll and carotenes was also obtained.

On the other hand, RAPÔSO et al. (2014), using irrigation water with treatment of 0.12 mT, stimulated the growth of *Adenathera pavoniva*. These researchers explained that the movement of water through the lipid bilayer through the pores forming the aquaporins could be increased. Anything that could allow an increase in water content, accompanied by turgor and cell stretching could have as a consequence the stimulation in the stomatal opening process and transpiration, as physiological events of great importance for plants metabolism and survival. Thus allowing a better efficiency of these processes (photosynthesis, perspiration, respiration, nutrition) and thereby improves its ability to adapt to the new *ex vitro* conditions.

## Conclusions

The *in vitro* multiplication process did not affect the stomata of the pineapple *vitroplants*, variety MD-2, showing, after the period of normal multiplication, of the anatomy with its guard and epidermal cells. The stomatal opening area and the stomata density throughout the evaluated period showed increases which were more notable when the magnetic treatment was added to the irrigation water applied at six months after the beginning of the acclimatization phase, but without significant statistical differences. The incorporation of magnetic treatment in the irrigation water in systems of adaptation of *vitroplants* is an important tool that could verify the increase of the rate of survival and development of adapted plants in these conditions, representing a valuable management strategy.

## Bibliographic references

AGRAMONTE, D. Manejo integrado de vitroplantas en la fase de aclimatización. En: **Programa y Resumen del XI Seminario Científico**. Editora INCA. La Habana. Cuba. 1998.

AGUILERA, J.G.; MARTIN, R.M. Água tratada magneticamente estimula a germinação e desenvolvimento de mudas de *Solanum lycopersicum* L. **Brasilian Journal of Sustainable Agriculture**, v. 6, p. 47-53, 2016.

AGUILERA, J.G.; ZUFFO, A.M.; POZO, R.G.; CANDÓ, E.V.; BOIX, Y.F. Magnetically treated irrigation water improved the adaptation of *Spathoglottis plicata* produced *in vitro*. **Amazonian Journal of Plant Research**, v. 2, n. 2, p. 195-200, 2018.

ALEMÁN, E.I.; MBOGHOLI, A.; BOIX, Y.F.; GONZÁLEZ-OLMEDO, J.; CHALFUN-JUNIOR, A. Effects of EMFs on some biological parameters in coffee plants (*Coffea arabica* L.) obtained by *in vitro* propagation. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 23, n. 1, p. 95-101, 2014a.

ALEMÁN, E.I.; MOREIRA, R.A.; LIMA, A. A.; SILVA, S.C.; GONZÁLEZ-OLMEDO, J.; CHALFUN-JUNIOR, A. Effects of 60 hz sinusoidal magnetic field on *in vitro* establishment, multiplication, and acclimatization phases of *Coffea arabica* seedlings. **Bioelectromagnetics**, v. 35, p. 414-425, 2014b.

BOIX, Y.F.; ALEMÁN, E.I.; DUBOIX, A.E.F.; BOTTA, A.M. Riego com água tratada magnéticamente em *Rosmarinus officinalis* L. (romero) como alternativa en la propagación convencional. **Revista Centro Agrícola**, v. 35, n. 1, p. 23-27, 2008.

BOIX, Y.F.; ALEMÁN, E.I.; TORRES, J.M.; CHÁVEZ, E.R.; ARRUDA, R.C.O; HENDRIX, S.; BEENAERTS, N.; VICTÓRIO, C.P.; LUNA, L.G.; MANRIQUE, C.M.; CUYPERS, A. Magnetically treated water on phytochemical compounds of *Rosmarinus officinalis* L. **International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology**, v. 3, n. 1, p. 297-303, 2018.

DUBOIS, A.E.F.; BOIX, Y.F.; ALEMÁN, E.I.; COLÁS, I.N. Estudio fisiológico a plántulas de cafeto (*Coffea arabica* L.) var. caturra rojo aclimatizadas con água tratada magnéticamente. **Congreso Internacional de Agricultura en Ecosistemas Frágiles y Degradados**. Publicación Electrónica en CD ROM. ISBN: 959-7189-01-1, p. 6, 2004.

GONZÁLEZ-OLMEDO, J.L.; FUNDORA, Z.; MOLINA, L.A.; ABDULNOUR, J.; DESJARDINS, Y.; ESCALONA, M. New contributions to propagation of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) in temporary immersion bioreactors. **In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant**, v. 41, n. 1, p. 87-90, 2005.

MAFFEI, M.E. Magnetic field effects on plant growth, development, and evolution. **Frontiers in Plant Science, Plant Physiology**, v. 5, p. 1-15, 2014.

MÉNDEZ, O.A.; AGUILERA, J.G.; SOCARAS A.; BOIX, Y.F. Influencia del água tratada magnéticamente en el crecimiento y desarrollo de la cebolla (*Allium cepa* L.) var. Red creole. **Revista Electrónica Ciencia en su PC**, v. 1, p. 1-5, 2005.

ORTEGA, E.; RÓDEZ, R. **Manual de Prácticas de Fisiología Vegetal**. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana, p. 196, 1986.

PÉREZ, P.J. ed. **Curso Teórico Práctico de Propagación Masiva de Plantas**. Instituto de Bioplantas. Villa Clara, Cuba, 1997.

RAPÔSO, N.V.D.M.; BOIX, Y.F.; MANRIQUE, C.E.M.; DUBOIS, A.E.F.; KINDELAN, G.A.; GONZÁLEZ, F.G. Efecto del água tratada magnéticamente en la recuperación de plántulas de *Adenantha pavonina* en estrés climático. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 5, n. 2, p. 7-17, 2014.

RODRÍGUEZ, R.; BECQUER, R.; PINO, Y.; LÓPEZ, D.; RODRÍGUEZ, R.C.; GONZÁLEZ, G.Y.L.; IZQUIERDO, R.E.; GONZÁLEZ, J.L. Producción de frutos de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) MD-2 a partir de vitroplantas. **Cultivos Tropicales**, v. 37, p. 40-48, 2016.

STATISTICAL GRAPHICS CROP. **STATGRAPHICS® Plus** [en línea]. (ser. Profesional), versión 5.1, [Windows], 2000, Disponible en: <http://www.statgraphics.com/> (acesso em 22 Jun 2017).

Recebido em 11/10/2018

Aceito em 01/11/2018



# Revista Agrária Acadêmica

*Agrarian Academic Journal*

Volume 1 – Número 4 – Nov/Dez (2018)

---

doi: 10.32406/v1n42018/17-28/agrariacad

## **Arbuscular mycorrhizal communities in different tropical pastures of the brazilian northeast**

Comunidades micorrízicas arbusculares em diferentes pastagens tropicais do nordeste brasileiro

Francisco Marques Cardozo Junior<sup>1\*</sup>, Romero Francisco Vieira Carneiro<sup>2</sup>, Bruno Tomio Goto<sup>3</sup>, Ademir Sérgio Ferreira de Araújo<sup>4</sup>

<sup>1\*</sup>- Biologist, Science Biological Center, State University of Piauí, Floriano, PI, Brazil, e-mail: [professorcardozo@gmail.com](mailto:professorcardozo@gmail.com)

<sup>2</sup>- Agronomist, Institute of Science and Technology, Federal University of Alfenas, MF, Brazil, e-mail: [romerofvc@gmail.com](mailto:romerofvc@gmail.com)

<sup>3</sup>- Biologist, Department of Botany and Zoology, Federal University of Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brazil, e-mail: [brunogoto@hotmail.com](mailto:brunogoto@hotmail.com)

<sup>4</sup>- Agronomist, Soil Quality Lab., Agricultural Science Center, Federal University of Piauí, Teresina, PI, Brazil, e-mail: [asfaruaj@yahoo.com.br](mailto:asfaruaj@yahoo.com.br)

---

### **Abstract**

The composition of the arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) community was evaluated after the native vegetation was replaced by pasture. The systems: *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha*, *Panicum Maximum* and *Cynodon dactylon* and an agrosilvipastoral system (AFS) were studied; and a fragment of native forest. Soil samples were collected at depth of 20 cm. Eight families, 11 genera and 19 species of AMF were characterized. Glomeromycota species predominated in most pasture systems for both seasons, indicating the adaptation of these fungi.

**Keywords:** grassland, ecological indices, seasonality

### **Resumo**

A composição da comunidade de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) foi avaliada após a substituição da vegetação nativa por pastagem. Foram estudados os sistemas *Andropogon gayanus*, *Brachiaria brizantha*, *Panicum Maximum* e *Cynodon dactylon* e um sistema agrosilvipastoral (AFS); e um fragmento de mata nativa. Amostras de solo foram coletadas na profundidade de 20 cm. Oito famílias, 11 gêneros e 19 espécies de FMA foram caracterizados. Espécies de Glomeromycota predominaram na maioria dos sistemas de pastagens em ambas as estações, indicando a adaptação destes fungos.

**Palavras-chave:** pastagem, índices ecológicos, sazonalidade

---

## Introduction

The soil microorganisms play a fundamental role in the maintenance of ecosystems. Among these microorganisms are arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) that play a key role in the function of terrestrial ecosystems (OEHL et al., 2010; van DER HEIJDEN et al., 2011), are also essential in improving the soil quality (CARDOSO et al., 2013) and to establish physiological and ecological performance of plants (ZHANG et al., 2017).

For the past five decades, the intensive use of soil for pasture establishment has increased because of the need to promote higher animal production, particularly in soils with low fertility, such as tropical soil in the northeast of Brazil. Thus, the intensive management of soil can promote loss of soil biodiversity as well as select adapted species (SILVA et al., 2015), mainly by increasing the use of chemical fertilizers to maintain the nutritional quality of plants, bringing a strong dependency on these fertilizers.

Currently, more of 285 species of AMF have been identified (JANSA et al., 2014; <http://glomeromycota.wix.com>), with 119 species recorded only in Brazilian ecosystems (SOUZA et al., 2008; SOUZA et al., 2010). Studies on AMF biogeography, ecology, taxonomy, and molecular biology have provided information about the adaptation of these fungi to different environmental and soil conditions (ALGUACIL et al., 2015). Some studies have compared AMF diversity in disturbed and undisturbed areas (MERGULHÃO et al., 2010; PEREIRA et al., 2014). Furthermore, information about native AMF communities can be useful for evaluating the soil quality, particularly for crops and pastures. Studies on the dynamics of AMF in tropical pasture systems will indicate by means of the AMF species or its attributes more sustainable pasture systems, particularly where the native vegetation has been replaced with crops or pastures (CARUSO et al., 2012; REDECKER et al., 2013).

According SILVA et al. (2014) there are evidences of co-variation of plant and AMF communities composition on environmental gradients. Moreover, this phenomenon is not completely understood. Based on that, we formulate the hypothesis of this study is that the dynamics of the AMF community are influenced by different pasture systems; thus, they can be an indicator of sustainable systems. In this context, the objectives of this study were to determine the diversity and community structure of AMF and to assess aspects such as frequency, the Shannon index, dominance, equitability and abundance of AMF species, as well as the glomerospores density, root colonization and the most probable number of infective propagules.

## Materials and Methods

A long-term experiment was conducted using pastures belonging to the Animal Science Department, Agriculture Science Center, Federal University of Piauí, Brazil (latitude 05°05'21''S and longitude 42°48'07''W; 74 m above sea level). The climate is dry and tropical, with a mean precipitation of 1,300 mm yr<sup>-1</sup>. The soil type is Orthic Acrisol.

The experimental area was divided into approximately 0.5-ha sized plots each based on a different pasture system: 1) *Andropogon gayanus* Kunth [AND; plot without both liming and chemical fertilization; production of 2.1 tons ha<sup>-1</sup> of dry weight; 2.21% of soil N; and a C:N ratio of

2:1]. 2) *Brachiaria brizantha* Stapf [BRA; plot annually fertilized with 120, 180, and 100 kg ha<sup>-1</sup> urea, super triple phosphate, and potassium chloride, respectively; production of 4.35 tons ha<sup>-1</sup> of dry weight; 0.91% of soil N; and a soil C:N ratio of 3:7]. 3) *Panicum maximum* Jacq. [PAN; plot annually fertilized with 70, 80, and 50 kg ha<sup>-1</sup> urea, super triple phosphate, and potassium chloride, respectively; production of 3.0 tons ha<sup>-1</sup> dry weight; 1.22% of soil N; and a soil C:N ratio of 3:1]. 4) *Cynodon dactylon* (L.) Pers. [CYN; plot annually fertilized with 75, 30, and 30 kg ha<sup>-1</sup> urea, super triple phosphate, and potassium chloride, respectively; production of 1.3 tons ha<sup>-1</sup> of dry weight; 1.37% of soil N; and a soil C:N ratio of 36:9]. 5) Agroforestry system [AFS; plot composed of grass (*A. gayanus* Kunth) and trees (*Mimosa* sp. and *Thiloa glaucocarpa* Benth); and production of 7.4 tons ha<sup>-1</sup> of plant litter of dry weight]. 6) Native vegetation [NV; plot composed of native plant species, including *Cenostigma macrophyllum* Tul., *Tabebuia serratifolia* Vahl, *Hymenaea courbaril* L., *Orbignya phalerata* Mart., *Combretum leprosum* Mart., *Guarea kunthiana* A. Juss., and *Lecythis pisonis* Cambess; and production of 9.5 tons ha<sup>-1</sup> of dry weight of plant litter].

Soil sampling was conducted in March (wet season) and September (dry season) 2017. Soil samples were obtained from 10 independent points along a set of parallel lines in each plot at a depth of 0–20 cm (DICK et al., 1996). Soil samples were air dried and passed through a 0.21-mm sieve to determine soil organic carbon using a wet combustion method with a heated mixture of potassium dichromate and sulfuric acid (YEOMANS; BREMMER, 1998).

Soil chemical analyses (Table 1) were performed at the Soil Quality Laboratory at the Federal University of Piauí. Soil pH was determined in a 1:2.5 soil:water extract. Exchangeable Al, Ca, and Mg were determined by extraction with 1 M KCl. Available P was extracted using the Mehlich-1 method and determined by colorimetry (TEDESCO et al., 1995).

Glomerospores were extracted from soil samples according to the methods of GERDEMANN and NICOLSON (1963). They were identified using the Manual of Schenck and Pérez 1988; websites <http://invam.wvu.edu/> and [www.zor.zut.edu.pl/Glomeromycota/](http://www.zor.zut.edu.pl/Glomeromycota/). The classification system was proposed by OEHL et al. (2011), GOTO et al. (2012), BŁASZKOWSKI (2012), BŁASZKOWSKI and CHWAT (2013), and SIEVERDING et al. (2014). The glomerospores were counted on a plate in a stereomicroscope (40×), mounted on slides with PVLG (polyvinyl-alcohol in lactoglycerol) and PVLG+Melzer's reagent (1:1 v/v) and observed under a microscope for taxonomic study and species identification.

**Table 1.** Chemical properties of soil under different pastures: AND - *Andropogon gayanus* Kunth ; BRA - *Brachiaria brizantha* Stapf; PAN - *Panicum maximum* Jacq.; CYN - *Cynodon dactylon* (L.) Pers.; AFS – Agroforestry system; NV - native vegetation.

	Wet						Dry					
	AND	BRA	PAN	CYN	AFS	NV	AND	BRA	PAN	CYN	AFS	NV
Ca (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	1.55	3.29	2.38	1.98	2.91	1.45	2.05	2.64	1.52	2.03	2.96	1.25
Mg (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0.63	1.01	1.31	1.34	1.02	0.59	0.68	0.90	0.95	0.65	0.55	0.52
H+Al (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	2.88	1.37	0.29	0.23	1.65	3.15	2.84	1.78	0.50	0.41	1.92	2.56
Al (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0.05	0.01	0.06	0.06	0.12	0.11	0.25	0.12	0.01	0.01	0.01	0.17
pH	5.68	7.34	7.80	7.82	6.16	5.92	5.76	7.34	8.04	7.80	5.47	5.40
P (mg kg <sup>-1</sup> )	14.4	26.8	17.7	8.7	4.8	13.2	12.7	29.7	7.5	8.8	3.5	15.0

The most probable number of AMF was determined according to the method of FELDMANN and IDCZAK (1994), using dilutions of 1:10, 1:100, and 1:1000. *Panicum miliaceum* L was cultivated for one month in 100-ml plastic pots. The plants were harvested and their roots were stained and evaluated according to the methods of GIOVANNETTI and MOSSE (1980).

The extraction and quantification of proteins related to soil glomalin (GRSP) and its fractions, extractable (EE) GRSP and total (TG) GRSP, were performed according to the procedure of WRIGHT and UPADHYAYA (1998). The mean concentrations C content of glycoprotein extracted from soil (glomalin) were calculate based on NICHOLS and WRIGHT (2005).

The Shannon index ( $H' = \sum p_i \ln p_i$ , where  $p_i$  = glomerospore number of each species/total glomerospores), Simpson dominance (to the equation  $C = \sum(n_i(n_i - 1))/N(N - 1)$  where  $n_i$  = the abundance of species  $i$  and  $N$  = total abundance), Pielou equitability (where:  $R = H'/\log S$ , where  $H'$  = value obtained using Shannon and  $S$  = total number of AMF species present in the sample), specific richness (the number of species observed), and frequency of occurrence (to the formula:  $F_i = J_i/k$ , where  $F_i$  = occurrence frequency of species  $i$ ,  $J_i$  = number of samples in which species  $i$  occurred and  $k$  = total number of soil samples) were calculated according to the procedure of BROWER and ZAR (1984). The species were classified according to the procedure of STÜRMER and SIQUEIRA (2011), as dominant (FO > 50%), very common (31% < FO < 50%), common (10% < FO < 30%), rare (FO < 10%), general (present in all six areas), intermediate (present in two to five areas), and exclusive (present in all areas).

The Kolmogorov–Smirnov and Shapiro–Wilk test were performed to assess the normality and homogeneity of variance in Glomerospore count data. Then, data were transformed ( $\log x + 1$ ) according to STÜRMER et al. (2013) and analysis of variance was performed for AMF. The differences between means were compared using the Tukey test ( $p < 0.05$ ). The ecological diversity indexes and their statistical comparisons were calculated using the program PAST 1.99. The statistical analyses were conducted using the software IBM SPSS 21. Statistical differences were evaluated using the multi-response permutation procedure (MRPP) on the basis of the Sorensen distance. Similar groups of system were clustered on the basis of NMS ordination ( $p < 0.05$ ).

## Results

Most of the identified species belonged to the genera *Acaulospora*, *Glomus*, and *Fuscutata* with six, three, and three species, respectively; there were two species belonging to each of the genera *Racocetra* and *Scutellospora* (Table 2). No species were classified as general because none appeared simultaneously in the six evaluated areas. Fifteen species were classified as intermediate and ten as exclusive.



**Table 2.** Frequency of occurrence and Species richness of AMF under different pastures: AND - *Andropogon gayanus* Kunth; BRA - *Brachiaria brizantha* Stapf; PAN - *Panicum maximum* Jacq.; CYN - *Cynodon dactylon* (L.) Pers.; AFS – Agroforestry system; NV - native vegetation. \*D=dominant (FO > 50%); VC= very common (31% < FO < 50%); C=common (10% < FO < 30%); R= rare (FO < 10%)

AMF family/species	Wet						Dry					
	AND	BRA	PAN	CYN	AFS	NV	AND	BRA	PAN	CYN	AFS	NV
<b>Acaulosporaceae</b>												
<i>A. excavata</i> Ingleby & Walker 1994		C		C							VC	
<i>A. foveata</i> Trappe & Janos 1982	C	C				VC						
<i>A. herrerae</i> Furrzola, Goto, Silva, Sieverd & Oehl 2013	R		R		C	R					R	
<i>A. morrowiae</i> Spain & Schenck 1984			R		D	VC					C	D
<i>A. rehmi</i> Sieverd & Toro 1987			R			C						
<i>A. spinosa</i> C. Walker & Trappe 1981	C	C				C				C		
<b>Ambisporaceae</b>												
<i>A. appendicula</i> (Spain, Sieverd & Schenck) C. Walker 2008				C	R							
<b>Dentiscutataceae</b>												
<i>D. cerradensis</i> Sieverd, Souza & Oehl 2009									C			
<b>Fuscutata</b>												
<i>F. aurea</i> Oehl, Mello & Silva 2012				C								
<i>F. rubra</i> (Stürmer & Morton)	C			C			C		R			
<i>F. heterogama</i> Oehl, Souza, Maia & Sieverd. 2009					C							
<b>Entrophosporaceae</b>												
<i>E. baltica</i> Błaszcz, Madej & Tadych 1998				R								
<b>Gigasporaceae</b>												
<i>G. decipiens</i> Hall &								C			R	

Abbott 1984												
<b>Glomeraceae</b>												
<i>G. halonatum</i> Rose & Trappe 1980			C				C		R	R		
<i>G. microaggregatum</i> Koske, Gemma & Olexia 1986											C	
<i>G. rubiforme</i> (Gerd & Trappe) Almeida & Schenck 1990											C	
<i>S. titan</i> Goto & Silva 2013										C		
<b>Racocetraceae</b>												
<i>R. tropicana</i> Oehl, Goto & Silva 2011	R	C	R					VC	C			
<b>Scutellosporaceae</b>												
<i>S. pernambucana</i> Oehl, Silva, Freitas & Maia 2009			C								C	
Species richness	5	4	6	5	4	5	2	2	4	3	7	1

We observed seasonality in the AMF community composition whereby some species were identified only during the wet season (*Acaulospora foveata*, *A. rehunii*, *Ambispora appendiculata*, *Fuscutata aurea*, *Entrophospora baltica*), and other species were identified only in the dry season (*Dentiscutata cerradensis*, *Gigaspora decipiens*, *G. microaggregatum*, *G. rubiforme*, *Septoglomus titan*). In addition, *Acaulospora herrerae* and *A. morrowiae* were found only in the dry season in AFS and NV systems. This occurrence of these AMF species in AFS and NV may be explained because the highest plant diversity in these systems (LOU et al., 2011).

The Shannon index was sensitive to studied systems and separated areas according to season (**Table 3**). The index was high in NV (wet) and AFS (dry) systems and the lowest in AND (wet) and BRA (dry) systems. BRA, PAN, and CYN systems had fewer glomerospores in the dry season.

**Table 3.** Shannon Index (H'), Simpson dominance (D'), and Pielou equitability (J') of arbuscular mycorrhizal fungi under different pastures: AND - *Andropogon gayanus* Kunth; BRA - *Brachiaria brizantha* Stapf; PAN - *Panicum maximum* Jacq.; CYN - *Cynodon dactylon* (L.) Pers.; AFS – Agroforestry system; NV - native vegetation.

Sites	Wet			Dry		
	Shannon Index (H')	Simpson Dominance (D')	Pielou Equitability (J')	Shannon Index (H')	Simpson Dominance (D')	Pielou Equitability (J')
AND	1.03 <sup>c</sup>	0.21 <sup>a</sup>	0.81 <sup>a</sup>	0.61 <sup>c</sup>	0.43 <sup>a</sup>	0.81 <sup>a</sup>
BRA	1.62 <sup>a</sup>	0.14 <sup>b</sup>	0.90 <sup>a</sup>	0.23 <sup>d</sup>	0.81 <sup>a</sup>	0.34 <sup>b</sup>
PAN	1.65 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	0.63 <sup>b</sup>	1.12 <sup>b</sup>	0.64 <sup>a</sup>	0.49 <sup>b</sup>
CYN	1.69 <sup>a</sup>	0.26 <sup>a</sup>	0.82 <sup>a</sup>	0.98 <sup>b</sup>	0.35 <sup>a</sup>	0.84 <sup>a</sup>
AFS	1.41 <sup>b</sup>	0.24 <sup>a</sup>	0.84 <sup>a</sup>	1.85 <sup>a</sup>	0.12 <sup>b</sup>	0.91 <sup>a</sup>
NV	1.73 <sup>a</sup>	0.11 <sup>b</sup>	0.87 <sup>a</sup>	0.53 <sup>c</sup>	0.65 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>

The differences between means were compared using the Tukey test ( $p < 0.05$ )

The largest quantity of TG-GRSP occurred in NV (dry and wet) and AFS (wet) systems, whereas the smallest quantity of EE-GRSP occurred in AND and PAN (dry) systems. The highest percentage of root colonization occurred in the BRA system in both seasons. In dry and wet seasons, there were no statistical differences between pasture systems for NMP (Table 4).

**Table 4.** Glomerospores (GV, n° 100mL<sup>-1</sup> soil), root colonization (RC, %), extractable (EE-GRSP, mg.g<sup>-1</sup> soil) and total glomalin (TG-GRSP, mg.g<sup>-1</sup> soil), glomalin-C (GLOM-C, mg.g<sup>-1</sup> soil), and most probable number (MPN, propagules.cm<sup>-3</sup>) of AMF under different pastures: AND - *Andropogon gayanus* Kunth; BRA - *Brachiaria brizantha* Stapf; PAN - *Panicum maximum* Jacq.; CYN - *Cynodon dactylon* (L.) Pers.; AFS – Agroforestry system; NV - native vegetation.

	Wet						Dry					
	AND	BRA	PAN	CYN	AFS	NV	AND	BRA	PAN	CYN	AFS	NV
VG	55 <sup>c</sup>	144 <sup>b</sup>	248 <sup>a</sup>	121 <sup>b</sup>	95 <sup>c</sup>	56 <sup>d</sup>	175 <sup>a</sup>	39 <sup>d</sup>	68 <sup>c</sup>	109 <sup>b</sup>	87 <sup>c</sup>	61 <sup>c</sup>
RC	29 <sup>c</sup>	72 <sup>a</sup>	56 <sup>c</sup>	69 <sup>a</sup>	61 <sup>b</sup>	40 <sup>d</sup>	39 <sup>c</sup>	64 <sup>a</sup>	62 <sup>a</sup>	56 <sup>b</sup>	52 <sup>b</sup>	24 <sup>d</sup>
EE-GRSP	0.7 <sup>b</sup>	1.0 <sup>a</sup>	0.9 <sup>a</sup>	0.9 <sup>a</sup>	1.6 <sup>a</sup>	1.1 <sup>a</sup>	0.8 <sup>b</sup>	1.0 <sup>a</sup>	0.8 <sup>b</sup>	1.1 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>	1.2 <sup>a</sup>
TG-GRSP	3.6 <sup>c</sup>	4.0 <sup>b</sup>	4.0 <sup>b</sup>	4.1 <sup>b</sup>	4.5 <sup>a</sup>	4.6 <sup>a</sup>	3.0 <sup>c</sup>	4.1 <sup>b</sup>	4.2 <sup>b</sup>	4.1 <sup>b</sup>	4.2 <sup>b</sup>	5.3 <sup>a</sup>
GLOM-C	18 <sup>c</sup>	21 <sup>b</sup>	20 <sup>b</sup>	22 <sup>a</sup>	15 <sup>d</sup>	23 <sup>a</sup>	14 <sup>c</sup>	18 <sup>b</sup>	22 <sup>a</sup>	19 <sup>b</sup>	15 <sup>c</sup>	21 <sup>a</sup>
MPN	52 <sup>a</sup>	44 <sup>a</sup>	48 <sup>a</sup>	56 <sup>a</sup>	49 <sup>a</sup>	58 <sup>a</sup>	24 <sup>a</sup>	41 <sup>a</sup>	22 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>	36 <sup>a</sup>	32 <sup>a</sup>

The differences between means were compared using the Tukey test ( $p < 0.05$ )

## Discussion

AFS and CYN systems had more exclusive species, followed by PAN and BRA systems. The variability in the frequency and occurrence of AMF species provides some indication that they

change in response to soil management change. *Gigaspora decipiens* was found only in BRA and AFS systems during the dry season. Usually, the order Gigasporaceae is more dominant in sandy soil with a pH > 6.0 and low organic matter (STÜRMEER et al., 2013). This was partially confirmed in our study because the BRA system had a pH > 6.0. Also, the presence of *Gigaspora* sp. indicates reduced negative effects on AMF since Gigasporaceae are a good indicator of soil disturbance (OEHL et al., 2010; GUADARRAMA et al., 2014).

Maintenance of the same plant species continually promotes the establishment of preferential associations between some species of AMF and plants; thus, reducing the diversity of AMF (MIRANDA et al., 2005). The conversion of forest to cultivated areas influences not only the soil chemical properties but also the composition of the AMF community (WAKELIN et al., 2008; PEREIRA et al., 2014).

According to JEFWA et al. (2012), species belonging to the genera *Glomus* and *Acaulospora* are common in natural or managed environment, and it is attributed to their specific characteristic related with propagation and adaptability. Both species have been identified in our pasture systems at two seasons. Acaulosporaceae develops easily in soils with low pH and were overrepresented in the tropics (STÜRMEER et al., 2006; STÜRMEER et al., 2018) and, therefore, we found species from this family in the AND and NV as these areas had the lowest soil pH.

Some AMF characteristics, such as size, metabolic activity, and maturity level, might affect glomerospores in the soil (LI et al., 2007). Reduced carbohydrate translocation toward the root may explain the decreased activity of AMF during the dry season and the consequent reduction in the glomerospore density (NISHA et al., 2010).

On the other hand, the increase of environmental stress may lead to an increment of sporulation. This is a natural mechanism of the species to assure its perpetuation. The raise of environmental stress occurs mainly during the dry season, when the vegetation growth is limited.

In pasture systems, the soil structuration and cover is lower than forest system and these expose the soil to high temperatures and nutrient loss, which can contribute to a decrease in glomalin (LYNCH; HO, 2005; OEHL et al., 2010). The intense soil handling influences the GRPS concentration (SOUSA et al., 2014). The mechanical operations for cutting trees, planting grass and applying fertilizers are frequent in the pasture systems under monoculture. These practices reduce the aggregation of soil and increase the loss of nutrients and probably contributed to the decrease in TG-GRPS (OEHL et al., 2010).

The greater values of Shannon indices were observed in the TAM area for the ecological parameters studied here. Moreover, we measured a high Simpson dominance ( $D'$ ) in that area. Furthermore, we got lower values for the Pielou equitability ( $J$ ) in the wet period. These results are partially in contrast to those in SILVA et al. (2015); in this reference, there are higher values for the Pielou equitability ( $J$ ), mainly in herbaceous plants. In this context, JEFWA et al. (2012) emphasized that the Shannon index identify the rare species in the area. Consequently, if the disturbances strengthen the rare species would be the first to be impact.

High AMF dependence of *B. brizantha* and presence of fine roots favor an increase in root colonization (HOWELER et al., 1982). Less root colonization occurred in the NV system over two seasons compared with that in BRA, PAN, and CYN systems. However, in the NV system, roots were generally thicker and root colonization was higher ( $p < 0.05$ ) than those in AND, although only in the wet season. A reduced intensity of AMF infection in tropical plants is attributed to the high



density of root cortical cell walls, which is caused by suberization and lignification (ZANGARO et al., 2012). In undisturbed soil, root infection arises from the contact of roots with the hyphae of extraradical mycelium, which is less dependent on the germination of glomerospores.

Although *Andropogon gayanus* Kunth presents fine roots, we did not find higher AMF colonization. Probably, in wet season, the reduction of soil temperature reduced the length of roots and promoted a negative interaction between AMF and roots (ZANGARO et al., 2012).

In the dry season, BRA and AFS systems presented the highest values for NMP. The presence of Gigasporaceae occurred only in these two areas, which may have contributed to the high number of infective propagules. The species belonging to the family are able to colonize roots (BRUNDRETT et al., 1996; KLIRONOMOS; HART, 2002). According to BARTZ et al., (2008), the values may be underestimated even with the use of trap cultures for estimating MPN (Most Probable Number). These authors emphasize that many species remain in the vegetative form for a long time, suggesting the MPN technique for longer periods.

## Conclusions

Conversion of native vegetation to pasture system causes changes in the structure and composition of AMF community. On the other hands, the agroforestry system showed the presence of *Gigaspora* and *Scutellospora* which indicates a reduction of the negative effects of native vegetation replacement.

## Bibliographic references

ALGUACIL, M.M.; TORRECILLAS, E.; LOZANO, Z.; ROLDÁN, A. Arbuscular mycorrhizal fungi communities in a coral cay system (Morrocoy, Venezuela) and their relationships with environmental variables. **Science Total Environment**, 505:805–813, 2015.

BARTZ, M.L.C., CARRENHO, R., GOMES-DA-COSTA, S.M., COLOZZI FILHO, A., TORMENA, C.A. Comparação entre as técnicas de amostragem direta em campo e cultura-armadilha para mensuração da diversidade de espécies de fungos micorrízicos arbusculares. **Hoehnea**, 35, 159–164, 2008.

BRUNDRETT M.C., ASHWATH N.; JASPER DA. Mycorrhizas in the Kakadu region of tropical. Australia. **Plant and Soil**, v. 184, p. 173–184. 1996.

BŁASZKOWSKI, J. **Glomeromycota**. Polish Academy of Sciences, Krakow, 2012. 303p.

BŁASZKOWSKI, J.; CHWAT, G. *Septoglomus deserticola* emended and new com-binations in the emended definition of the family *Diversisporaceae*. **Acta Mycologica**, 48:89–103, 2013.

BROWER, J.E.; ZAR J.H.; **Community similarity**. In *Field & Laboratory for General Ecology*. (J.E. Brower & J.H. Zar, eds.). Win C. Brown Publishers, Dubuque 161–164, 1984.

CARDOSO, E.J.B.N.; VASCONCELLOS, R.L.F.; BINI, D.; MIYAUCHI, M.Y.H.; SANTOS, C.A.; ALVES, P.R.L.; PAULA, A.M.; NAKATANI, A.S.; PEREIRA, J.M.; NOGUEIRA, M.A. Soil health: looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health? **Scientia Agricola**, 70:274–289, 2013.

CARUSO, T.; HEMPEL, S.; POWELL, J.R.; BARTO, E.K.; RILLIG, M.C. Compositional divergence and convergence in arbuscular mycorrhizal fungal communities. **Ecology**, 9:1115–1124, 2012.

DICK, R.P.; BREAKWELL, D.P.; TURCO, R.F. Soil enzyme activities and biodiversity measurements and integrative microbial indicators. In: Methods of assessing soil quality. Madison, WI: **Soil Science Society of America Publication**, 49, 247–271, 1996.

FELDMANN, F.; IDCZAK, E. Inoculum production of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for use in tropical nurseries. In: Norris, J.R.; Read, D.J.; Varma, A.K (Ed.) **Techniques for mycorrhizal research: methods in microbiology**. London: Academic Press, 799-817, 1994.

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular–arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, 84:489–500, 1980.

GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal fungi isolated from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, 46:235–244, 1963.

GOTO, B.T.; SILVA, G.A.; ASSIS, D.M.; SILVA, D.K.A.; SOUZA, R.G.; FERREIRA, A.C.A.; JOBIM, K.; MELO, C.M.A.; VIERA, H.E.E.; MAIA, L.C.; OEHL, F. *Intraornatosporaceae* (Gigasporales), a new family with two new genera and two new species. **Mycotaxon**, 119:117–132, 2012.

GUADARRAMA, P.; CASTILLO, S.; RAMOS-ZAPATA, J.Á.; HERNÁNDEZ-CUEVAS, L.V.; CAMARGO-RICALDE, S.L. Arbuscular mycorrhizal fungal communities in changing environments: The effects of seasonality and anthropogenic disturbance in a seasonal dry forest. **Pedobiologia**, 57:87–95, 2014.

HOWELER, R.H.; ASHER, C.H.; EDWARDS, D.G. Establishment of an effective endomycorrhizal association on cassava in flowing solution culture and its effect on phosphorus nutrition. **New Phytologist**, 90: 229–238, 1982.

JANSA, J.; OBERHOLZER, H.R.; SMILAUER, P.; EGLI, S. Soil and geography are more important determinants of indigenous arbuscular mycorrhizal communities than management practices in Swiss agricultural soils. **Molecular Ecology**, 35:1–18, 2014.

JEFWA, J.M.; OKOTH, S.; WACHIRA, P., KARANJA, N., KAHINDI, J., NJUGUINI, S., ICHAMI, S., MUNG'ATU, J., OKOTH, P., HUISING, J. Impact of land use types and farming practices on occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) Taita-Tavetadistrict in Kenya. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 157, 32–39, 2012.

KLIRONOMOS, J.N.; HART, M.M. Colonization of roots by arbuscular mycorrhizal fungi using different sources of inoculum. **Mycorrhiza**, 12:181–184, 2002.

LI, L.F.; LI, T.; ZHAO, Z.W. Differences of arbuscular mycorrhizal fungal diversity and community between a cultivated land, and old field, and a never-cultivated field in a hot and arid ecosystem of southwest China. **Mycorrhiza**, 17: 655–665, 2007.

LOU, Y.; XU, M.; WANG, W.; SUN, X.; LIANG, C. Soil organic carbon fractions and management index after 20 yr of manure and fertilizer application for greenhouse vegetables. **Soil Use and Management**, 27:163–169, 2011.

LYNCH, J.P.; HO, M.D. Rhizoeconomics: carbon costs of phosphorus acquisition. **Plant and Soil**, 269:45–56, 2005.

MIRANDA, J.C.C.; VILELA, L.; MIRANDA, L.N. Dynamics and contribution of arbuscular mycorrhiza in culture systems with crop rotation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 40:1005–1014, 2005.

MERGULHÃO, A.C.E.S.; BURITY, H.Á.; GOTO, B.T.; MAIA, L.C. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in a gypsum mining impacted semiarid area. **Acta Botanica Brasilica**, 24:1052-1061, 2010.

NISHA, M.C.; SUBRAMANIAM, M.S.; RAJESHKUMAR, S. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi associated with plants having tubers from Anaimalai Hills. **Journal Bloom Res**, 2:104-107, 2010.

NICHOLS, K.A., WRIGHT, S.F. Comparison of Glomalin and Humic Acid in Eight Native U.S. Soils. **Soil Science**, 170 : 985-997, 2005.

OEHL, F.; LACZKO, E.; BOGENRIEDER, A.; STAHR, K., BÖSCH, R.; VAN DER HEIJDEN, M.; SIEVERDING, E. Soil type and land use intensity determine the composition of arbuscular mycorrhizal fungal communities. **Soil Biology and Biochemistry**, 42:724-738, 2010.

OEHL, F.; SIEVERDING, E.; PALENZUELA, J.; INEICHEN, K., SILVA, G.A. Advances in Glomeromycota taxonomy and classification. **IMA Fungus**, 2:191-199, 2011.

PEREIRA, C.M.R.; SILVA, D.K.A.; FERREIRA, A.C.A.; GOTO, B.T.; MAIA, L.C. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Atlantic forest áreas under different land uses. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, 185:245-252, 2014.

REDECKER, D.; SCHÜßLER, A.; STOCKINGER, H.; STÜRMER, S.L.; MORTON, J.B.; WALKER, C. An evidence-based consensus for the classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota). **Mycorrhiza**, 23:515-531, 2013.

SCHENCK, N.C.; PÉREZ, Y. **Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi**. INVAM. University of Florida, Gainesville, FL, 1988.

SIEVERDING, E.; SILVA, G.A.; BERNDT, R.; OEHL, F. *Rhizoglossus*, a new genus of the Glomeraceae. **Mycotaxon**, 129, 2, 373-386, 2014.

SILVA, I.R.; MELLO, C.M.A.; FERREIRA NETO, R.A.; SILVA, D.K.A.; MELO, A.L.; OEHL, F.; MAIA, L.C. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi along an environmental gradient in the Brazilian semiarid. **Applied Soil Ecology**, 84, 166-175, 2014.

SILVA, D.K.A.; SOUZA, R.G.; VELEZ, B.A.A.; SILVA, G.A.; OEHL, F.; MAIA, L.C. Communities of arbuscular mycorrhizal fungi on a vegetation gradient in tropical coastal dunes. **Applied Soil Ecology**, 96, 7-17, 2015.

SOUSA, C.S.; MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B.; LIMA, F.S.; MAIA, L.C.; OEHL, F. Arbuscular mycorrhizal fungi in successional stages of Caatinga in the semi-arid region of Brazil. **Ciência Florestal**, vol 24, Issue 1, 137-148, 2014.

SOUZA, F.A.; SILVA, I.C.L.; BERBARA, R.L.L. Fungos micorrízicos arbusculares: muito mais diversos do que se imaginava. In: Moreira FMS, Siqueira JO, Brussard L, (Eds) **Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 483-536, 2008.

SOUZA, F.A.; STURMER, S.L.; CARRENHO, R.; TRUFEM, S.F.B. Classificação e taxonomia de fungos micorrízicos arbusculares e sua diversidade e ocorrência no Brasil. In: Siqueira JO (Ed.) **Micorrizas**. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 1-14, 2010.

STÜRMER, S.L.; BEVER, J.D.; MORTON, J.B. Biogeography of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota): a phylogenetic perspective on species distribution patterns. **Mycorrhiza**, v. 28(7), 87-603, 2018.

STÜRMER, S.L.; FILHO, O.K.; DE QUEIROZ, M.H.; MENDONÇA, M.M. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in soils of early stages of a secondary succession of Atlantic Forest in South Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, 20:513–521, 2006.

STÜRMER, S.L.; SIQUEIRA, J.O. Species richness and spore abundance of arbuscular mycorrhizal fungi across distinct land uses in Western Brazilian Amazon. **Mycorrhiza**, 21:255–267, 2011.

STÜRMER, S.L.; STÜRMER, R.; PASQUALINI, D. Taxonomic diversity and community structure of arbuscular mycorrhizal fungi (Phylum Glomeromycota) in three maritime sand dunes in Santa Catarina state, south Brazil. **Fungal Ecology**, 6:27–36, 2013.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. UFRGS, Porto Alegre, 1995. 230p.

VAN DER WEIJDEN, W.; BURGER, K.; JANSEN, D.; ROUGOOR, C.; HEES, E. The vulnerability of the European agriculture and food system for calamities and geopolitics: A Stress test. In: **Report for the Platform Agriculture Innovation and Society**. Ministry of Economic Affairs, the Netherlands, 2011.

WAKELIN, A.S.; MACDONALD, L.M.; ROGERS, S.L.; GREGG, A.L.; BOLGER, T.P.; BALDOCK, J. A. Habitat selective factors influencing the structural composition and functional capacity of microbial communities in agricultural soils. **Soil Biology and Biochemistry**, 40:803-813, 2008.

WRIGHT, S.F.; UPADHYAYA, A. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glycoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. **Plant and Soil**, 198:97–107, 1998.

YEOMANS, J.C.; BREMMER, J.M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Comm Soil Sci Plant. Anal**, 19:1467-1476, 1998.

ZHANG, F. J.; LI, Q.; CHEN, F.X.; XU, H.Y.; INDERJIT, WAN, F.H. Arbuscular mycorrhizal fungi facilitate growth and competitive ability of an exotic species *Flaveria bidentis*. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 115:275–284, 2017.

ZANGARO, W.; ALVES, R.A.; LESCANO, L.E.; ANSANELO, A.P.; NOGUEIRA, M.A. Investment in fine roots and arbuscular mycorrhizal fungi decrease during succession in three Brazilian ecosystems. **Biotropica**, 44: 141–150, 2012.

Recebido em 23/10/2018

Aceito em 06/11/2018

# Revista Agrária Acadêmica

*Agrarian Academic Journal*

Volume 1 – Número 4 – Nov/Dez (2018)

---

doi: 10.32406/v1n42018/29-38/agrariacad

## **Influência da incorporação de materiais orgânicos associada ao manejo do solo na atividade microbiana durante o ciclo da batata**

Incorporation of organic materials associated with soil management on microbial activity during the potato crop cycle

Juliana Zucolotto<sup>1\*</sup>, Roberto Stefani Takahashi<sup>2</sup>, Carlos Francisco Ragassi<sup>3</sup>, Pedro Henrique Sakai de Sá Antunes<sup>2</sup>, Paulo Cesar Tavares de Melo<sup>2</sup>, Elke Jurandy Bran Nogueira Cardoso<sup>4</sup>, José Laercio Favarin<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup> - Departamento de Produção Vegetal/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP - Piracicaba/SP Brasil. E-mail: [juliana.zucolotto@usp.br](mailto:juliana.zucolotto@usp.br)

<sup>2</sup> - Departamento de Produção Vegetal/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP - Piracicaba/SP Brasil.

<sup>3</sup> - Embrapa Hortaliças - Brasília/DF – Brasil.

<sup>4</sup> - Departamento de Ciência dos Solos/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP - Piracicaba/SP Brasil

---

### **Resumo**

O sistema convencional de produção de batata impossibilita o cultivo na mesma área por anos consecutivos. Com intuito de possibilitar a permanência na mesma área, um sistema de preparo profundo com incorporação de material orgânico foi desenvolvido. O objetivo do trabalho foi avaliar a atividade microbiana do solo em diferentes preparos do solo, com e sem a incorporação de *Panicum maximum*; *Brachiaria brizantha* e milho para o cultivo da batata. A incorporação de *P. maximum* foi capaz de manter a atividade microbiológica do solo estável durante o ciclo. O preparo profundo proporcionou maior produtividade de batata comparado ao preparo convencional.

**Palavras-chave:** *Solanum tuberosum* L, sistema sustentável, respirometria

### **Abstract**

The usual potato production system restricts cultivation in the same area for consecutive years. In order to overcome this limitation, a deep tillage system was developed with the incorporation of organic material. The objective of this work was to evaluate the microbial activity of the soil submitted to different soil management, with and without the incorporation of *Panicum maximum*; *Brachiaria brizantha* and maize for the cultivation of potatoes. The incorporation of *P. maximum* was able to maintain the microbiological activity of the soil stable during the cycle. The deep preparation presented higher potato productivity compared to the usual tillage.

**Keywords:** *Solanum tuberosum* L, sustainable system, respirometry

---



## Introdução

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é originária da Cordilheira dos Andes, mas teve como centro de domesticação a Europa, onde foi introduzida em 1570 e, posteriormente, levada para América do Norte, tornando-se uma importante fonte alimentar, pois é rica em minerais, vitaminas, fibras, carboidratos e proteínas de alta qualidade biológica (MELO et al., 2011). A batata ocupa a terceira posição mundial como fonte de alimento vegetal, com a produção de 330 milhões de toneladas em 18 milhões de hectares. A produção global do tubérculo está concentrada na China (20%), seguida pela Índia (13,2%) e Rússia (8,8%). O Brasil ocupa a 21ª posição com 1% de relevância no panorama mundial (FAOSTAT, 2015).

A produção de batata no Brasil apresenta alto custo devido à grande demanda de fertilizantes e produtos fitossanitários durante o ciclo da cultura. Além disso, utilizam-se cultivares oriundos da Europa, ou seja, sem adaptação ao clima brasileiro. O sistema de cultivo de batata adotado em quase todo território nacional foi importado da Europa, ou seja, o “pacote tecnológico” de manejo foi desenvolvido para as condições de clima e solo temperados e importados para o clima tropical (RAGASSI, 2011).

No Brasil, diferente do que ocorre na Europa, plantios sucessivos de batata na mesma área são inviáveis economicamente e ambientalmente devido à elevada incidência de doenças do solo como murcha bacteriana (*Ralstonia* spp.), sarna-comum (*Streptomyces* spp.), canela preta (*Pectobacterium* spp.), nematoides (*Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *Pratylenchus brachyurus*) e rizoctoniose (*Rizoctonia solani*). Segundo Honeycut et al. (1996), o plantio sucessivo de batata na mesma área pode gerar incidência de 58% de plantas com lesões causadas pelo fungo *R. solani*. Como consequência, existe a contínua migração da bataticultura para áreas novas. Logo, a forma de manejo da cultura precisa ser reformulada, de forma a prover ao solo as condições químicas, físicas e biológicas necessárias para que a produção não seja limitada por doenças de solo (RAGASSI et al., 2011).

Na busca de uma forma mais sustentável para a produção de batata em clima tropical, um sistema de preparo profundo de solo e sucessão de culturas com gramíneas (Sistema Paces) vem sendo avaliado (RAGASSI et al., 2009; COSTA et al., 2015; 2017). A estratégia do Sistema Paces é baseada em três conceitos principais: a) preparo de solo até a profundidade de 80 cm; b) sucessão de culturas com gramíneas e c) incorporação de palhada ao solo. Nesse sistema, gramíneas com alto potencial de produção de biomassa são cultivadas em sucessão com a cultura da batata, tendo como objetivo produzir grande quantidade de matéria seca para ser picada e incorporada ao solo, antes do plantio da batata. O conceito de preparo profundo consiste no uso de máquinas específicas para o sistema (RAGASSI et al., 2009) e realiza a correção química do solo a 60 cm de profundidade, subsolagem a 80 cm de profundidade e incorporação da palhada a 40 cm de profundidade (RAGASSI et al., 2009).

Dentre os objetivos do Sistema Paces está a melhoria da qualidade biológica do solo. Um dos parâmetros para a sua estimativa é o nível de atividade biológica, que compreende toda reação bioquímica catalisada pelos organismos edáficos e pode ser avaliada por meio da respirometria. A respirometria quantifica o índice de atividade microbiana geral, que compreende todos ou quase todos os processos realizados por micro-organismos aeróbicos do solo e pode ser feita de duas maneiras: a) pela medida do consumo de O<sub>2</sub> pelos microrganismos ou b) pela produção de CO<sub>2</sub>

resultante da oxidação do material orgânico por organismos aeróbios de uma amostra de solo (D'ANDRÉA, et al. 2002; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

A incorporação de resíduos vegetais em geral aumenta a população de bactérias e fungos benéficos ao solo capazes de inibir os patógenos (SILVA et al., 2017). No entanto, natureza físico-química dos materiais fornecidos ao solo interfere no metabolismo celular dos microrganismos e em suas funções no solo e, conseqüentemente, a quantidade de CO<sub>2</sub> emitida pelo solo pode ocorrer de maneira diferenciada, dependendo do tipo de material incorporado (KHALIL et al., 2005; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Souza et al. (2005), ao comparar sistemas de manejo de palhada da cana-de-açúcar com e sem incorporação, observou que o solo em que a palhada foi incorporada apresentou melhores atributos, tais como uma maior produção de colmos; maiores teores de matéria orgânica; estabilidade de agregados, macroporosidade e teor de água, além de menores valores de resistência do solo à penetração e densidade do solo.

O efeito do Sistema Paces sobre a atividade biológica do solo é desconhecido, porém relevante para se avaliar a qualidade do solo nesse sistema. O objetivo deste trabalho foi avaliar a respirometria do solo durante o ciclo da batata sob diferente manejo de solo (Sistema Paces x convencional) e com uso de diferentes espécies de gramínea (*Panicum maximum* cv. Tanzania, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Zea mays* híbrido comercial 2B-707 - Dow Agrosiences) como cultura em sucessão.

## Material e métodos

O experimento foi instalado em campo na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), localizada em Piracicaba (São Paulo), altitude de 569 metros, em um Nitossolo Vermelho Eutrófico Típico, textura argilosa, A moderado, com 0,69 hectares. Três espécies de gramíneas foram cultivadas e, posteriormente, incorporadas ao solo. Após a incorporação, o solo foi preparado para o plantio de batata (*Solanum tuberosum*).

O delineamento experimental foi feito em blocos casualizados, com três repetições e cinco tratamentos: 1. Sistema Paces (RAGASSI et al., 2009) com incorporação de palhada de *Panicum maximum* cv. Tanzania (capim tanzânia); 2. Sistema Paces com incorporação de palhada de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim marandu); 3. Sistema Paces com incorporação de palhada de *Zea mays* híbrido comercial 2B-707 - Dow Agrosiences (milho); 4. Sistema de preparo convencional (RAGASSI et al., 2009) com incorporação de palhada de milho; 5. Testemunha: solo gradeado e sem incorporação de material orgânico. No total, foram feitas 15 parcelas com 7 metros de comprimento e 3,6 metros de largura. Contudo, considerou-se bordadura 1 metro no comprimento e 0,9 m na largura em todas as extremidades, resultando em uma parcela útil de 9 m<sup>2</sup>.

A semeadura dos capins (marandu e tanzânia) foi realizada com o uso de semeadora de grão miúdo e, para o milho, foi utilizada semeadora de grão graúdo. O corte das gramíneas foi realizado aos 173 dias após o plantio (DAP) com uso de roçadora mecanizada. Foi necessário aguardar um período de uma semana para que a biomassa apresentasse aspecto de seco, favorecendo a operação de trituração da biomassa, que foi realizada utilizando-se triturador mecanizado equipado com martelos (modelo Tribar – Mafes Inteligência Agrônômica).

As espigas de milho foram colhidas e retiradas da área antes da roçagem. Uma operação com enxada rotativa (modelo Rotin – Mafes Inteligência Agrônômica) trabalhando à profundidade

de 5 cm foi realizada com a finalidade de arrancar as touceiras remanescentes e pré-incorporar a biomassa nos tratamentos com o Sistema Paces. Aos 186 DAP, o preparo profundo de solo nos tratamentos com o Sistema Paces teve início com o uso de um subsolador com alcance de 80 cm de profundidade (modelo Dreno – Mafes Inteligência Agronômica); a operação atingiu profundidade média de 70 cm.

Após a subsolagem, a incorporação da biomassa das gramíneas no Sistema Paces foi realizada com uso de uma enxada rotativa trabalhando a 40 cm de profundidade (modelo Turbo – Mafes Inteligência Agronômica). Por último, realizou-se uma operação de formação dos canteiros e incorporação da adubação de plantio para a batata a 15 cm de profundidade com uso da rotoencanteiradora modelo Roto – Mafes Inteligência Agronômica.

Para os tratamentos fora do Sistema Paces, o preparo de solo buscou seguir as operações convencionalmente adotadas. Assim, a incorporação da biomassa de gramíneas foi feita por meio de uma operação de gradeação a 20 cm profundidade, que foi seguida por uma operação de grade niveladora e, por último, uma operação de formação de canteiros e incorporação da adubação de plantio da batata a 15 cm de profundidade.

Após o preparo do solo foi realizado o plantio semi-mecanizado da batata, cultivar Atlantic, com tubérculos semente tipo II (entre 42 e 70 mm) (CEAGESP, 2015). A adubação da batata foi feita com a aplicação de 100 kg de potássio por hectare na forma de cloreto de potássio (KCl) e 4 kg de zinco por hectare forma óxido de zinco, no momento do preparo do solo com o implemento “Roto”. Na ocasião do plantio, com a plantadora modelo Ecoplan- Mafes Inteligência Agronômica, foram aplicados 60 kg de nitrogênio, 200 kg de fósforo e 45 kg de potássio, ambos por hectare. A emergência das plantas de batata ocorreu aos 11 DAP e aos 14 DAP foi feita a amontoa, formando-se camalhões de 30 a 35 cm de altura com seção trapezoidal. Aos 95 DAP dessecaram-se as ramas da batata com o herbicida Paraquat e, aos 110 DAP, foi iniciada a colheita semi-mecanizada dos tubérculos.

Foi realizada a amostragem palhada produzida pelas gramíneas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), a fim de relacionar com a atividade microbiológica do solo. A coleta ocorreu anteriormente à incorporação, quando as gramíneas se encontravam picadas e secas sobre a superfície do solo. Foram realizadas 5 amostragens aleatórias por parcela. Contudo, não se realizou a coleta para o tratamento Testemunha, devido à ausência de gramínea. Ademais, como o preparo do solo anterior à semeadura das gramíneas não havia sido diferente, foram selecionados 15 pontos dentro de 3 parcelas aleatórias dos tratamentos contendo o milho como cultura para sucessão (tanto no Sistema Paces como no Preparo convencional). Desta forma, foram realizadas 15 amostragens por espécie de gramínea, com o auxílio de um quadro de 25 x 50 cm, disposto aleatoriamente dentro de cada parcela, totalizando 45 amostragens. Além disso, uma quantidade representativa de palha foi coletada e colocada em estufa de ventilação forçada a 60°C a fim de se obter o teor de matéria seca. A massa seca produzida por unidade de área foi, então, convertida para 1 hectare.

As amostras de solo para respirometria foram coletadas nas profundidades 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, totalizando 30 amostras (cinco tratamentos x duas profundidades x três repetições). Cada amostra foi composta de três sub-amostras coletadas aleatoriamente em cada parcela com uso de um trado de caneco, com a ponteira de 25 cm de altura e 20 cm de diâmetro, e depois homogeneizadas e peneiradas. As coletas foram realizadas em cinco épocas: 23 dias antes do plantio (T1), 1 dia antes do plantio (T2), 24 DAP (T3), 45 DAP (T4) e 80 DAP (T5) e as amostras foram enviadas para o

Laboratório de Microbiologia do Solo do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ, onde foram submetidas à análise de respirometria pelo método de Alef (1995).

Os tempos analisados estatisticamente foram apenas T3, T4 e T5, desconsiderando-se T1 e T2. Isso foi necessário porque se desejou avaliar o efeito da incorporação a longo prazo, ou seja, com a atividade biológica já estabilizada. A amostragem em T1 ocorreu antes da incorporação, não sendo interessante a comparação dos tratamentos em T1 com outros momentos para avaliar o efeito da incorporação. Do mesmo modo, T2 não foi considerado nas análises estatísticas. Nesse período a atividade microbiana se encontrou elevada e não estabilizada, por efeito da palhada recém-incorporada.

Para a amostragem da produtividade da cultura da batata, os tubérculos foram colhidos e imediatamente pesados e o valor obtido na parcela útil de 9 m<sup>2</sup> foi convertido em toneladas por hectare.

Os dados obtidos com a produção de palhada, respirometria e produtividade de batata foram submetidos ao teste de normalidade dos resíduos de Shapiro-Wilk. Posteriormente, os dados de respirometria foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias entre tratamentos para cada época de coleta e também entre as épocas para cada tratamento. As análises foram realizadas separadamente para as profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm. Para a produtividade de palha e produtividade de batata, foi realizada a análise de variância seguida do teste de comparação de médias de Tukey ( $p < 0,05$ ). Todas as análises foram realizadas com uso do software R versão 2.15.3.

## Resultados e discussão

O capim tanzânia apresentou significativamente maior quantidade de resíduo vegetal, seguido da braquiária e do milho (Figura 1). Os mesmos resultados foram obtidos por Batista et al. (2011) em experimento com forrageiras em consórcio com milho. De forma semelhante, Silva et al. (2016) observou que a massa seca da parte área acumulada pelo gênero *Panicum* foi significativamente superior à do gênero *Brachiaria*.

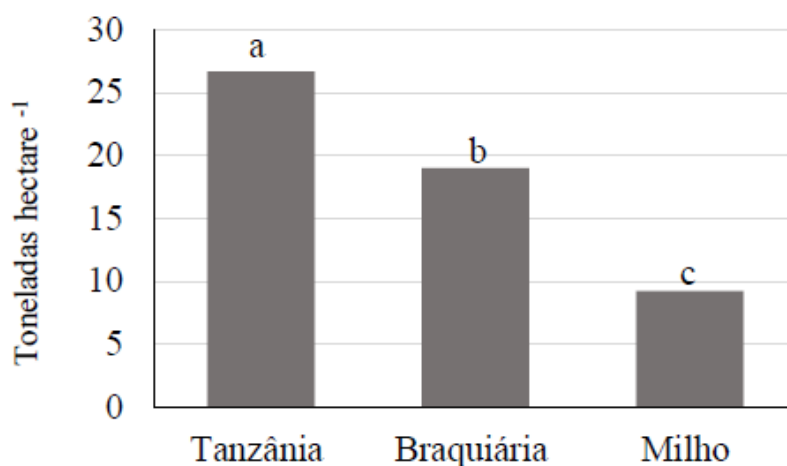


Figura 1 - Média da produção de biomassa em toneladas por hectare para o *Panicum Maximum* (tanzânia), *Brachiaria brizantha* (marandu) e *Zea Mays* (milho). Médias com letras diferentes diferem estatisticamente entre si ( $p < 0,5$ ) pelo teste de Tukey.

Os resultados das análises de respirometria do solo apontaram variação significativa na quantidade de CO<sub>2</sub> produzido, sendo estas variações temporais e entre tratamentos, indicando que o tempo, o manejo, e a incorporação de palhada tiveram impacto na atividade biológica do solo (Tabela 1 e 2).

Tabela 1 - Quantificação de CO<sub>2</sub> produzido pelos microrganismos do solo em cinco épocas durante o ciclo da batata para os tratamentos propostos na profundidade de 0 a 20 cm.

Tratamento	Época de coleta				
	T1	T2	T3	T4	T5
	mg CO <sub>2</sub> /g solo.7dias				
Testemunha	1,7	1,3	1,6bAB	1,0bB	2,2aAB
Convencional	4,5	4,7	1,4bB	2,2aAB	2,1aAB
S.P. com tanzânia	4,8	4,6	2,5bA	3,5aA	3,0abA
S.P. com marandu	7,1	3,9	2,0abAB	1,4bB	2,3aAB
S.P. com milho	3,2	2,2	1,3aB	1,4aB	1,3aB

Médias com letras diferentes, minúscula na mesma linha e maiúscula na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p < 0,5$ ). O Sistema Paces está representado pela abreviação S.P.

Os tratamentos testemunha, convencional e S.P. com capim tanzânia, na profundidade de 0 a 20 cm, apresentaram valores de produção de CO<sub>2</sub> mais elevados para época T4 e T5 quando comparados à época T3. Provavelmente, devido ao aumento da temperatura do solo em relação as épocas de coleta. O clima local é classificado como Cwa segundo a Köppen e Geiger (1928), ou seja, temperaturas amenas nos meses de junho a agosto. A última época de coleta (T5) ocorreu em meados de setembro, onde temperatura média mensal dobra em relação ao mês da primeira coleta. Como o metabolismo dos organismos do solo atendem às leis da termodinâmica, o aumento da temperatura gera aceleração da velocidade das reações como a degradação da matéria orgânica (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006) e, conseqüentemente, maior liberação de CO<sub>2</sub>.

Tabela 2 - Quantificação de CO<sub>2</sub> produzido pelos microrganismos do solo em cinco épocas durante o ciclo da batata para os tratamentos propostos na profundidade de 20 a 40 cm

Tratamento	Época de coleta				
	T1	T2	T3	T4	T5
	mg CO <sub>2</sub> /g solo.7dias				
Testemunha	1,4	0,8	1,3aA	0,6aB	1,3aB
Convencional	3,5	1,3	1,2aA	1,1aB	1,1aB
S.P. com Tanzânia	5,3	3,1	1,8bA	3,0aA	3,3aA
S.P. com marandu	4,8	4,1	1,8aA	0,8aAB	0,9aAB
S.P. com milho	2,8	1,9	1,8aA	0,8bB	0,9bB

Médias com letras diferentes, minúscula na mesma linha e maiúscula na mesma coluna, diferem significativamente ( $p < 0,5$ ) pelo teste de Tukey. O Sistema Paces está representado pela abreviação S.P.

Outro fator que eleva a microbiota do solo é a liberação de exsudados pelo sistema radicular da planta. Segundo Cardoso e Andreote (2016), os organismos presentes no solo têm a nutrição



deficiente pela falta de compostos orgânicos energéticos no solo. Contudo, as plantas são capazes de secretar até 40% dos fotoassimilados para o solo, através das raízes. Desta forma, quanto mais desenvolvido o sistema aéreo e radicular da batata, maior é o fornecimento e carbono para o solo elevando a atividade metabólica do mesmo. Na ocasião da primeira coleta, a batateira estava no período de crescimento vegetativo, onde dá início ao desenvolvimento foliar, radicular e fotossíntese, logo, pouca produção de carbono para ser excretado. Na coleta T4 a planta entrou no período de tuberização, onde os fotoassimilados são usados prioritariamente na formação de estolões e tubérculo, sendo o excedente liberado no solo, já aos 80 DAP, coleta T5, fase de enchimento de tubérculos, a planta atingiu o desenvolvimento vegetativo máximo, possibilitando maior liberação de carbono pelas raízes a fim de aumentar o aporte nutricional dos microrganismos do solo.

Para o tratamento do S. P. com incorporação de marandu a época T3 não diferiu da época T5, provavelmente devido a decomposição da grande quantidade de massa radicular produzida durante o ciclo do capim marandu. Em experimento comparando o gênero *Panicum* ao gênero *Brachiaria* Cunha et al. (2010) constataram que com a adubação nitrogenada de 300 kg ha<sup>-1</sup> a densidade radicular do capim marandu é de 1,21 g dm<sup>3</sup> enquanto a do capim tanzânia é de 0,72 g dm<sup>3</sup>.

O tratamento do Sistema Paces com incorporação de milho não diferiu do tratamento testemunha e não sofreu influência do período de coleta, em ambas profundidades. Logo, não é possível constatar a eficiência deste tratamento em aumentar a atividade microbiana do solo. Assume-se, dessa maneira, que a biomassa de milho incorporada (9,2 toneladas ha<sup>-1</sup>), não foi suficiente para proporcionar resultados significativamente maiores que o tratamento testemunha.

Para a profundidade de 20 a 40 cm a época de coleta influenciou todos os tratamentos que houve Sistema Paces com incorporação de material vegetal a profundidade de 40 cm. Pois, o maior fornecimento de resíduo vegetal no solo aumenta a atividade microbiana, logo, os tratamentos sem adição de material orgânico da camada de 20 a 40 cm obtiveram a produção de CO<sub>2</sub> menor nesta camada. Em experimento com palhada de cana Yamaguchi et al., (2017) obtiveram resposta linear do aumento da respirometria em função da quantidade de palha adicionada ao solo.

Tendo o tratamento testemunha como base (Figura 2), o tratamento do S. P. com incorporação de capim tanzânia foi aquele com o potencial de manter uma atividade biológica considerável entre os tempos T1 e T4 visto que, diferentemente dos outros tratamentos, apresentou valores respirométricos bem acima dos obtidos pelo tratamento testemunha.

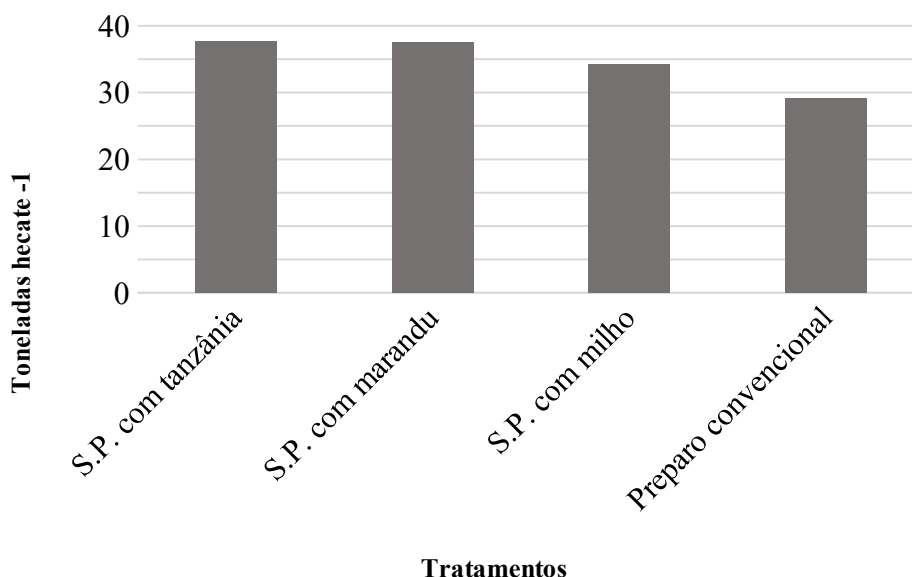


Figura 2 - Média da taxa de carbono produzido (mg CO<sub>2</sub>/ g solo.7dias) para a profundidade de 0 a 40 cm para os tratamentos testemunha e S.P. com tanzânia para as cinco épocas de coleta.

Em relação à produtividade de batata (Figura 3) não houve diferença entre os tratamentos com incorporação de capim tanzânia e de marandu, que apresentaram maior produção do tubérculo quando comparado ao tratamento com incorporação de milho. Provavelmente devido à menor produção de palhada e à menor atividade biológica do solo obtidas pelo tratamento P.S. com milho. O preparo convencional obteve a menor produção de batata dentre todos os tratamentos. Ou seja, a diferença de produtividade tem influência, além da espécie de gramínea incorporada, do tipo de preparo do solo, que é mais raso que o realizado nos tratamentos com S.P.

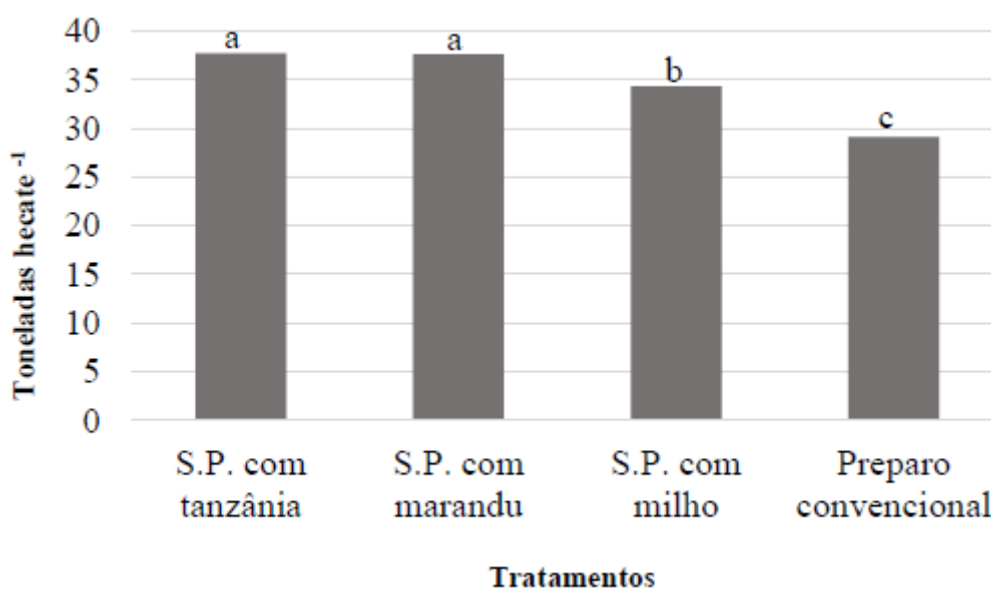


Figura 3 - Produção de batata em toneladas por hectare para os tratamentos com Sistema Paces e preparo Convencional do solo

## Conclusão

A incorporação de 26,7 toneladas ha<sup>-1</sup> de capim tanzânia foi suficiente para manter a atividade microbiológica do solo acima da obtida no tratamento testemunha, durante todo o período do ciclo da batata (108 dias), em todo o perfil do solo de 0 a 40 cm.

O tratamento com incorporação profunda de 19 toneladas ha<sup>-1</sup> de marandu não diferiu estatisticamente daquele com tanzânia a não ser no período anterior à incorporação. Porém, em valores absolutos, a atividade microbiana com incorporação de tanzânia foi consideravelmente superior, apresentando um comportamento proporcional à biomassa incorporada.

Não houve diferença na produtividade de batata entre a incorporação de *Panicum maximum* e *Brachiaria brizantha*, enquanto que com a incorporação de *Zea mays*, a produtividade foi significativamente menor. A produtividade em preparo convencional demonstrou ser menor que nos tratamentos do Sistema Paces.

## Referências bibliográficas

ALEF, K. Soil respiration. In: **Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry**. Academic Press. p. 234 – 245, 1995.

BATISTA, K.; DUARTE, A.P.; CECCON, G.; DE MARIA, I.C.; CANTARELLA, H. Acúmulo de matéria seca e de nutrientes em forrageiras consorciadas com milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1154-1160, 2011.

CARDOSO, J. B. N.; ANDREOTE, F.D. **Microbiologia do Solo**. 2ª ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. 225 p

CEAGESP. Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. **Normas de classificação**. Disponível na internet <http://www.ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/batata.pdf>. Acesso em 20 de outubro de 2018.

COSTA, C.F.A.; MELO, P.C.T.; GUERRA, H.P.; RAGASSI, C.F. Soil properties and agronomic attributes of potato grown under deep tillage in succession of grass species. **Horticultura Brasileira**, v.35, n.1, p.75-81, 2017.

COSTA, C.F.A.; MELO, P.C.T.; RAGASSI, C.F.; LAZZARINI, P.R.C.; FERRONATO, E.M.; MARTINS, E.A.S.; ARAÚJO, T.H. Crescimento da batateira em sistema de preparo profundo de solo e sucessão de poáceas. **Horticultura Brasileira**, v.33, n.1, p.51-58, 2015.

CUNHA, F.F.; RAMOS, M.M.; DE ALENCAR, C.A.B.; MARTINS, C.E.; CÓSER, A.C.; DE OLIVEIRA, R.A. Sistema radicular de seis gramíneas irrigadas em diferentes adubações nitrogenadas e manejos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.32, n.2, p.351-357, 2010.

DA SILVA, J.M.; DE MEDEIROS, E.V.; DUDA, G.P.; DE BARROS, J.A.; DOS SANTOS, J.J. Fames and microbial activities involved in the suppression of cassava root rot by organic matter. **Revista Caatinga**, v.30, n.3, p.708 – 717, 2017.

DA SILVA., M.G.; ORIVALDO A.R.F.; ALVES, M.C.; BUZETTI, S. Sucessão de culturas e sua influência nas propriedades físicas do solo e na produtividade do feijoeiro de inverno irrigado, em diferentes sistemas de manejo do solo. **Bragantia**, v.67, n.2, p.335-347, 2008.

D'ANDREA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M. M. Atributos de agregação indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região dos cerrados no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n.4, p.1047-1054, 2002.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Produção da Batata**. Sistemas de Produção, v.8. 2015. 252 p

FAO. Food and Agriculture Organization of The United Nations. **Food and agriculture data**. Disponível em <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 05 de outubro de 2018.

HONEYCUTT, C.W.; CLAPHAM, W.M.; LEACH, S.S. Crop rotation and N fertilization effects on growth, yield, and disease incidence in potato. **American Potato Journal**, v.73, p.45– 61, 1996.

KHALIL, M.I.; HOSSAIN, M. B.; SCHIMIDHALTER, U. Carbon and Nitrogen Mineralization in Different Upland Soils of Subtropic Treated with Organic Materials. **Soil Biology and Biochemistry**, v.37, p.1507-1518, 2005.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

MELO, P.C.T.; ROSSI, F.; MELO, M.F.F.T.; MELO, R.A. Valor Nutricional da Batata. In: Zambolim, L. (ed.) **Produção Integrada da Batata**. UFV - Departamento de Fitopatologia. Viçosa, MG.2011.511p

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Metabolismo e Processos Microbianos**. In: **Microbiologia e Bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2ª ed, cap. 4, p. 163-201. 2006b.

RAGASSI, C.F.; FAVARIN, J.L.; MELO, P.C.T. de; SHIRAISHI, F.A.; SAKO, H. Qualidade do solo e sustentabilidade na cultura da batata. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.10, n.2, p.88-103, 2011.

RAGASSI, C.F.; FAVARIN, J.L.; SHIRAISHI, F.A.; MOITA, A.W.; SAKO H.; MELO, P.C.T. Efeito da descompactação profunda de solo na produção da cultura da batata. **Horticultura Brasileira**, v.27, n.4, p.484-489, 2009.

SILVA, G.O.; STOKER, G.; PONIJALEKI, R.; PEREIRA, A.S. Rendimento de tubérculos de três cultivares de batata sob condições de estiagem. **Horticultura Brasileira**, v.31, p.216-219, 2013.

SILVA, J.L.; RIBEIR, K.G.; HERCULANO, B.N.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, R.C.A.; SOARES, L.F.P. Massa de forragem e características estruturais e bromatológicas de cultivares de *Brachiaria* e *Panicum*. **Ciência Animal Brasileira**, v.17, n.3, p. 342-348, 2016.

SOUZA, Z.M.; PRADO, R.M.; PAIXÃO, A.C.S.; CESARIN, L.G. Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.3, 2005.

YAMAGUCHI, C.S.; RAMOS, N.P.; CARVALHO, C.S.; PIRES, A.M.M.; DE ANDRADE, C.A. Decomposição da palha de cana-de-açúcar e balanço de carbono em função da massa inicialmente aportada sobre o solo e da aplicação de vinhaça. **Bragantia**, v.76, n1, 2017.

Recebido em 24/10/2018

Aceito em 08/11/2018

# Revista Agrária Acadêmica

*Agrarian Academic Journal*

Volume 1 – Número 4 – Nov/Dez (2018)

---

doi: 10.32406/v1n42018/39-51/agrariacad

## **Diversidade morfológica, genética e patogenicidade de *Colletotrichum* spp. associados à pimenta-de-cheiro (*Capsicum chinense* Jacq.)**

Morphological diversity, genetics and pathogenicity of *Colletotrichum* spp. associates of chilean pepper (*Capsicum chinense* Jacq.)

Alessandro Machado da Silva<sup>1</sup>, Jânia Lilia da Silva Bentes<sup>1\*</sup>, Elisângela de Jesus da Silva Bezerra<sup>1</sup>, Marceley Cristine de Andrade<sup>1</sup>

<sup>1</sup>- Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, UFAM. Manaus-Amazonas, Brasil.

\*Autor para correspondência: Jânia Lilia da Silva Bentes. [jlbentes@ufam.edu.br](mailto:jlbentes@ufam.edu.br)

---

### **Resumo**

O cultivo de pimenta-de-cheiro (*Capsicum chinense* Jacq.) está sujeito ao ataque doenças, como a antracnose que afeta, principalmente, os frutos impedindo a comercialização. Esse trabalho teve por objetivo realizar a caracterização morfofocultural, molecular e patogênica de isolados de *Colletotrichum* spp. obtidos de frutos de pimenta-de-cheiro, coletados em municípios produtores do Estado do Amazonas. Foi observada alta variabilidade nas características morfofoculturais, no índice de crescimento micelial e na morfometria de conídios e apressórios. Diferenças significativas foram observadas na severidade, diâmetro médio de lesões e incidência quando os isolados foram inoculados em quatro espécies de *Capsicum*. A genotipagem por Ap-PCR evidenciou alta diversidade genética entre isolados de uma mesma procedência sugerindo a ocorrência de mais de uma espécie do patógeno associada à antracnose em pimenta-de-cheiro no Estado do Amazonas.

**Palavras-chaves:** Antracnose, pimentas, caracterização.

### **Abstract**

The cultivation of chilli pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) is subject to the attack of several diseases, like anthracnose that mainly affects the fruits preventing the commercialization. The objective of this work was to perform the morphocultural, molecular and pathogenic characterization of *Colletotrichum* spp. from chilli pepper, collected in producing municipalities of the State of Amazonas. High variability was observed in morphological characteristics of color and topography of colonies, mycelial growth index, and morphometry of conidia and apleria. Significant differences were observed in the severity, mean diameter of lesions and incidence when the isolates were inoculated in four species of *Capsicum*. Ap-PCR genotyping evidenced high genetic diversity among isolates from the same source, and possibly, the existence of different species or complexes of species associated with anthracnose in chilli pepper in the State of Amazonas.

**Keywords:** Anthracnose, pepper, characterization.

---



## Introdução

A antracnose, causada por *Colletotrichum* spp. é uma das principais doenças em *Capsicum*, se desenvolve principalmente em regiões tropicais e subtropicais, podendo, acarretar prejuízos de até 100% na produção de frutos (REIS et al., 2009). No Estado do Amazonas, a antracnose da pimenta-de-cheiro tem se tornado alvo de atenção devido à sua frequente e severa ocorrência em diversas áreas produtoras (GASPAROTTO et al., 2014).

Frequentemente, mais de uma espécie de *Colletotrichum* têm sido relatadas causando antracnose em *Capsicum* spp. (ALMEIDA et al., 2017; SILVA et al., 2017; TOZZE JR. et al, 2006). ALMEIDA (2015), relatou a ocorrência de *C. scovillei*, *C. truncatum*, *C. brevisporum*, *C. siamense*, *C. fruticola*, *C. theobromicola* e *C. gloeosporioides* como agente causal da antracnose em pimenta-de-cheiro no Amazonas. A ocorrência de duas ou mais espécies de *Colletotrichum* parasitando um mesmo hospedeiro dificulta o controle da antracnose, devido ao comportamento diferenciado entre espécies (TOZZE JR. et al., 2015).

A identificação de espécies de *Colletotrichum* tem sido realizada tradicionalmente com base em características morfológicas e moleculares (ALMEIDA, 2015; SILVA et al., 2017; TORRES-CALZADA et al., 2011).

Estudos de caracterização, com base em caracteres morfológicos e moleculares, são fundamentais para conhecer a amplitude da variabilidade existente entre isolados de um determinado patógeno. Essas informações são essenciais para entender a relação patógeno-hospedeiro, realizar a correta diagnose da doença e desenvolver estratégias de manejo eficazes no controle (TOZZE JR. et al., 2015).

Este trabalho teve como objetivo estudar a diversidade morfológica, molecular e patogênica de isolados de *Colletotrichum* spp. associados à antracnose da pimenta-de-cheiro no Estado do Amazonas.

## Material e Métodos

### Obtenção dos isolados e caracterização morfocultural

Foram estudados 40 isolados de *Colletotrichum* spp. obtidos a partir de frutos de pimenta-de-cheiro com lesões típicas de antracnose, coletados nos municípios de Iranduba (IRPD03, IRPD04, IRPD05, IRPD06, IRPD08, IRPD09, IRPD10, IRPD18, IRPD22, IRPD30), Itacoatiara (REPD01, REPD02, REPD07, REPD08, REPD09, REPD10, REPD11, REPD12, REPD14, REPD15), Presidente Figueiredo (PFPD01, PFPD03, PFPD04, PFPD05, PFPD08, PFPD10, PFPD11, PFPD16, PFPD12, PFPD22) e Manaquiri (MQPD03, MQPD06, MQPD07, MQPD08, MQPD09, MQPD10, MQPD11, MQPD14, MQPD19, MQPD25) no Estado do Amazonas. Foi realizado o isolamento indireto (PINHO et al., 2016, p. 390) e obtidas as culturas monospóricas dos isolados, que foram preservados em tubos contendo meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar) inclinado e pelo método Castellani (CASTELLANI, 1939) e mantidos em temperatura de laboratório ( $\pm 26$  °C).

Para a caracterização morfocultural foram repicados discos de meio de cultura de 0,5 cm de diâmetro, contendo a colônia do fungo, para placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo meio BDA acrescido do antibiótico cloranfenicol ( $250 \text{ mg.L}^{-1}$ ), e cultivados em temperatura de  $\pm 26$  °C,

sob luz contínua, por 10 dias. Foi avaliado o índice de crescimento micelial (ICM), segundo SALGADO et al. (2003), a cor (MUNSELL COLOR COMPANY, 1975) e topografia da colônia (PEREIRA, 2009).

O ensaio foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 40 tratamentos (isolados) e quatro repetições (placas), cada placa constituiu uma unidade experimental. Os dados do ICM foram submetidos à análise de variância (Anova) e as diferenças entre as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa Assistat 7.7 Beta (24).

Para a caracterização morfológica de conídios foi preparado uma suspensão na concentração de  $10^5$  conídios.mL<sup>-1</sup> de cada isolado, obtidos de colônias com 10 dias de crescimento, cultivadas em meio BDA acrescido do antibiótico cloranfenicol (250 mg.L<sup>-1</sup>), sob luz contínua e temperatura de  $\pm 26$  °C. Foi avaliado o comprimento, largura e relação entre o comprimento e a largura de 50 conídios de cada isolado. Para isso foram preparadas lâminas de microscopia em corante lactofenol e observadas em microscópio óptico Zeiss® sob objetiva de 40X.

A morfologia dos conídios foi classificada em: 1) fusiforme, com ápice afilados; 2) oblongo ou cilíndrico, com ápice arredondados; 3) clavado, afilado em uma extremidade e oblongo na outra e 4) constricto, oblongo com constrição na região mediana (SUTTON, 1992; TOZZE JR. et al., 2006).

Para a caracterização dos apressórios, três gotas de 20  $\mu$ L de suspensão de esporos na concentração de  $10^5$  conídios.mL<sup>-1</sup>, foram depositadas sobre uma lâmina de microscopia esterilizada, previamente forrada com papel celofane transparente e acondicionadas em placas de Petri forrada com papel de filtro esterilizado, umedecido com água destilada e autoclavada. Após 24 horas, a germinação foi interrompida com solução de lactofenol. Foi mensurado o comprimento, largura e a relação entre o comprimento e a largura de 50 apressórios de cada isolado, sendo classificados quanto à morfologia em: 1) lobados; 2) levemente lobado e 3) arredondados (SUTTON, 1992; TOZZE JR. et al., 2006).

Os resultados da morfometria de conídios e apressórios foram submetidos à análise de variância (Anova) e as diferenças entre as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa Assistat 7.7 Beta (SILVA, 2009).

## Genotipagem por Ap-PCR

Para a genotipagem foram selecionados 34 isolados de *Colletotrichum* spp., sendo sete do município de Itacoatiara (REPD01, REPD02, REPD07, REPD09, REPD10, REPD11 e REPD12); onze de Iranduba (IRPD03, IRPD04, IRPD05, IRPD06, IRPD08, IRPD09, IRPD10, IRPD18, IRPD22, IRPD28 e IRPD30); sete de Presidente Figueiredo (PFPD03, PFPD04, PFPD08, PFPD10, PFPD16, PFPD18 e PFPD22) e nove de Manaquiri (MQPD03, MQPD06, MQPD08, MQPD09, MQPD10, MQPD11, MQPD14, MQPD19 e MQPD25).

A extração do DNA foi realizada conforme o método descrito por RAEDER e BRODA (1985), modificado por BENTES e COSTA NETO (2011). O DNA obtido foi quantificado em espectrofotômetro (ND-1000, Nanodrop), à razão A260nm/A280nm e as suspensões diluídas até a concentração de 50 ng DNA/ $\mu$ L. Foram utilizados os oligonucleotídeos arbitrários derivados de

marcadores microssatélites: GAGA<sub>4</sub> (5'GACAGACAGACAGACA3'), GTG<sub>5</sub> (5'GTGGTGGTGGTGGTG3') e M<sub>13</sub> (5'GAGGGTGGCGGTTCT3') (Biosearch Biotechnologies).

A reação foi realizada em volume total de 25µL, utilizando o Kit pureTaq™ Ready-To-Go PCR Beads (GE Healthcare) de acordo com as instruções do fabricante. Após a amplificação, os produtos das PCRs foram aplicados em gel de agarose 1,8% contendo 2 µL de brometo de etídio. A corrida eletroforética foi realizada em corrente constante de 60 volts.cm<sup>-1</sup> por 50 minutos. As bandas de DNA foram visualizadas em transiluminador ultravioleta e fotografadas. A partir da amplificação com os marcadores foi construída uma matriz binária com base na presença ou ausência de bandas. A similaridade genética entre os isolados foi estimada usando o coeficiente de Nei & Li (NEI e LI, 1979). A matriz de similaridade foi analisada pelo método de agrupamento UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method with Arithmetic Average*). O programa Genes foi empregado para gerar a matriz dos valores cofenéticos e testar a adequação da análise de agrupamento aos dados originais.

### Caracterização patogênica

O teste de patogenicidade cruzada foi realizado usando 20 isolados (IRPD03, IRPD04, IRPD06, IRPD10, IRPD18, PFPD03, PFPD04, PFPD08, PFPD10, PFPD22, REPD01, REPD02, REPD07, REPD10, REPD11, MQPD03, MQPD08, MQPD09, MQPD14 e MQPD19) de *Colletotrichum* spp., que foram repicados para placas de Petri contendo meio BDA acrescido do antibiótico cloranfenicol (250 mg.L<sup>-1</sup>) e incubadas a ± 26 °C sob luz contínua, por 10 dias.

Frutos de pimenta-de-cheiro (*Capsicum chinense*), pimenta murupi (*C. chinense*), pimentão (*C. annuum*) e pimenta dedo-de-moça (*C. baccatum* var *pendulum*) sadios e na fase inicial de maturação (início da mudança de coloração do fruto), foram adquiridos junto a produtores locais e lavados em água corrente e desinfestados em álcool 70% durante 5 minutos e em hipoclorito de sódio 2% durante 2 minutos, seguido de três lavagens em água destilada esterilizada por 1 minuto. Os frutos foram depositados em recipientes descartáveis de plástico transparente, medindo 24x16x4 cm, forrados com papel de filtro umedecido com água destilada esterilizada.

A inoculação foi feita na parte central do pericarpo de cada fruto, sem ferimento, pela deposição de uma gota de 20 µL de suspensão de inóculo, na concentração de 10<sup>5</sup> conídios.mL<sup>-1</sup>, de cada isolado, utilizando uma pipeta automática.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 20 x 4 (vinte isolados x quatro genótipos de *Capsicum*), com cinco repetições. A testemunha constou de 5 frutos de cada genótipo não inoculados com patógeno e tratados com água destilada esterilizada.

A avaliação da severidade foi realizada em dias alternados entre o segundo e o décimo dia após a inoculação (DAI), de acordo com a escala de descrição de sintomas proposta por MAHASUK et al. (2009a), onde: 1 – fruto não lesionado; 3 – fruto apresentando 1% a 2% da superfície com lesão necrótica ou lesão aquosa em torno do local da infecção; 4 – fruto apresentando 2% a 5% da superfície com lesão necrótica e presença de acérvulo, ou até 5 % com lesão aquosa; 6 – fruto apresentando 5% a 15 % da superfície com lesão necrótica e presença de acérvulo, ou até 15 % com lesão aquosa; 8 – fruto apresentando 15% a 25 % da superfície com lesão necrótica e presença de acérvulo; 10 – fruto apresentando mais de 25 % da superfície com lesão necrótica e presença de acérvulo.

Foi calculado o índice infecção de McKinney (McKINNEY, 1923), com base na severidade da doença, classificado em níveis de infecção, sendo: Baixa (BI)  $0 < SEV \leq 5$ ; Média (MI)  $5 < SEV \leq 15$ ; Alta (AI)  $15 < SEV \leq 25$ ; Muito Alta (MAI)  $SEV > 25$ . O diâmetro médio da lesão nos frutos foi avaliado, por meio da medição diária do comprimento e largura até o décimo dia após a inoculação. Foi quantificada a incidência, definida pela presença e/ou ausência de sintomas nos frutos, através de análises visuais. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade utilizando o programa ASSISTAT 7.7 Beta (SILVA, 2009).

## Resultados e Discussão

### Caracterização morfofocultural

Foi observada a predominância de micélio aéreo moderadamente abundante, em 77,5% dos isolados. Micélio aéreo abundante ocorreu em 12,5% dos isolados e aéreo reduzido em 10% (Tabela 1). Para 87,5% dos isolados a cor do micélio foi cinza com reverso variando entre cor branca, cinza, preta, marrom escura e laranja, enquanto os demais isolados produziram colônias com micélio branco e reverso variando entre branco e laranja.

O crescimento micelial foi significativamente maior para o isolado de Manaquiri-AM MQPD03, com ICM de  $19,29 \text{ mm.dia}^{-1}$  (Tabela 1). O isolado MQPD06 apresentou o menor ICM, com  $12,77 \text{ mm.dia}^{-1}$ . Não houve relação entre a procedência dos isolados e as características das colônias avaliadas, havendo variação nos caracteres entre indivíduos coletados na mesma localidade.

A variabilidade na coloração, topografia e no crescimento micelial das colônias de *Colletotrichum* também foi verificada por BONETT et al. (2010) e TOZZE JR. et al. (2006). Variações apresentadas pelas colônias do patógeno podem ser atribuídas ao genótipo de cada isolado, cuja expressão fenotípica está associada ao ambiente de cultivo, assim como a biossíntese de metabólitos secundários (BAILEY e JERGER, 1992, p.7)

Os isolados apresentaram conídios retos, hialinos, unicelulares, oblongos e com ápices arredondados. O comprimento médio dos conídios variou de 9,0 a 15,4  $\mu\text{m}$ , e a largura de 2,9 a 5,0  $\mu\text{m}$ . A relação comprimento largura variou entre 2,6 a 4,0  $\mu\text{m}$  (Tabela 1).

A morfometria dos apressórios revelou que 85% dos isolados apresentaram o formato arredondado. O formato levemente lobado foi observado em 50% dos isolados e o lobado foi observado em 15% dos isolados (Tabela 2).

O comprimento médio dos apressórios variou de 7,3 a 14,6  $\mu\text{m}$  e a largura média variou de 5,2 a 8,8 (Tabela 2). Foi observado que um mesmo isolado é capaz de apresentar tipos morfológicos distintos de apressórios.

A variabilidade na morfometria de conídios e apressórios de *Colletotrichum* é bem documentada, sendo um mesmo isolado capaz de apresentar tipos morfológicos distintos, o que dificulta a delimitação precisa entre espécies (TOZZE JR. et al., 2015).

Cinco isolados não produziram apressórios. Considerando que os isolados foram mantidos por repicagem periódicas, é possível que estes isolados tenham perdido a capacidade de formar apressórios em função deste método de preservação, que favorece a perda de características selvagens. As repicagens periódicas tendem a induzir o patógeno ao hábito saprofítico, à alteração

de sua morfologia, à diminuição ou perda de sua capacidade de esporular, à diminuição de sua agressividade e à perda de patogenicidade.

**Tabela 1.** Características morfológicas e culturais de colônias e conídios de isolados de *Colletotrichum* spp. obtidos de frutos de pimenta-de-cheiro coletados no Estado do Amazonas.

Isolados	Coloração da colônia		ICM <sup>1</sup> (mm)	Dimensões dos conídios (µm)		
	Verso	Reverso		Comprimento <sup>2</sup>	Largura <sup>2</sup>	Relação C/L <sup>3</sup>
IRPD03	cinza	laranja	18,37* ab	12,6 e (7,9-16,8)	3,3 g (2,1-4,3)	3,7 a (2,2-5,7)
IRPD04	cinza clara	laranja	16,55 abcde	14,9 a (10,9-18,7)	3,8 d (3,1-5,1)	3,9 a (3,0-5,0)
IRPD05	cinza escura	preta	16,98 abcde	12,0 e (9,4-15,7)	3,4 f (2,4-4,4)	3,5 b (2,7-5,2)
IRPD06	cinza clara	laranja	17,69 abc	14,2 b (10,3-26,7)	3,6 e (2,7-4,8)	3,8 a (2,6-6,7)
IRPD08	cinza clara	laranja	15,78 abcde	14,1 c (9,9-20,8)	3,8 d (2,9-4,6)	3,7 b (2,3-5,3)
IRPD09	cinza clara	laranja	16,91 abcde	13,5 d (10,6-23,6)	3,3 g (2,9-4,0)	4,0 a (2,7-5,9)
IRPD10	cinza clara	laranja	15,01 abcde	15,1 a (10,1-24,0)	3,9 d (2,9-4,9)	3,9 a (2,3-8,2)
IRPD18	cinza escura	laranja	15,85 abcde	13,6 c (11,0-15,9)	3,8 d (2,8-9,9)	3,7 b (1,3-5,0)
IRPD22	cinza	cinza	19,07 ab	13,1 d (10,5-16,2)	3,4 f (2,7-4,1)	3,8 a (3,0-4,6)
IRPD30	branca	branca	13,73 cde	14,2 b (10,9-16,8)	5,0 b (4,2-5,7)	2,8 a (2,1-3,5)
MQPD03	cinza	laranja	19,29 a	12,5 e (8,7-21,3)	3,4 f (2,3-4,7)	3,6 b (2,4-5,0)
MQPD06	cinza escura	preta	12,77 e	15,4 a (12,2-18,5)	4,7 c (3,1-8,0)	3,2 d (1,8-4,7)
MQPD07	cinza	laranja	17,43 abcd	12,9 e (7,9-14,9)	3,3 g (2,3-3,9)	3,9 a (2,7-5,5)
MQPD08	cinza clara	laranja	17,98 abc	13,2 d (8,4-16,3)	3,7 e (2,7-5,1)	3,6 b (2,2-5,4)
MQPD09	cinza clara	laranja	15,42 abcde	13,4 d (8,9-22,0)	3,8 d (3,0-5,1)	3,5 b (2,3-5,8)
MQPD10	cinza	laranja	16,98 abcde	12,7 e (9,5-16,9)	3,4 f (2,6-4,6)	3,6 b (2,8-4,7)
MQPD11	cinza clara	laranja	17,53 abcd	13,7 c (9,6-21,2)	3,4 f (2,6-4,3)	4,0 a (2,9-5,3)
MQPD14	cinza	laranja	14,66 bcde	14,1 c (6,8-21,6)	3,6 e (2,8-4,4)	3,9 a (2,4-5,9)
MQPD19	cinza	laranja	15,67 abcde	13,9 c (8,7-24,4)	3,8 d (2,9-4,3)	3,7 b (2,1-5,6)
MQPD25	cinza escura	cinza escura	15,92 abcde	14,1 c (11,7-18,9)	3,7 e (2,9-4,4)	3,8 a (2,6-5,1)
PFPD01	cinza	laranja	17,43 abcd	13,8 c (11,3-19,8)	3,7 e (2,2-5,6)	3,8 a (2,6-6,1)
PFPD03	cinza	laranja	16,38 abcde	10,9 f (6,5-15,5)	3,2 g (2,4-4,0)	3,4 c (2,2-4,5)
PFPD04	cinza clara	cinza	18,22 abc	13,5 d (8,0-24,9)	3,8 d (3,0-4,6)	3,6 b (2,2-7,0)
PFPD05	cinza escura	laranja	17,23 abcde	14,4 b (9,9-22,1)	3,7 e (2,3-4,7)	3,9 a (2,2-5,1)
PFPD08	cinza	laranja	17,47 abcd	14,4 b (10,1-28,4)	3,6 e (3,0-4,5)	3,9 a (2,7-7,0)
PFPD10	cinza clara	cinza clara	14,95 abcde	14,0 c (10,4-17,8)	3,6 e (2,7-4,6)	3,9 a (2,8-5,0)
PFPD11	cinza escura	cinza clara	18,20 abc	9,0 g (3,7-13,6)	2,9 i (1,9-4,5)	3,2 d (1,3-4,8)
PFPD16	cinza clara	preta	18,53 ab	13,7 c (10,6-21,2)	3,6 e (2,9-4,1)	3,8 a (2,6-5,3)
PFPD18	cinza	laranja	18,23 abc	11,8 e (8,7-14,5)	3,1 h (2,3-6,6)	3,8 a (2,0-5,0)
PFPD22	cinza clara	laranja	14,68 bcde	14,0 c (9,5-21,3)	3,9 d (2,9-5,2)	3,6 b (2,5-6,1)
REPD01	cinza clara	laranja	19,05 ab	13,0 d (10,8-17,3)	3,6 e (2,4-4,9)	3,7 b (2,8-4,5)
REPD02	cinza escura	preta	12,77 e	13,9 c (8,5-26,2)	3,7 e (2,3-5,2)	3,8 a (2,3-6,1)
REPD07	cinza	laranja	17,43 abcd	13,1 d (8,7-17,0)	3,6 e (3,0-4,2)	3,7 b (2,3-4,7)
REPD08	cinza clara	laranja	17,98 abc	15,2 a (11,5-19,6)	5,1 b (3,6-6,5)	3,1 d (1,9-4,9)
REPD09	cinza clara	laranja	15,42 abcde	14,5 b (10,1-22,0)	3,7 e (2,9-4,9)	3,9 a (2,4-5,8)
REPD10	cinza	laranja	16,98 abcde	13,8 c (10,3-16,7)	3,6 e (3,0-6,2)	3,9 a (2,3-5,2)
REPD11	cinza clara	laranja	17,53 abcd	12,4 e (8,6-15,1)	3,6 e (2,8-4,3)	3,4 c (2,0-4,4)
REPD12	cinza	laranja	14,66 bcde	13,8 c (8,5-17,6)	3,9 d (3,2-5,5)	3,6 b (2,1-4,6)
REPD14	cinza	laranja	15,67 abcde	14,4 b (11,9-17,8)	5,5 a (4,5-7,1)	2,6 e (1,9-3,3)
REPD15	cinza escura	cinza escura	15,92 abcde	13,1 d (3,8-17,3)	3,8 d (3,4-4,8)	3,5 b (1,0-5,0)
	C.V% <sup>4</sup>		9,75	15,40	11,84	16,72

<sup>1</sup>Índice de crescimento micelial (ICM), ao longo de 10 dias, dos isolados de *Colletotrichum* spp.

<sup>2</sup>Média de 50 conídios produzidos em BDA, aos 10 dias de cultivo a  $\pm 26$  °C sob luz contínua.

<sup>3</sup>Média de 50 valores da relação C/L, calculado pela divisão do comprimento pela largura de conídio de cada isolado.



<sup>4</sup>Coefficiente de Variação (C.V.%).

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Característica morfológica de apressórios de isolados de *Colletotrichum* spp. obtidos de frutos de pimenta-de-cheiro coletados no Estado do Amazonas.

Isolados	Formato <sup>1</sup> (%)			Dimensões dos apressórios (µm)		
	Lobado	Lev. lobado	Arredondado	Comprimento <sup>2</sup>	Largura <sup>2</sup>	Relação C/L <sup>3</sup>
IRPD03	0	0	100	8,2* f (5,9-9,7)	6,1 f (5,1-7,1)	1,3 d (1,0-1,7)
IRPD04	0	0	100	7,7 g (5,3-12,2)	6,0 f (4,5-8,7)	1,2 e (0,9-2,3)
IRPD05	2	34	64	7,5 g (5,3-11,1)	5,5 g (3,9-7,3)	1,3 d (0,9-2,1)
IRPD06	0	10	90	9,9 d (6,9-17,5)	6,9 d (5,4-9,5)	1,4 c (1,0-3,1)
IRPD08	0	0	100	7,8 g (5,4-9,7)	5,8 f (4,6-7,3)	1,3 d (1,1-1,7)
IRPD09	2	14	84	10,8 c (4,3-15,6)	7,2 d (4,0-11,6)	1,5 c (0,8-2,3)
IRPD10	0	2	98	8,6 e (6,4-11,1)	6,1 f (5,1-7,2)	1,4 c (1,0-1,8)
IRPD18	0	0	100	7,4 g (5,2-9,1)	5,9 f (2,9-8,5)	1,2 e (1,0-1,7)
IRPD22	0	4	96	8,8 e (5,0-13,4)	6,2 e (3,7-8,3)	1,4 c (0,9-2,4)
IRPD30	0	2	98	8,2 f (6,1-10,5)	6,0 f (4,8-8,0)	1,3 d (1,0-1,8)
MQPD03	0	0	100	8,1 f (5,9-11,7)	6,5 e (4,9-11,3)	1,2 e (0,9-1,7)
MQPD06	30	70	0	14,6 a (6,5-35,2)	8,8 a (5,6-15,2)	1,7 a (0,4-4,3)
MQPD07		Nfa <sup>4</sup>			Nfa	
MQPD08	0	8	92	9,1 e (5,9-12,3)	6,7 e (4,6-8,7)	1,3 d (1,0-2,1)
MQPD09	0	4	96	9,1 e (5,5-12,6)	6,5 e (4,5-8,5)	1,4 c (0,9-2,1)
MQPD10	0	2	98	7,6 g (6,0-9,5)	6,1 f (4,2-9,8)	1,2 e (0,8-1,7)
MQPD11		Nfa			Nfa	
MQPD14	0	2	98	8,4 f (6,4-12,1)	6,3 e (4,6-7,4)	1,3 d (0,9-1,9)
MQPD19	0	0	100	8,8 e (6,0-11,1)	6,5 e (4,3-8,5)	1,3 d (0,9-2,0)
MQPD25	0	0	100	7,8 g (4,3-11,5)	6,7 e (4,1-8,2)	1,1 f (0,9-1,6)
PFPD01		Nfa			Nfa	
PFPD03	0	0	100	7,6 g (9,9-5,8)	5,7 g (7,0-4,7)	1,3 d (1,7-1,0)
PFPD04		Nfa			Nfa	
PFPD05	0	6	94	10,4 c (18,8-6,7)	7,5 c (12,2-5,0)	1,4 c (3,0-0,9)
PFPD08	0	2	98	8,9 e (16,8-6,1)	6,2 e (9,9-4,6)	1,4 c (2,3-0,9)
PFPD10	0	2	98	7,6 g (10,5-5,2)	5,5 g (6,8-2,2)	1,4 c (3,9-0,8)
PFPD11	0	0	100	8,0 f (11,9-6,3)	6,5 e (8,4-4,6)	1,2 e (1,6-1,0)
PFPD16	0	0	100	8,7 e (11,8-6,6)	6,5 e (8,7-5,2)	1,3 d (1,8-1,0)
PFPD18	0	4	96	9,8 d (13,6-7,1)	6,7 e (8,8-4,6)	1,4 c (2,3-1,0)
PFPD22	0	0	100	7,6 g (9,7-6,1)	5,7 g (6,8-4,6)	1,3 d (1,8-1,0)
REPD01	0	0	100	7,3 g (11,6-5,1)	5,2 g (7,0-4,1)	1,4 c (2,0-0,9)
REPD02	2	64	34	9,1 e (11,9-7,0)	8,0 b (12,5-5,8)	1,1 f (1,5-0,8)
REPD07	0	6	94	8,1 f (10,9-5,4)	5,6 g (6,8-4,6)	1,4 c (2,0-0,8)
REPD08	6	4	90	9,8 d (14,4-6,1)	7,6 c (14,6-4,7)	1,3 d (2,3-0,7)
REPD09	0	0	100	9,4 d (16,0-6,1)	7,0 d (10,1-5,1)	1,3 d (2,0-0,8)
REPD10	0	0	100	7,8 g (10,1-5,9)	5,8 f (7,3-4,4)	1,3 d (1,7-1,0)
REPD11	0	2	98	8,7 e (11,8-6,6)	6,1 f (8,3-4,2)	1,4 c (1,7-1,1)
REPD12		Nfa			Nfa	
REPD14	18	36	46	12,0 b (17,8-7,0)	7,8 c (10,3-4,4)	1,6 b (2,7-0,7)
REPD15	0	0	100	9,7 d (15,4-5,1)	6,7 e (8,8-4,6)	1,4 c (2,3-1,0)
			C.V% <sup>5</sup>	18,56	15,72	18,77

<sup>1</sup>Distribuição da frequência de formatos de apressórios.

<sup>2</sup>Média de 50 apressórios produzidos pelo método de microcultura, aos 10 dias de cultivo a  $\pm 26$  °C sob luz contínua.

<sup>3</sup>Média de 50 valores da relação C/L, calculado pela divisão do comprimento pela largura de apressório de cada isolado.

<sup>4</sup>Não formou apressórios (Nfa).

<sup>5</sup>Coefficiente de variação (C.V.%).

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

## Caracterização molecular

O número de bandas amplificadas por oligonucleotídeos arbitrários foi de 17 para o GACA<sub>4</sub> e 18 para o GTG<sub>5</sub>. O oligonucleotídeo arbitrário M13 não amplificou bandas. Foram analisados 35 fragmentos polimórficos, de peso molecular variando entre 150 a 1500pb.

O oligonucleotídeo arbitrário GACA<sub>4</sub> gerou o menor número de bandas polimórficas, formando três grupos. O primeiro agrupamento compreendeu 70,58% dos isolados com mesmo perfil de bandas e foi formado por 24 dos 34 isolados avaliados (REPD01, REPD10, REPD07, IRPD03, IRPD04, IRPD05, IRPD06, IRPD08, IRPD09, IRPD10, IRPD18, IRPD22, IRPD28, IRPD30, PFPD03, PFPD04, PFPD08, PFPD10, PFPD16, PFPD18, PFPD22, MQPD03, MQPD14 e MQPD19). O segundo agrupamento foi formado por 23,52% dos isolados (REPD11, REPD12, MQPD06, MQPD08, MQPD09, MQPD11, MQPD10 e MQPD25). Os isolados REPD02 e REPD09 formaram um terceiro agrupamento.

O oligonucleotídeo arbitrário GTG<sub>5</sub> propiciou o maior número de bandas polimórficas e dividiu os isolados em quatro grupos distintos, sendo o grupo I formado por 61,76% dos isolados (PFPD08, PFPD10, PFPD03, PFPD04, PFPD16, PFPD22, PFPD18, IRPD03, IRPD04, IRPD05, IRPD06, IRPD08, IRPD09, IRPD10, IRPD18, IRPD22, MQPD03, MQPD14, MQPD19, REPD07 e REPD09). O grupo II foi formado por 17,64% dos isolados (REPD01, REPD02, REPD10, REPD11, REPD12 e MQPD06). Cinco isolados procedentes de Manaquiri (MQPD08, MQPD09, MQPD11, MQPD10 e MQPD25) formaram o grupo III e dois isolados de Iranduba (IRPD30 e IRPD28) o grupo IV.

A análise de agrupamento, com base no dendograma produzido (Figura 1), revelou a existência de sete grupos (I, II, III, IV, V, VI e VII). O grupo I foi formado pelo isolado REPD02 e o grupo II pelo isolado REPD09, ambos procedentes de Itacoatiara. O grupo III foi formado por três isolados de Iranduba (IRPD03, IRPD18 e IRPD05). Um isolado de Manaquiri (MQPD14) formou o grupo IV. O grupo V foi formado por sete isolados (IRPD30, IRPD28, IRPD09, MQPD03, MQPD19, PFPD04 e PFPD03). O grupo VI apresentou dois subgrupos: A (IRPD22, IRPD06, IRPD10, PFPD22, PFPD10, PFPD18, PFPD08 e PFPD16) e B (MQPD06, MQPD08, MQPD11, MQPD10, MQPD09 e MQPD25). O grupo VII também apresentou dois subgrupos. Sendo no A inseridos três isolados (IRPD08, IRPD04 e REPD07) e quatro isolados no subgrupo B (REPD11, REPD12, REPD01 e REPD10).

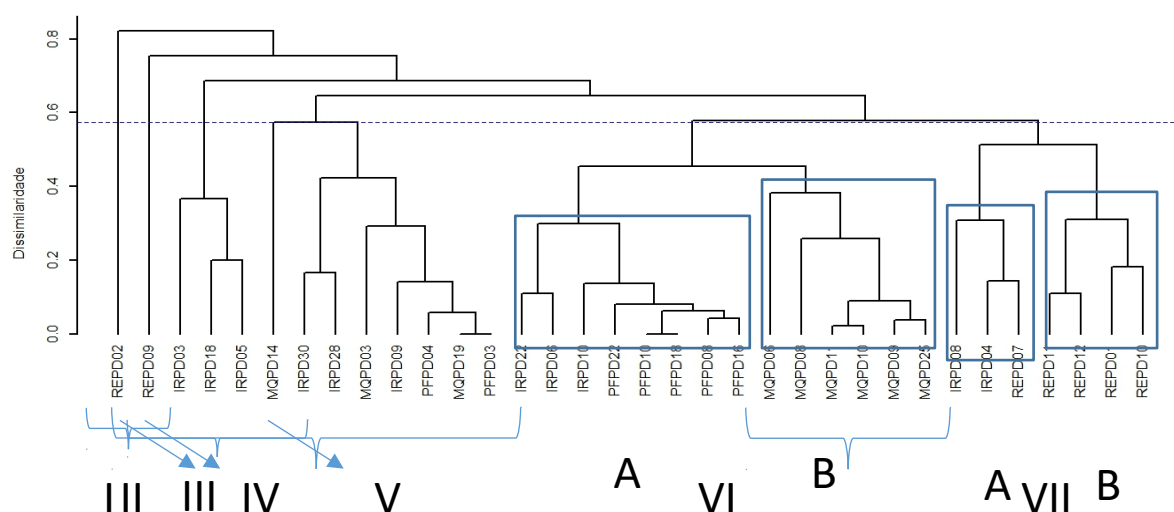
Estes resultados apontam para a possibilidade de existir um complexo de espécies associadas à antracnose em pimenta-de-cheiro no Amazonas, concordando com os estudos de SILVA et al. (2017) onde, com base no sequenciamento e análise multilocus de regiões parciais dos genes ACT, CAL, GAPDH,  $\beta$ -TUB e ITS rDNA, identificou cinco espécies de *Colletotrichum* (*C. scovillei*, *C. truncatum*, *C. brevisporum*, *C. siamense*, *C. tropicale*) associadas à lesões de antracnose em frutos de *Capsicum* spp. no Nordeste do Brasil.

A análise da genotipagem dos isolados de *Colletotrichum* spp., obtidos de pimenta-de-cheiro, pela técnica Ap-PCR permitiu evidenciar grande variabilidade genética, assim como já

reportado por outros autores em estudos de diversidade genética de *Colletotrichum* em hospedeiros distintos (ANDERSON et al., 2013; SHARMA e KULSHRESTHA, 2015; TOZZE JR. et al., 2015).

Nos isolados provenientes de Iranduba foi observado maior variabilidade, demonstrado pela presença dos isolados em diferentes dos grupos e com maiores distâncias genética. Este resultado pode ser devido à maior quantidade de isolados analisados desta procedência, evidenciando maior número de *loci* polimórficos ou ainda pela ocorrência de fluxo gênico. SANTOS et al. (2015), estudaram a diversidade genotípica e patogênica de *C. musae*, observaram que os índices de diversidade genotípica indicaram a ocorrência de fluxo gênico, provavelmente, devido ao fungo ser transportado via material de propagação e não haver fiscalização sanitária entre regiões.

Os isolados de Presidente Figueiredo apresentaram menor variabilidade. A variabilidade genética observada entre os isolados pode ser decorrente ainda de diversos mecanismos geradores de variabilidade em fungos mitospóricos, como mutação e recombinação parassexual que podem ocorrer em condições naturais (1).



**Figura 1.** Dendrograma gerado pela análise de agrupamento UPGMA. A linha pontilhada representa o nível de fusão entre os grupos, estimada pelo método MOJEMA (1997). A escala à esquerda informa o valor de dissimilaridade. Os números romanos indicam os grupos formados e as letras maiúsculas os subgrupos.

### Caracterização patogênica

Isolados do fungo apresentaram comportamento diferenciado em função da hospedeira inoculada. Sintomas típicos de antracnose foram observados aos três dias após a inoculação. Inicialmente foram observados pequenos pontos de coloração marrom, evoluindo para manchas pretas, com halo de tecido aquoso, diferente da coloração observada no restante do tecido sintomático. Posteriormente, as lesões apresentaram pequenas pontuações (acérvulos) com a presença de massas de esporos de coloração alaranjada.

Em frutos de pimenta-de-cheiro a incidência da doença foi de 55 a 95%, severidade variando de 22 a 39,60%. O diâmetro médio de lesões ficou na faixa de 7,30 a 25,48 mm, e o nível de

infecção variou entre alta e muita alta. Nos frutos de pimenta murupi apenas os isolados IRPD03, PFPD22, REPD07, MQPD03 e MQPD08 foram patogênicos e apresentaram incidência de 20%, com severidade entre 6 a 16,60%, diâmetro médio de lesões variando de 0,50 a 1,32 mm e níveis de infecção variando entre baixa, média e alta (Tabela 3).

Nos frutos de pimentão, dois isolados (IRPD03 e REPD01) não foram patogênicos. Os demais isolados apresentaram incidência variando de 85 a 100%, com severidade na faixa de 22,40 a 42,40%, diâmetro médio de lesões variando de 9,79 a 40,22 mm, os isolados foram classificados nos níveis de infecção baixa, alta e muito alta. Os isolados PFPD08, REPD01, REPD02, REPD10 e REPD11 não foram patogênicos quando inoculados em frutos de pimenta dedo-de-moça. Os demais isolados apresentaram incidência variando de 80 a 90%, severidade variando de 22,80 a 32%, diâmetro médio de lesões entre 3,48 a 10,48 mm e níveis de infecção variando de baixa, alta e muito alta (Tabela 3).

Essas variações no diâmetro médio de lesões, severidade e incidência são explicadas por FREEMAN et al. (1998) ao relatarem a ocorrência de alto grau de variabilidade genética do *C. gloeosporioides* o que determina diferenças comportamentais quanto a agressividade.

O isolado REPD01 só foi patogênico quando inoculado no seu hospedeiro de origem, não sendo capaz de infectar outros frutos, corroborando com os estudos de BONETT et al. (2010), os quais confirmaram o potencial de infecção cruzada de alguns isolados de *C. gloeosporioides* e identificaram a presença de hospedeiros específicos.

Fatores intrínsecos às espécies de *Capsicum* como: estágio de maturação e a presença de genes que conferem resistência à antracnose, podem ter colaborado para a grande variabilidade encontrada. Reações diferenciais influenciadas pelo estágio de desenvolvimento dos frutos de *Capsicum* spp. inoculados com diferentes espécies de *Colletotrichum* foi observado por SILVA et al. (2014). Estudo realizado por MAHASUK et al. (2009b), mostraram que genes de resistência distintos controlam a resistência à antracnose em frutos imaturos e maduros de *Capsicum*.

**Tabela 3.** Severidade (%), incidência (%), diâmetro médio de lesões (mm) e níveis de infecção dos isolados de *Colletotrichum* spp. inoculados em quatro genótipos de *Capsicum*.

Isolados	Hospedeiras															
	Pimenta-de-cheiro				Murupi				Pimentão				Dedo-de-moça			
	SEV <sup>1</sup>	INC <sup>2</sup>	DML <sup>3</sup>	NI <sup>4</sup>	SEV	INC	DML	NI	SEV	INC	DML	NI	SEV	INC	DML	NI
IRPD03	32,40 a <sup>1</sup>	90,00 a	25,20 a	MA	15,60 a	20,00 a	0,65 a	A	0,00 c	0,00 b	0,00 m	B	23,60 a	80,00 a	3,52 f	A
IRPD04	26,00 b	95,00 a	7,40 l	MA	0,00 a	0,00 b	0,00 b	B	37,20 a	95,00 a	31,26 d	MA	29,60 a	85,00 a	5,86 e	MA
IRPD06	22,00 b	85,00 a	7,30 l	A	0,00 a	0,00 b	0,00 b	B	28,40 b	90,00 a	11,04 j	MA	23,60 a	85,00 a	3,48 f	A
IRPD10	29,20 a	90,00 a	8,44 j	MA	0,00 a	0,00 b	0,00 b	B	26,40 b	85,00 a	10,50 j	MA	30,40 a	90,00 a	6,44 d	MA
IRPD18	31,60 a	90,00 a	13,48 f	MA	0,00 a	0,00 b	0,00 b	B	38,80 a	95,00 a	32,26 d	MA	25,60 a	90,00 a	5,68 e	MA
PFPD03	39,60 a	100,00 a	15,96 e	MA	0,00 a	0,00 b	0,00 b	B	34,80 a	90,00 a	10,66 j	MA	26,40 a	85,00 a	5,42 e	MA
PFPD04	32,80 a	95,00 a	12,56 g	MA	0,00 a	0,00 b	0,00 b	B	22,40 b	85,00 a	9,72 l	A	25,60 a	80,00 a	6,92 d	MA
PFPD08	24,40 b	90,00 a	11,00 h	A	0,00 a	0,00 b	0,00 b	B	42,00 a	100,00 a	33,12 c	MA	0,00 b	0,00 b	0,00 g	B
PFPD10	35,60 a	100,00 a	25,48 a	MA	0,00 a	0,00 b	0,00 b	B	39,20 a	95,00 a	34,14 c	MA	32,00 a	90,00 a	10,48 a	MA
PFPD22	35,20 a	85,00 a	20,54 c	MA	7,60 a	20,00 a	1,05 a	M	40,40 a	100,00 a	28,48 e	MA	25,20 a	80,00 a	7,58 c	MA
REPD01	29,60 a	85,00 a	12,72 g	MA	0,00 a	0,00 b	0,00 b	B	0,00 c	0,00 b	0,00 m	B	0,00 b	0,00 b	0,00 g	B
REPD02	26,80 b	80,00 a	9,54 i	MA	0,00 a	0,00 b	0,00 b	B	30,40 b	90,00 a	15,42 i	MA	0,00 b	0,00 b	0,00 g	B
REPD07	32,00 a	75,00 a	13,58 f	MA	7,60 a	0,00 b	0,00 b	M	41,60 a	95,00 a	25,48 f	MA	26,40 a	0,00 b	0,00 g	MA
REPD10	24,00 b	90,00 a	12,54 g	A	0,00 a	20,00 a	1,32 a	B	32,00 a	100,00 a	40,22 a	MA	0,00 b	80,00 a	7,58 c	B
REPD11	30,00 a	65,00 a	11,60 g	MA	0,00 a	0,00 b	0,00 b	B	35,20 a	90,00 a	21,06 h	MA	0,00 b	0,00 b	0,00 g	B
MQPD03	22,00 b	90,00 a	10,50 h	A	7,20 a	20,00 a	0,50 a	M	30,00 b	90,00 a	23,76 g	MA	25,20 a	90,00 a	8,70 b	MA
MQPD08	22,00 b	75,00 a	7,44 l	A	6,00 a	20,00 a	0,94 a	M	22,40 b	85,00 a	9,70 l	A	24,80 a	85,00 a	7,54 c	A
MQPD09	38,80 a	75,00 a	22,46 b	MA	0,00 a	0,00 b	0,00 b	B	42,40 a	100,00 a	37,24 b	MA	25,20 a	80,00 a	6,40 d	MA
MQPD14	28,40 b	65,00 a	15,96 e	MA	0,00 a	0,00 b	0,00 b	B	38,80 a	95,00 a	25,16 f	MA	22,80 a	85,00 a	5,42 e	A
MQPD19	30,80 a	85,00 a	18,42 d	MA	0,00 a	0,00 b	0,00 b	B	34,80 a	85,00 a	32,32 d	MA	26,00 a	85,00 a	5,76 e	MA

<sup>1</sup>SEV = Severidade; <sup>2</sup>INC = Incidência; <sup>3</sup>DML = Diâmetro médio de lesões; <sup>4</sup>NI = Níveis de Infecção: Baixa (B) 0 <SEV ≤ 5; Média (M) 5 <SEV ≤ 15; Alta (A) 15 <SEV ≤ 25; Muito Alta (MA) SEV > 25.

\*Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de significância.

## Conclusão

Os resultados da caracterização morfofocultural, patogênica e molecular, utilizando os *primers* arbitrários GACA<sub>4</sub> e GTG<sub>5</sub>, revelaram a existência de uma ampla diversidade fenotípica, patogênica e genética dentro e entre os isolados, indicando a existência de um complexo de espécies de *Colletotrichum* associados à antracnose da pimenta-de-cheiro no Estado do Amazonas, o que dificulta a identificação morfológica do agente etiológico e a adoção ou desenvolvimento de medidas de controle de natureza química, cultural e genética.

## Agradecimento

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo auxílio financeiro que possibilitou a realização desta pesquisa.

## Referências bibliográficas

PINHO, D.B.; MACHADO, A.R.; FIRMINO, A.L. Princípios e métodos para identificação molecular de fungos. In: Alfenas, AC, Mafia, RG. (Eds). **Métodos em Fitopatologia**. 2 ed., UFV, Viçosa-MG. 2016, pp.389-422.

ALMEIDA, L.B de, **Diversidade e identificação molecular de isolados de *Colletotrichum* associados ao gênero *Capsicum* no Amazonas**. 2015. 55f. Dissertação (Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus.

ALMEIDA, L.B.; MATOS, K.S.; ASSIS, L.A.G; HANADA, R.E. First reproto of anthracnose of *Capsicum chinense* in Brazil cause by *Colletotrichum brevisporum*. **Plant disease**. v. 101, p. 1035, 2017.

ANDERSON, J.M.; AITKEN, E.A.B.; DANN, E.K.; COATES, L.M. Morphological and molecular diversity of *Colletotrichum* spp. causing pepper spot and anthracnose of lychee (*Litchi chinensis*) in Australia. **Plant Pathology**, v.62, p.279-288, 2013.

BAILEY, J.A.; JEGER, J.M. ***Colletotrichum: Biology, Pathology and Control***. Oxford: British Society for Plant Pathology, 1992. 388p.

BENTES, J.L.S.; COSTA NETO, P.Q. Variabilidade genética de *Colletotrichum guaranicola* usando marcadores AFLP. **Acta Amazônia**, v.41, n.2, p.251-256, 2011.

BONETT, L.P.; ALMEIDA, M.; GONÇALVES, R.G.A.; AQUINO, T.F.; WENZEL, J.B. Caracterização morfofocultural e infecção cruzada de *Colletotrichum gloeosporioides* agente causal da antracnose de frutos e hortaliças em pós-colheita. **Ambiência**, v.6, n.3, p.451-463. 2010.

CASTELLANI, A. Viability of some pathogenic fungi in distilled water. **Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v.42, p.225-226, 1939.

FREEMAN, S.; KATAN, T.; SHABI, E. Characterization of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose diseases of various fruits. **Plant Disease**, v.82, p.596-605, 1998.

GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J.C.R.; BERNI, R.F. A antracnose da pimenta-de-cheiro. **Embrapa Amazônia Ocidental**. Comunicado Técnico nº 104, p.1-3. Manaus, 2014.



MAHASUK, P.; KHUMPENG, N.; WASEE, S.; TAYLOR, P.W.J.; Mongkolporn, O. Inheritance of resistance to anthracnose (*Colletotrichum capsici*) at seedling and fruiting stages in chili pepper (*Capsicum* spp.). **Plant Breeding**, v.128, p.701-706, 2009a.

MAHASUK, P.; TAYLOR, P.W.J.E.O.; Mongkolporn, O. Identification of Two New Genes Conferring Resistance to *Colletotrichum acutatum* in *Capsicum baccatum*. **Phytopathology**, n.99, p.1100-1104, 2009b.

MCKINNEY, H.H. Influence of soil, temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. **Journal of Agricultural Research**, v.26, p.195-217, 1923.

MUNSELL COLOR COMPANY. **Munsell soil color charts**. Baltimore, 1975. 13p.

NEI, M.; LI, W. **Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases**. Proceedings of the National Academy of Sciences, 1979.

PEREIRA, W.V. **Caracterização e identificação molecular de espécies de *Colletotrichum* associadas à antracnose da goiaba no estado de São Paulo**. 2009. 79f. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ. Piracicaba, São Paulo.

RAEDER, U.; BRODA, P. Rapid preparation of DNA from filamentous fungi. **Letters Applied Microbiology**, v.1, p.17-20, 1985.

REIS, A.; BOITEUX, L.S.; HENZ, G.P. Antracnose em hortaliça da família Solanaceae. **Embrapa Hortaliças**. Circular Técnica n° 79, p. 1-9, 2009.

SALGADO, A.P.S.P.; CARDOSO, M.G.; SOUZA, P.E.; SOUZA, J.A.; ABREU, C.M.P.; PINTO, J.E.B.P. Avaliação da atividade fungitóxica de óleos essenciais de folhas de *Eucalyptus* sobre *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea* e *Bipolares sorokiniana*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, p.249-254, 2003.

SANTOS, P.C. DAS M.; LIMA, W.G.; BEZERRA, C.DE S.; MICHEREFF, S.J.; CÂMARA, M.P.S. Diversidade genotípica de *Colletotrichum musae* no Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n.2, p.355-366, 2015.

SHARMA, M.; KULSHRESTHA, S. *Colletotrichum gloeosporioides*: an anthracnose causing pathogen of fruits and vegetables. **Biosciences Biotechnology Research Asia**, v.12, n.2, p.1233-1246, 2015

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

SILVA, S.A.M.; RODRIGUES, R.; GONÇALVES, L.S.A.; SUDRÉ, C.P.; BENTO, C.S.; CARMO, M.G.F.; MEDEIROS, A.M. Resistance in *Capsicum* spp. to anthracnose affected by diferente stages of fruit development during pre-and pos-harvest. **Tropical Plant Pathology**, v.39, n.4, p.335-341, 2014.

SILVA, J.R.A.; CHAVES, T.P.; DA SILVA, A.R.G.; BARBOSA, L.F.; COSTA, J.F.O.; Ramos-Sobrinho, R.; Teixeira, R.R.O.; Silva, S.J.C.; Lima, G.S.A.; Assunção, I. P. Molecular and morpho-cultural characterization of *Colletotrichum* spp. associated with anthracnose on *Capsicum* spp. in northeastern Brazil. **Tropical Plant Pathology**, v.42, p. 315-319, 2017.



SUTTON, B.C. The genus *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. In: Bailey, J. A.; Jeger, M. J. ***Colletotrichum: Biology, Pathology and Control***. Wallingford: Redwood, 1992, 388p.

TORRES-CALZADA, C.; TAPIA-TUSSELL, R.; HIGUERA-CIAPARA, I.; PEREZ-BRITO, D. Morphological, pathological and genetic diversity of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose in papaya (*Carica papaya* L.). ***Plant Pathology***, v.135, p.67-69, 2011.

TOZZE JÚNIOR, H.J.; MELLO, B.A.; MASSOLA JÚNIOR, N.S. Morphological and physiological characterization of *Colletotrichum* sp. isolates from solanaceous crops. ***Summa Phytopathologica***, v.32, n.1, p.71-79, 2006.

TOZZE JÚNIOR, H.J.; FIRMINO, A.C.; FISCHER, I.H.; FURTADO, E.L.; MASSOLA JÚNIOR, N.S. Caracterização de isolados de *Colletotrichum* spp. associados às frutíferas no Estado de São Paulo. ***Summa Phytopathologica***, v.41, n.4, p.270-280, 2015.

Recebido em 17/09/2018

Aceito em 09/10/2018

# Revista Agrária Acadêmica

*Agrarian Academic Journal*

Volume 1 – Número 4 – Nov/Dez (2018)

---

doi: 10.32406/v1n42018/52-63/agrariacad

## **Aclimatização de mudas micropropagadas de genótipos de gérbera**

Acclimatization of different gerbera genotypes micropropagated plants

Tarcisio Rangel do Couto<sup>1\*</sup>, João Sebastião de Paula Araujo<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>- Departamento de Fitotecnia/Instituto de Agronomia/Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais/Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro; BR-465, Km 7, Seropédica-RJ, CEP: 23897-000, Brasil. E-mail: [tarcisiorcouth@yahoo.com.br](mailto:tarcisiorcouth@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>- Departamento de Fitotecnia/Instituto de Agronomia/Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais/Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

---

### **Resumo**

Na indústria global de plantas ornamentais, a gérbera está entre as 10 melhores flores de corte. Para a espécie, comercialmente, a micropropagação é mais importante que a propagação semínifera e a propagação vegetativa natural. Objetivou-se avaliar o crescimento de mudas micropropagadas de genótipos de gérbera na fase de aclimatização. O experimento foi instalado na fase de aclimatização da micropropagação em delineamento em blocos casualizados com sete tratamentos (genótipos de gérbera) e 10 blocos (repetições). Cada parcela constituiu-se por oito mudas. Após 90 dias de aclimatização, verificou-se alta taxa de sobrevivência das mudas e constatou-se que os genótipos 'Igor', GA e GR apresentaram maior crescimento que 'Pacific', 'Igloo', 'Mephisto' e GL nesta fase.

**Palavras-chave:** *Gerbera jamesonii* Bolus ex Hook, micropropagação, crescimento, taxa de sobrevivência.

### **Abstract**

In the global ornamental plant industry, gerbera is among the top 10 cut flowers. This specie, commercially, micropropagation is more important than seminiferous propagation and natural vegetative propagation. Objective of this study was to evaluate the growth of gerbera genotypes micropropagated plants in the acclimatization. The experiment was installed in the acclimatization of micropropagation a randomized block design with seven treatments (gerbera genotypes) and 10 blocks (repetitions). Each parcel consisted of eight seedlings. After 90 days of acclimatization, high survival rate of plants and found that the genotypes 'Igor', GA and GR showed higher growth than 'Pacific', 'Igloo', 'Mephisto' and GL at this stage.

**Keywords:** *Gerbera jamesonii* Bolus ex Hook, micropropagation, growth, survival rate.

---

## Introdução

A Gérbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex Hook F. (Asteraceae)) é uma importante flor de corte tanto no mercado brasileiro quanto no internacional. Tem uma ampla aplicabilidade na indústria de ornamentais como flor de corte e planta em vaso. As flores, devido à sua resistência e a sua longa manutenção, conseguem um bom preço (DENG; BHATTARAI, 2018). Para DAMASCENO et al. (2010), dentre os vários tipos de flores de corte existente, a gérbera destaca-se por ter importância comercial, pois apresenta-se como um produto de alto valor agregado, estando entre as cinco mais importantes do mundo.

A Gérbera é uma planta perene nativa da África do Sul e da Ásia, cultivada em todo o mundo em ampla gama de condições climáticas, sendo principalmente habitante de regiões temperadas e montanhosas. No Brasil, os plantios comerciais são distribuídos nas regiões Sul e Sudeste (BENEMANN et al., 2014). O gênero consiste de cerca de quarenta espécies. Entre as diferentes espécies, *Gerbera jamesonii* é a mais importante. Também existem diferentes híbridos cultivados, resultante do cruzamento entre *Gerbera jamesonii* x *Gerbera viridifolia*, conhecidos como *Gerbera hybrida* (DENG; BHATTARAI, 2018).

A espécie pode ser convenientemente propagada pelos métodos sexual (semente) e assexual (propagação vegetativa), usando a divisão de touceiras ou cortando os rizomas. A propagação por sementes é geralmente indesejável porque leva mais tempo para produzir flores, além das plantas exibem heterozigosidade e desuniformidade. Por outro lado, a principal desvantagem da divisão de touceira ou rizomas é a baixa taxa de propagação e o longo período de tempo necessário para produzir um grande número de plantas para o seu comércio. Como alternativa, a cultura de tecidos vegetais (micropropagação) tem sido proposta como um método confiável para propagação dessa espécie em larga escala (KUMARI et al., 2018).

Muitas novas cultivares estão sendo introduzidas a cada ano. Para popularizar essas cultivares e também para atender a demanda de material de plantio de qualidade de genótipos elite, é necessário desenvolver tecnologia para multiplicação rápida. Isto pode ser conseguido por meio de técnicas de micropropagação. A técnica de cultivo *in vitro* é uma ferramenta mundialmente aplicada para propagação na indústria hortícola e é útil para resolver esse problema (ISLAM et al., 2017).

A cultura de tecidos encontra sua tremenda aplicação, especialmente em culturas ornamentais em áreas de propagação e melhoramento de plantas. A propagação através da micropropagação permite a produção de grande número de plantas dentro de um curto espaço de tempo em espaço limitado. A micropropagação é o procedimento mais bem sucedido para multiplicação rápida e comercial (JUNGHANS; SOUZA, 2013).

De acordo com MURASHIGE et al. (1974) e THORPE (1994), um protocolo completo de micropropagação, pode ser dividido em diferentes fases, de acordo com os procedimentos e objetivos em questão. A última fase é conhecida como aclimatização, que é a transferência do cultivo *in vitro* para condições de casa de vegetação; o objetivo desta fase é assegurar a sobrevivência das plantas sob condição *ex vitro*.

Após a etapa de enraizamento *in vitro* as mudas são aclimatizadas normalmente em ambiente com baixa luminosidade e alta umidade. A aclimatização envolve o transplântio da muda o que, geralmente, é uma fase crítica e que pode ser fator limitante para o processo de

micropropagação de algumas espécies. Vários fatores estão envolvidos na morte ou sobrevivência das mudas durante a aclimatização, tais como o genótipo, estresse hídrico, alteração do metabolismo heterotrófico para autotrófico (anormalidades fisiológicas e estruturais, menor controle da perda de água), infecção por patógenos e o estresse pela alteração na radiação. O ambiente de cultivo *in vitro* pode afetar e conduzir a diferentes atividades enzimáticas, resultando em várias mudanças nos processos metabólicos da planta, afetando significativamente a aclimatização da muda (CHAKRABARTY; DATTA, 2008; ZHANG et al., 2009; XU et al., 2014).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de mudas micropropagadas de diferentes genótipos de gérbera na fase de aclimatização.

## Material e métodos

O experimento de aclimatização, realizado em 2018, entre os meses de janeiro e março foi conduzido em casa de vegetação com cobertura de filme de polietileno de baixa densidade (100 µm), com sombrite<sup>®</sup> sob o filme e fechada nas laterais também com filme de polietileno, no Setor de Horticultura, do Departamento de Fitotecnia, do Instituto de Agronomia, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no município de Seropédica – RJ.

Os genótipos de gérbera utilizados foram oriundos de floricultores da região Serrada do Estado do Rio de Janeiro. Dos sete genótipos obtidos, quatro foram identificadas como as cultivares ‘Pacific’, ‘Igor’, ‘Igloo’ e ‘Mephisto’. Os demais, devido ao desconhecimento dos floricultores, foram identificados pela cor da flor como: “gérbera amarela - GA”, “gérbera rosa” - GR e “gérbera laranja - GL”. Estes genótipos foram cultivados por três anos em casa de vegetação na UFRRJ antes do início da pesquisa de micropropagação.

O experimento foi instalado na fase de aclimatização da micropropagação. Após serem mantidas por 30 dias em meio de cultura de enraizamento *in vitro*, as mudas foram transferidas para bandejas de polipropileno contendo substrato Tropstrato HT<sup>®</sup> e foram mantidas em casa de vegetação sem restrição hídrica, mediante irrigação por nebulização automática controlada por sensores de temperatura e umidade, assim, a irrigação era acionada por 2 minutos sempre que a umidade reduzisse para menos de 70% e o sistema de ventilação era ativado sempre que a temperatura fosse superior a 30 °C.

As mudas foram retiradas dos frascos e lavadas cuidadosamente para remoção dos resíduos de meio de cultivo aderido ao sistema radicular. Foi utilizado bandeja de 68 células com capacidade de 35 mL de substrato por célula. O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados com os sete tratamentos (genótipos de gérbera) e 10 blocos (repetições). Cada parcela constituiu-se por oito mudas. Depois dos primeiros 15 dias, as mudas foram adubadas quinzenalmente com 3 mL do fertilizante mineral misto B&G<sup>®</sup> Rosas (10 mL L<sup>-1</sup>) diluído em água destilada.

Após 90 dias de aclimatização as mudas foram avaliadas quanto a porcentagem de sobrevivência, determinado pela contagem das mudas de cada genótipo que sobreviveram após os 90 dias; número de folhas (NF), número de brotações (NB); a massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), obtida após pesagem em balança analítica. Para obtenção da massa da matéria seca, a parte aérea e as raízes foram separadas, acondicionadas em saco de papel e colocadas em estufa de circulação forçada de ar (EletroLab<sup>®</sup> - modelo EL403/630), onde permaneceram por 72 horas a uma

temperatura de 65 °C. Depois da secagem, a massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) e massa da matéria seca radicular (MSR) foram obtidas após pesagem em balança analítica; a massa da matéria seca total (MST) foi obtida pela soma da MSPA e MSR; o volume de raiz (VR) foi obtido com auxílio de uma proveta com volume inicial de água conhecido. Após a separação da parte aérea, as raízes foram completamente submersas na proveta, sendo considerado seu volume total o deslocamento da água na proveta.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, averiguando-se a normalidade pelo teste de Lilliefors e a homogeneidade pelo teste Shapiro-Wilk. Não havendo restrições e quando verificada a significância, foi aplicado o teste de média de Tukey, adotando-se 5% de probabilidade. Foi utilizado o software Sisvar (FERREIRA, 2014) para as análises estatísticas e o programa Excel 2013 para elaboração dos gráficos.

## Resultados

A porcentagem de sobrevivência das mudas após 90 de aclimatização foi igual ou maior que 86%, sem diferença significativa entre os sete genótipos de gérbera.

Após 90 dias de aclimatização dos genótipos de gérbera, a tabela 1 apresenta o resumo da análise de variância para as variáveis biométricas das mudas.

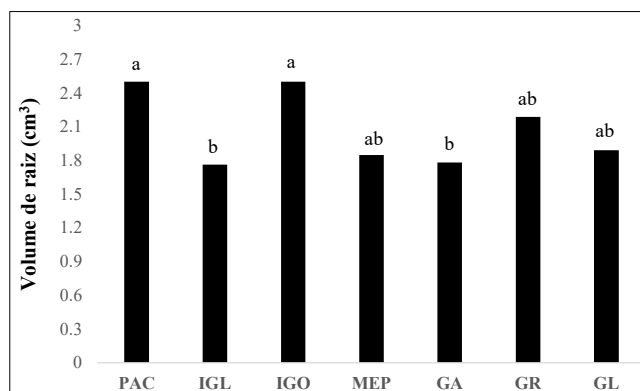
Tabela 1. Resumo da análise de variância para a número de folhas (NF), número de brotações (NB), massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), volume de raiz (VR), massa da matéria seca de raiz (MSR), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) e massa da matéria seca total (MST) dos sete genótipos de gérbera após 90 dias de aclimatização.

FV	GL	Quadrado Médio						
		NF	NB	VR	MFPA	MSPA	MSR	MST
Genótipo	6	0,594663 <sup>ns</sup>	1,175671 <sup>ns</sup>	1,065366*	4,614225*	0,043685*	0,018666 <sup>ns</sup>	0,104287*
Bloco	9	0,641077 <sup>ns</sup>	0,603350 <sup>ns</sup>	0,215414 <sup>ns</sup>	0,528247 <sup>ns</sup>	0,011434 <sup>ns</sup>	0,007459 <sup>ns</sup>	0,029353 <sup>ns</sup>
Erro	54	1,232922	0,518995	0,272859	0,987535	0,017998	0,008341	0,041755
Total	69							
CV (%)		16,87	90,59	25,26	22,09	22,98	29,81	22,95
Média Geral		6,58	0,7952	2,068	4,498	0,5838	0,3063	0,8902

\*Significativo pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ); ns – Não significativo pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). FV – Fontes de Variação.

As variáveis NF e NB não apresentaram significância.

De acordo com a figura 1, observou-se diferenças para a variável VR.

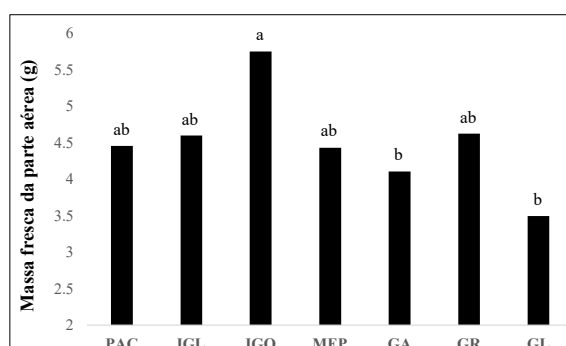


Legenda: PAC-‘Pacific’, IGL-‘Igloo’, IGO-‘Igor’, MEP-‘Mephisto’, GA-gérbera amarela, GR-gérbera rosa, GL-gérbera laranja.

Figura 1. Volume de raiz de mudas de sete genótipos de gérbera após 90 dias de aclimatização.

Os genótipos ‘Pacific’, ‘Igor’, ‘Mephisto’, GR e GL foram estatisticamente iguais para VR.

Para a variável MFPA (Figura 2), observou-se que o genótipo ‘Igor’ foi superior aos genótipos GA e GL e estatisticamente igual ao restante dos genótipos.

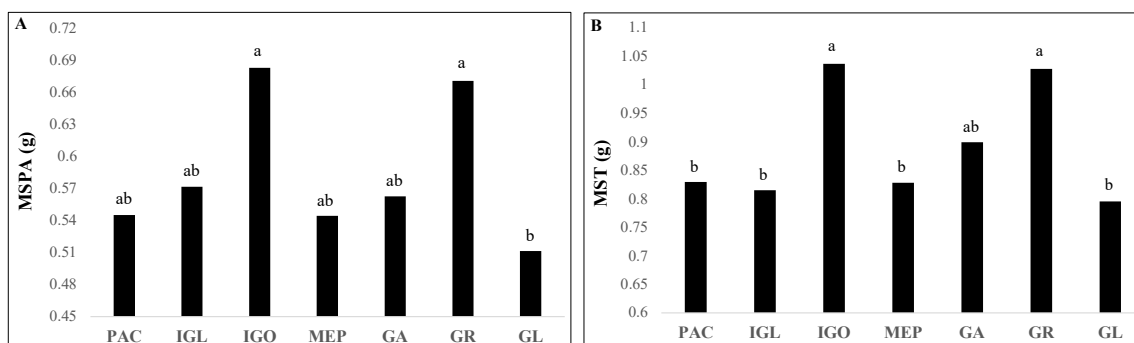


Legenda: PAC-‘Pacific’, IGL-‘Igloo’, IGO-‘Igor’, MEP-‘Mephisto’, GA-gérbera amarela, GR-gérbera rosa, GL-gérbera laranja.

Figura 2. Massa da matéria fresca da parte aérea de mudas de sete genótipos de gérbera após 90 dias de aclimatização.

Para as variáveis MSPA e MST observou-se repostas semelhantes entre os genótipos (Figura 3).





Legenda: PAC-‘Pacific’, IGL-‘Igloo’, IGO-‘Igor’, MEP-‘Mephisto’, GA-gérbera amarela, GR-gérbera rosa, GL-gérbera laranja.

Figura 3. Massa da matéria seca da parte aérea (A) e total (B) de mudas de sete genótipos de gérbera após 90 dias de aclimatização.

A MSPA foi estatisticamente igual na maioria dos genótipos, exceto para GL, que foi inferior ao genótipo ‘Igor’ e GR (Figura 3A). Para MST, observou-se que os genótipos ‘Igor’ e GR acumularam mais biomassa e conseqüentemente tiveram maior crescimento que os genótipos ‘Pacific’, ‘Igloo’, ‘Mephisto’ e GL e foram estatisticamente iguais a GA, aos 90 dias da fase de aclimatização (Figura 3B).

## Discussão

Nas condições deste trabalho, verificou-se que a taxa de sobrevivência das mudas no experimento foi considerada alta (86%). As condições favoráveis e mantidas na casa-de-vegetação (controle da temperatura e umidade) permitiram a manutenção das mudas mesmo durante o período de verão, pois segundo a Köppen e Geiger no município de Seropédica o clima é tropical e classificado como Aw, com temperatura média anual de 25,5 °C e pluviosidade média anual de 1354 mm.

O sistema convencional de aclimatização consiste em transplantar as mudas cultivadas *in vitro* para recipientes em ambiente controlado, mantendo a umidade relativa do ar elevada e a luminosidade reduzida por um curto período de tempo, para que as mudas se adaptem progressivamente às novas condições de crescimento. Após esse período, ocorre uma gradual redução da umidade e um aumento da densidade de fluxo de fótons (CID, 2015).

A perda de vigor e a subsequente morte devido ao dessecamento são dois sérios problemas que ocorrem com mudas transferidas das condições *in vitro* para casa de vegetação, não sendo, no entanto, os principais fatores da baixa sobrevivência de determinadas espécies. A mudança do metabolismo heterotrófico para o autotrófico é outro fator envolvido que deve ser considerado (CARDOSO et al., 2013). As mudas provenientes do cultivo *in vitro* são de pequeno tamanho (menos de 5 cm) quando transplantadas, de modo que necessitam aumentar entre 10 a 20 vezes o seu tamanho durante a aclimatização, antes de serem transferidas ao viveiro. Além disso, as raízes formadas *in vitro* podem não ser funcionais quando transplantadas e, sendo assim, novas raízes têm que se desenvolver e se tornar aptas para absorver água do substrato (MARTINS et al., 2015).

ZHANG et al. (2009) relatam a necessidade da aclimatização das mudas provenientes da micropropagação, pois mudas obtidas *in vitro* são sensíveis e tenras, uma vez que não desenvolvem a cutícula, resultando em alta transpiração, além da parede celular não apresentar rigidez suficiente para a sustentação, as folhas são delgadas, fotossinteticamente inativas, os estômatos não operam eficientemente, causando, assim, estresse hídrico nos primeiros dias após a retirada das mudas dos frascos. Por essas razões, a etapa de transplante é de extrema importância para evitar a desidratação a que as mudas estão submetidas nesse processo. Em condições *in vitro*, os estômatos não são totalmente funcionais, permanecendo abertos a maior parte do tempo devido à elevada umidade dentro dos recipientes. Além disso, a camada de cera que recobre a epiderme é mínima ou inexistente, não constituindo uma proteção eficiente contra a desidratação. Para agravar o quadro, mudas micropropagadas podem ter conexões vasculares deficientes, o que contribui para reduzir o transporte de água no seu interior (ĐURKOVIČ; ČAŇOVÁ; PICHLER, 2009; XU et al., 2014).

A aclimatização é limitante para a maior parte das espécies micropropagadas pela alta taxa de mortalidade. O sucesso da aclimatização depende, em grande parte, da capacidade da planta de passar da condição heterotrófica ou mixotrófica para a autotrófica; dos fatores abióticos, umidade relativa, temperatura, luminosidade, substratos, entre outros; dos fatores bióticos pragas e doenças; e da presença ou capacidade das mudas de produzir novas raízes. O processo de aclimatização auxilia as mudas provenientes do cultivo *in vitro* a atingir a taxa fotossintética adequada da espécie (HAIDER et al., 2012).

Mudas de gérbera sofrem dois níveis de estresse, antes e na fase inicial da aclimatização: o primeiro ocorre *in vitro*, alguns dias após a transferência da brotação para a fase de enraizamento, quando as brotações ainda não tem raízes, e o segundo, quando os brotos enraizados são transferidos para as condições *ex vitro* da casa de vegetação (CARDOSO et al., 2013). Há um aumento na peroxidação lipídica nos primeiros 15 dias de transição de *in vitro* para *ex vitro*, resultando em um aumento no estresse oxidativo da planta, podendo causar sua morte (CHAKRABARTY; DATTA, 2008).

CHAKRABARTY e DATTA (2008) analisaram o papel do estresse oxidativo e a proteção dos sistemas enzimáticos em relação à progressão do processo de aclimatização de mudas de gérbera. Em seus estudos os autores notaram um aumento da peroxidação lipídica e do conteúdo de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> nos estágios iniciais da fase de aclimatização (primeiros 15 dias), em um processo semelhante ao estresse oxidativo. Para diminuir o efeito da transferência do cultivo *in vitro* para condições *ex vitro*, os autores sugeriram que as mudas desenvolveram um sistema antioxidante de proteção enzimática que determina a capacidade de sobreviver ao estresse oxidativo e que a regulação positiva dessas enzimas ajudou a reduzir a acumulação de espécies reativas de oxigênio (ROS) para superar a adversidade inicial e assim puderam sobreviver a fase de aclimatização.

O tempo de aclimatização e o desenvolvimento da muda até o ponto de ir a campo vão depender de uma série de fatores, dos quais o de maior importância é o tipo de cultivar, podendo se estender por até quatro meses para a gérbera. A fase de aclimatização em casa de vegetação sob condições controladas leva aproximadamente dois a três meses, de acordo com a espécie e objetivo, desde que as condições ambientais de luz, temperatura e umidade sejam favoráveis, caso contrário, esses fatores podem prejudicar o crescimento das mudas, retardando o tempo para disponibilizá-las ao produtor. O desenvolvimento inicial costuma ser lento, mas o pegamento das mudas pode não

apresentar problemas e, na maioria das vezes, as taxas de sobrevivência podem chegar a 100% (ISSA et al., 2001).

Como foi relatado, no período estudado (verão) as mudas dos genótipos de gérbera apresentaram alta taxa de sobrevivência. WINARTO e YUFDY (2017) observaram 95% de sobrevivência das mudas na aclimatização da gérbera 'Black Jack'. KUMARI et al. (2018) estabeleceram um protocolo de micropropagação da gérbera 'Partrizia' e obtiveram uma taxa de sobrevivência média de 89,67% durante a aclimatização. Em seu experimento, SINGH et al. (2017) constataram 90% de sobrevivência ao fim fase de aclimatização de mudas de gérbera. GÖK; ŞAN; BAYHAN (2016) apuraram 84% de sobrevivência na aclimatização de mudas da gérbera 'Rosalin'. PARTHASARTHY e NAGARAJU (1999) relataram taxa de sobrevivência (95-100%). ASWATH e CHOUDHARY (2002) observaram 100% de sobrevivência na aclimatização de mudas micropropagadas da gérbera 'AV 101'. SHABANPOUR et al. (2011) relataram 92% de sobrevivência de dois genótipos de gérbera ("laranja" e "rosa").

MODH et al. (2002) relataram que as mudas de gérbera tiveram 100% de sobrevivência na aclimatização quando foram mantidas por sete dias em nebulização constante, e posteriormente a umidade foi gradualmente reduzida ao normal usando coberturas de polietileno até 60 dias e depois transferidas para o canteiro no viveiro. AKTER et al. (2012) também observaram 100% de sobrevivência de mudas de três genótipos de gérbera ("vermelha", "amarela" e "branca") na aclimatização. KUMAR e KANWAR (2006) relataram 60-70% de sucesso na sobrevivência de mudas de gérbera. Em outro estudo, KUMAR e KANWAR (2005) observaram 50-60% de sobrevivência da gérbera 'Diablo'. NGA et al. (2005) verificaram 93,25% de sobrevivência na aclimatização. E, NEGI; KUMAR; DAS (2006) relataram 100% de sobrevivência de mudas de gérbera quando aclimatizadas em cultivo protegido com condições controladas (temperatura de  $26\pm 2$  °C e umidade relativa de 85-90%).

As variáveis biométricas analisadas apresentaram-se com variação quanto sua significância. A variável NF mostrou-se com grande uniformidade entre os genótipos estudados, sem diferença estatística. De acordo com COLOMBO et al. (2017), mudas com maior número de folhas têm maior índice de pegamento no campo, porque as folhas são as estruturas responsáveis pela captação de energia solar e produção de matéria orgânica por meio da fotossíntese.

Embora o NB não tenha apresentado diferença significativa, observou-se variação entre os sete genótipos de gérbera. Na prática, percebeu-se que a mesma foi importante para os genótipos adquirirem maior MFPA, MSPA, MSR e MST, pois a presença das brotações proporcionou aumento dos valores das variáveis citadas.

Com relação a variável VR, apesar de mostrar pequena variação do volume entre os genótipos, observou-se aos 90 dias de aclimatização que as células da bandeja já estavam totalmente preenchidas com as raízes, fato que dificultou a retirada do substrato para análise dessa variável.

É importante utilizar o recipiente adequado nessa fase, pois a restrição do crescimento de raízes provocada pelo volume do mesmo pode promover o desequilíbrio na razão entre raízes e parte aérea, alterando as respostas fisiológicas da planta, e conseqüentemente o desenvolvimento da muda (BONFIM et al., 2007). Tal situação foi constatada por COUTO et al. (2016), que durante a aclimatização de mudas de abacaxizeiro, verificaram uma restrição do crescimento radicular provocado pelo volume da célula da bandeja. Essa restrição causou uma interrupção do crescimento

das mudas, confirmado pelas análises ecofisiológicas, e assim, o período de aclimatização foi reduzido para 75 dias.

De acordo com o ganho de biomassa durante a aclimatização, é importante realizar a análise da MSR para se observar o crescimento das mudas durante essa fase, pois as raízes geradas durante o cultivo *in vitro* não são consideradas funcionais quando transplantadas; portanto, novas raízes deverão ser estabelecidas a partir das primeiras, a fim de garantir a sobrevivência das mudas e posterior desempenho no campo (CALVETE et al., 2000).

BOSA et al. (2003) relataram que as plantas acumulam aproximadamente 90% da matéria seca, ao longo de seu crescimento, por meio da atividade fotossintética e o restante depende da absorção de minerais. A distribuição da massa da matéria seca nas diferentes partes da planta tem sido descrita através das relações entre a massa da matéria seca dessas. COLOMBO et al. (2017) afirmam que uma parte dessas correlações é fixada geneticamente e, dentro desses limites, as condições externas podem ter um efeito modificador. Apesar de estarem no mesmo substrato e recebendo a mesma adubação, os genótipos 'Igor' e GR se destacaram no acúmulo da matéria seca total em relação aos demais (Figura 3A e 3B).

O genótipo de uma planta é um fator importante que influencia a eficácia da aclimatização. LONE et al. (2008) observaram grandes diferenças na porcentagem de sobrevivência e crescimento durante a aclimatização de genótipos de *Dendrobium phalaenopsis* (Orchidaceae), variando de 25% a 94,8%, dependendo do genótipo.

BORGHEZAN et al. (2003), observaram que a avaliação dos diferentes parâmetros morfofisiológicos em porta-enxertos de videira *in vitro* e na aclimatização, demonstra que a variabilidade genotípica se manifesta nessas fases, no crescimento, enraizamento e distribuição da biomassa, proporcionando a superioridade de uns genótipos sobre outros. SOBRINHO et al. (2007), relataram que existe variabilidade para aclimatização entre os genótipos de capim-elefante, com alguns genótipos apresentando maior aquisição de biomassa.

SÁ et al. (2016) também realizaram a aclimatização de genótipos de jenipapeiro utilizando o substrato Tropstrato HT® e relataram alta taxa de sobrevivência na aclimatização e verificaram que alguns genótipos cresceram mais nesta fase. Assim, concluíram que existe relação genótipo-dependente, fazendo com que alguns genótipos de jenipapeiro tenham adquirido mais biomassa, mesmo estando sob mesmas condições que os demais.

A etapa de aclimatização, da mesma forma que quaisquer outras etapas da produção das mudas *in vitro*, apresenta características que lhe são peculiares e que podem influenciar ou não os resultados da utilização de uma nova técnica. Para a gérbera, a utilização da micropropagação em larga escala depende do desenvolvimento e, ou da adequação de técnicas que visem a uma multiplicação e aclimatização mais adequadas, eficientes e de baixo custo (KADAM et al., 2018).

Considerando que a espécie demonstrou facilidade de enraizamento e aclimatização, estudos futuros deverão testar o enraizamento dos brotos sob condições *ex vitro*, diferentes substratos, adubações, recipientes, etc., visando a redução do período de aclimatização, bem como o estudo da análise fisiológica dos genótipos de gérbera, para entender o comportamento de maior crescimento de alguns genótipos nesta fase.

## Conclusões

A aclimatização em casa de vegetação mostrou-se viável no período avaliado, proporcionando alta taxa de sobrevivência das mudas dos sete genótipos de gerbera estudados.

Os genótipos 'Igor' e GR apresentaram maior ganho de biomassa (crescimento) que os genótipos 'Pacific', 'Igloo', 'Mephisto' e GL após 90 dias de aclimatização.

### Agradecimentos

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e ao Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia. À Universidade Federal Fluminense (UFF) e aos floricultores que doaram as gerberas para a realização da pesquisa de doutorado do primeiro autor.

### Referências bibliográficas

AKTER, N.; HOQUE, M.I.; SARKER, R.H. *In vitro* propagation in three varieties of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus.) from flower bud and flower stalk explants. **Plant Tissue Culture & Biotechnology**, v.22, n.2, p.143-15, 2012.

ASWATH, C.; CHOUDHARY, M.L. Mass propagation of gerbera (*Gerbera jamesonii*) through shoot culture. **Indian Journal of Horticulture**, v.59, p.95-99, 2002.

BENEMANN, D.P.; ARGE, L.W.P.; BARROS, W.S.; SEGEREN, M.I.; BIANCHI, V.J.; PETERS, J.A. Estimation of genetic variability of a Gerbera Brazilian collection based on morphological traits and EST-SSR markers. **Australian Journal of Crop Science**, v.8, n.5, p.722-729, 2014.

BOMFIM, G.V.; CARVALHO, A.C.P.P.; BEZERRA, F.C.; AZEVEDO, B.M.; VIANA, T.V.A.; OLIVEIRA, K.M.A.S. Aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro ornamental em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.13, n.2, p.121-128, 2007.

BORGHEZAN, M.; MORAES, L.K.A.; MOREIRA, F.M.; SILVA, A.L. Propagação *in vitro* e avaliação de parâmetros morfofisiológicos de porta-enxertos de videira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.7, p.783-789, 2003.

BOSA, N.; CALVETE, E.O.; KLEIN, V.A.; MARILEI SUZIN. Crescimento de mudas de gipsofila em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.3, p.514-519, 2003.

CALVETE, E.O.; KÄMPF, A.N.; BERGAMASCHI, H.; DAUDT, R.H.S. Avaliação do crescimento de plantas de morangueiro durante a aclimatização *ex vitro*. **Horticultura Brasileira**, v.18, n.3, p.188-192, 2000.

CARDOSO, J.C.; ROSSI, M.L.; ROSALEMC, I.B.; SILVA, J.A.T. Pre-acclimatization in the greenhouse: An alternative to optimizing the micropropagation of gerbera. **Scientia Horticulturae**, v.164, p.616-624, 2013.

CHAKRABARTY, D.; DATTA, S.K. Micropropagation of gerbera: lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities during acclimatization process. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.30, p.325-331, 2008.

CID, L.P.B. 2015. **Cultivo *in vitro* de plantas**. 4. ed. Brasília, DF : Embrapa, E-book.

COLOMBO, R.C.; FAVETTA, V.; CRUZ, M.A.; CARVALHO, D.U.; ROBERTO, S.R.; FARIA, R.T. Acclimatization and growth of ornamental pineapple seedlings under organic substrates. **Ornamental Horticulture**, v.23, n.3, p.257-262, 2017.

COUTO, T.R.; SILVA, J.R.; MORAES, C.R.O.; RIBEIRO, M.S.; TORRES NETTO, A.; CARVALHO, V.S.; CAMPOSTRINI, E. Photosynthetic metabolism and growth of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) cultivated *ex vitro*. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v.28, p.1-7, 2016.

DAMASCENO, L.M.O.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; GHEYI, H.R.; RIBEIRO, V.Q.; DIAS, N.S. Cultivation of gerbera irrigated with treated domestic effluents. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.6, p.582-588, 2010.

DENG, Z.; BHATTARAI, K. 2018. Gerbera, p.407-438. In: VAN HUYLENBROECK, J. (Ed.) **Ornamental Crops, Handbook of Plant Breeding 11**. Springer International Publishing AG, 2018.

ĐURKOVIČ, J.; ČAŇOVÁ, I.; PICHLER V. Water loss and chlorophyll fluorescence during *ex vitro* acclimatization in micropropagated black mulberry (*Morus nigra* L.). **Propagation of Ornamental Plants**, v.9, p.107-112, 2009.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

GÖK, K.M.; ŞAN, B.; BAYHAN, A.K. Micropropagation of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus) under different color of light-emitting diodes. **Journal of Natural and Applied Sciences**, v.20, n.3, p.468-474, 2016.

HAIDER, M.S.; BARNES, J.D.; CUSHMAN, J.C.; BORLAND, A.M. A CAM - and starch-deficient mutant of the facultative CAM species *Mesembryanthemum crystallinum* reconciles sink demands by repartitioning carbon during acclimation to salinity. **Journal of Experimental Botany**, v.63, p.1985-1996, 2012.

ISLAM, M.M.; MAMUN, A.A.; DASH, P.K.; KUNDU, R.R.; AKTER, J. A sustainable technique of rapid multiplication of gerbera (*Gerbera jamesonii*) using *in vitro* seed culture. **International Journal of Current Research**, v.9, n.8, p.55326-55329, 2017.

ISSA, M.; OUZOUNIDOU, G.; MALOUPAC, H.; CONSTANTINIDOU, H.A. Seasonal and diurnal photosynthetic responses of two gerbera cultivars to different substrates and heating systems. **Scientia Horticulturae**, v.88, p.215-234, 2001.

JUNGHANS, T.G.; SOUZA, A.S. **Aspectos práticos da micropropagação de plantas**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013, 407p.

KADAM, D.D.; CHHATRE, A.A.; LAVALE, S.A.; SHINDE, N.A. Low-Cost Alternatives for conventional tissue culture media. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v.7, n.4, p.2523-2529, 2018.

KUMAR, S.; KANWAR JK. Plant regeneration from callus and cell suspension cultures of *Gerbera jamesonii* Diablo. **European Journal of Horticultural Science**, v.70, p.265-270, 2005.

KUMAR, S.; KANWAR, J.K. Regeneration ability of petiole, leaf and petal explants in gerbera cut flower cultures *in vitro*. **Folia Horticulturae**, v.18, p.57-64, 2006.

KUMARI, S.; KUMAR, A.P.; SARKHEL, S.; SINGH, P.; KUMAR, R. Standardization of *in vitro* mass multiplication protocol for gerbera cv. Partrizia. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v.7, n.4, p.514-519, 2018.

LONE, A.B.; BARBOSA, C.M.; FARIA, R.T.; TAKAHASHI, L.S.A.; FONSECA, I.C.B. Seleção de genótipos de *Dendrobium phalaenopsis* (Orchidaceae) nas fases de propagação *in vitro* e aclimatização. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, p.755-760, 2008.



- MARTINS, J.P.R.; SCHIMILDT, E.R.; ALEXANDRE, R.S.; FALQUETO, A.R.; OTONI, W.C. Chlorophyll a fluorescence and growth of *Neoregelia concentrica* (Bromeliaceae) during acclimatization in response to light levels. **In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant**, v.51, p.471-481, 2015.
- MODH, F.K.; DHADUK, B.K.; SHAH R.R. Factors affecting micropropagation of gerbera from capitulum explants. **Journal of Ornamental Horticulture**, v.5, p.4-6, 2002.
- MURASHIGE, T.; SERPA, M.; JONES, J.B. Clonal multiplication of gerbera through tissue culture. **HortScience**, v.9, n.3, p.175-180, 1974.
- NEGI, P.S.; KUMAR S.; DAS. S.C. Micropropagation in gerbera (*Gerbera jamesonii*). **Indian Horticulture**, p 4, 2006.
- NGA, H.T.; HOA, N.T.P.; GIANG, N.T.; THACH, N.Q.; LY ANH, N.T. Establishment of the protocol for *Gerbera jamesonii* propagation *in vitro* culture technique. **Vietnamese Journal of Agriculture**, v.4, p.76-82, 2005.
- PARTHASARATHY, V.A.; NAGARJU, V. *In vitro* propagation in *Gerbera jamesonii* Bolus. **Indian Journal of Horticulture**, v.56, p.82-85, 1999.
- SA, F.P.; LEDO, A.S.; AMORIM, J.A.E.; SILVA, A.V.C.; PASQUAL, M. *In vitro* propagation and acclimatization of genipapo accessions. **Ciência e Agrotecnologia**, v.40, n.2, p.155-163, 2016.
- SHABANPOUR, K.; SHARIFI, A.; BAGHERI, A.; MOSHTAGHI, N. Effect of genotypes and culture medium on shoot regeneration and proliferation of *Gerbera jamesonii*. **African Journal of Biotechnology**, v.10, n.57, p.12211-12217, 2011.
- SINGH, V.K.; PRASAD, V.M.; KUMARI, S.; RAJORIA, P.; MISRA, P. Identification of the suitable hardening protocol and hardening medium in micropropagation of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus). **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v.6, n.7, p.2476-2484, 2017.
- SOBRINHO, F.S.; PEREIRA, A.V.; LÉDO, F.J.S.; OLIVEIRA, J.S.; VARGAS, S.M. Aclimatização de germoplasma de capim-elefante, pós cultivo *in vitro*. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.1, p.11-15, 2007.
- THORPE, T.A. Morphogenesis and regeneration. In: VASIL, I.K.; THORPE, T.A. (Ed.). **Plant cell and tissue culture**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1994. p.17-36.
- WINARTO, B.; YUFDY, M.P. Establishment of *in vitro* propagation protocol of *Gerbera jamesonii* bolus ex hook f.: explant and media selection to plantlet acclimatization. **Journal of Agricultural Science**, v.28, n.1, p.1-9, 2017.
- XU, S.; ZHU, X.; LI, C.; QINGSHENG YE, Q. Effects of CO<sub>2</sub> enrichment on photosynthesis and growth in *Gerbera jamesonii*. **Scientia Horticulturae**, v.177, p.77-84, 2014.
- ZHANG, M.; ZHAO, D.; MA, Z.; LI, X.; XIAO, Y. Growth and photosynthetic capability of *Momordica grosvenori* plantlets grown photoautotrophically in response to light intensity. **HortScience**, v.44, p.757-763, 2009.

Recebido em 22/10/2018

Aceito em 07/11/2018

# Revista Agrária Acadêmica

*Agrarian Academic Journal*

Volume 1 – Número 4 – Nov/Dez (2018)

doi: 10.32406/v1n42018/64-70/agrariacad

## Uso de resíduos orgânicos como substratos alternativos para formação de mudas de repolho

Use of organic residues as alternative substrates for the formation of cabbage seedlings

Hanna Ibiapina de Jesus<sup>1\*</sup>, Luana Keslley Nascimento Casais<sup>2</sup>, Luis de Souza Freitas<sup>3</sup>, Rhaiana Oliveira de Aviz<sup>4</sup>, Emanuel dos Santos Vasconcelos<sup>5</sup>, Luciana da Silva Borges<sup>6</sup>

<sup>1\*</sup>- Eng. Agrônoma, Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Paragominas, Pará, Brasil. E-mail: [hanna\\_ij@hotmail.com](mailto:hanna_ij@hotmail.com)

<sup>2</sup>- Graduanda em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Paragominas, Pará, Brasil. E-mail: [luana.casais@gmail.com](mailto:luana.casais@gmail.com)

<sup>3</sup>- Professor Doutor, Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Paragominas, Pará, Brasil. E-mail: [luisufra@gmail.com](mailto:luisufra@gmail.com)

<sup>4</sup>- Graduanda em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Paragominas, Pará, Brasil. E-mail: [rhaianaoliveiradeaviz@gmail.com](mailto:rhaianaoliveiradeaviz@gmail.com)

<sup>5</sup>- Graduando em Agronomia, Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Paragominas, Pará, Brasil., E-mail: [emanoeldsvpgm@gmail.com](mailto:emanoeldsvpgm@gmail.com)

<sup>6</sup>- Professora Doutora, Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Paragominas, Pará, Brasil. E-mail: [luciana.borges@ufra.edu.br](mailto:luciana.borges@ufra.edu.br)

### Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho de substratos alternativos provenientes das indústrias de grãos de Paragominas-Pará, para produção de mudas de repolho. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com três tratamentos (resíduo de soja, palha de arroz, substrato comercial), com cinco repetições. Características morfológicas avaliadas: altura das mudas, diâmetro do colo, número de folhas por planta, massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, massa fresca das raízes, massa seca das raízes. Após todas as análises, pode-se concluir que o resíduo de soja, foi o tratamento que mais se destacou, indicando potencialidade desse material como substrato para a cultura.

**Palavras-chave:** *Brassica oleraceae* var. *capitata* L, casca de arroz, desenvolvimento de mudas, resíduo de soja.

### Abstract

The objective of this study was to evaluate the performance of alternative substrates from the grain industries of Paragominas-Pará, for the production of cabbage seedlings. The experimental design was completely randomized, with three treatments (soybean residue, rice straw, commercial substrate) with five replications. The following morphological characteristics were determined: height of the seedlings, diameter of the lap, number of leaves per plant, fresh shoot weight, dry shoot mass, fresh root mass, dry mass of the roots. Therefore, in this study it was concluded that the soybean residue was the substrate that most stood out, indicating the potential of this material as a substrate for the crop.

**Keywords:** *Brassica oleraceae* var. *L capitata*, rice husk, seedling development, soybean residue.

## Introdução

Na cadeia produtiva de hortaliças de qualidade, a obtenção de mudas pela utilização de substratos é uma prática comum entre os olericultores, pois possibilita a formação de mudas saudáveis, vigorosas e bem desenvolvidas, influenciando diretamente no desempenho final da planta, tanto do ponto de vista nutricional como produtivo (COSTA; PEREIRA; COSTA, 2014, CRIPPA; FERREIRA, 2015).

Os substratos a serem produzidos terão de apresentar diferentes propriedades físicas, químicas e biológicas, tendo como o principal objetivo específico de oferecer as melhores condições para que haja uma excelente germinação e favoreça o desenvolvimento das mudas com maior uniformidade de crescimento, tanto da altura quanto do sistema radicular, promovendo, após o plantio, maior resistência às condições adversas do campo (CRIPPA; FERREIRA, 2015, CORREIA et al., 2013).

Os materiais utilizados para a confecção dos substratos podem ser classificados em três categorias conforme a sua origem: orgânicos, minerais e sintéticos (BICCA et al., 2011). Que podem ser adquiridos tanto de forma artesanal feito pelos próprios produtores, geralmente com matéria-prima oriunda de sua propriedade, sendo de origem animal, vegetal ou mineral. Assim como também, substratos comerciais, tais como os substratos a base de fibra de coco, vermiculita, composto orgânico e arroz carbonizado (DIAS et al., 2010).

Além das necessidades da cultura de interesse, a decisão por um ou outro material dependerá também do custo de aquisição e da disponibilidade do material para a produção do substrato. Pois o substrato ideal para o produtor deve ser de baixo custo, e também precisa ser abundante, razão pela qual, geralmente, se utilizam resíduos industriais (STEFFEN et al., 2010, CASAIS et al., 2018).

Neste sentido, o repolho (*Brassica oleraceae* var. *capitata* L.), espécie pertencente a família da Brassicaceae, é uma hortaliça com grande destaque econômico no setor hortícola brasileiro, devido à sua facilidade de produção e amplo consumo (MOREIRA et al., 2011).

A produção de repolho é favorecida por condições de clima ameno, entretanto, o desenvolvimento de cultivares adaptadas a temperaturas elevadas e tecnologias na produção de mudas possibilitaram o aumento da produção dessa hortaliça (MAROUELLI et al., 2010). Por tanto o objetivo deste trabalho foi determinar o desempenho de substratos alternativos provenientes das indústrias de grãos de Paragominas – Pará, para produção de mudas de repolho.

## Material e métodos

O presente estudo foi realizado na área experimental de Horticultura da Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Paragominas, entre os meses de janeiro e fevereiro de 2016. O município de Paragominas está entre as coordenadas geográficas 02° 55' 24" S e 47° 34' 36" W. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, isto é, tropical chuvoso com estação seca bem definida e temperatura média anual de 26,5 °C. A umidade relativa do ar varia de 70% a 90% (RODRIGUES et al., 2002).

O delineamento estatístico adotado foi inteiramente casualizado, com três tratamentos (resíduo de soja, palha de arroz, substrato comercial) com cinco repetições.

Para o desenvolvimento do experimento foram utilizados resíduos orgânicos obtidos em empresas da região, que passaram pelo processo de decomposição por um período aproximadamente de um ano e meio. Em seguida, foram submetidos à análise físico-química (Tabela 1).

**Tabela 1-** Análise química da palha de arroz e resíduo de soja, obtida em uma distribuidora de alimentos localizada no município de Paragominas. Paragominas-PA, 2017.

Tratamento	P total	K	Ca	Mg	Fe	Al	Cu	Zn	Mn	Na
	----- % -----					----- ppm -----				
Resido de soja	1,12	1,05	0,89	0,36	1,28	4,12	5,57	90,29	75,31	287,36
Palha de										
Arroz	0,40	0,08	0,04	0,05	2,67	5,22	0	58,06	99,38	273,81
			Umidad							Densidad
	B	M.O.	e	Enxofre	N total	Cinzas	pH	Mo	Cobalto	e
	----- % -----					----- ppm -----			g cm <sup>3</sup>	
Resido de soja	0,01	63,65	10,33	0	2,16	36,35	7,7	9,75	2,22	0,41
Palha de										
Arroz	0,01	57,34	14,73	0	0,47	42,66	4,8	8,67	0	0,2

Fonte: IBRA Laboratório

Já o substrato comercial tem em sua constituição casca de pinus, turfa, nitrato de amônia, nitrato de potássio, superfosfato simples e produtos formulados por terceiros, (de natureza sólida sem especificação granulométrica), umidade 60% (p/p), capacidade de retenção de água de 130% (p/p), densidade (base seca) 180 kg m<sup>-3</sup>, densidade (base úmida) 500 kg m<sup>-3</sup>, pH de 5,8 e CE de 1,5 (mS cm<sup>-1</sup>).

Para o desenvolvimento das mudas, foram utilizadas sementes de repolho liso, cultivar Louco de verão. A semeadura ocorreu em bandejas de poliestireno expandido com 128 células, com três sementes por célula, a uma profundidade de 1 cm. O desbaste foi realizado aos 11 dias após a emergência, permanecendo uma plântula por célula.

Durante o desenvolvimento das mudas, a irrigação foi realizada diariamente, duas vezes ao dia, e mantida em casa de vegetação com temperatura máxima de 35 °C e mínima de 23 °C.

Após 20 dias da semeadura (DAS), foram realizadas avaliações em cinco mudas por tratamento, sendo determinada as seguintes características morfológicas: altura das mudas (cm) - H, determinada pela medição do colo até o ápice da parte aérea com auxílio de uma régua graduada; diâmetro do colo - DC (mm), sendo utilizado um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm; número de folhas por planta - NF; massa fresca da parte aérea (g) - MFA; massa seca da parte aérea (g) - MSA; massa fresca das raízes (g) - MFR; e massa seca das raízes (g) - MSR, de cinco plântulas (g) por tratamento.

No laboratório as raízes foram separadas da parte aérea com auxílio de tesoura de poda e lavadas em água corrente. Em seguida, foram pesadas em balança analítica de precisão -(0,01 g)- para determinar massa fresca da parte aérea e das raízes e, em seguida, acondicionadas em sacos de papel separados e etiquetados. Posteriormente, todo o material vegetal foi seco em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 65° C por 72 horas, até que atingissem massas constantes para se determinar MSA (g) e MSR (g).

Foi determinado ainda o Índice de Qualidade de Dickson (IQD). Para este índice, foi utilizada a metodologia de Dickson et al. (1960) considerando os indicadores de massa seca da parte aérea, das raízes e de massa seca total, altura e diâmetro do colo das mudas. A variável foi calculada pela seguinte fórmula:

$$IQD = \frac{PMST_{total}}{\left(\frac{AP}{DC}\right) + \left(\frac{PMSPA}{PMSR}\right)}$$

Onde: IQD – Índice de desenvolvimento de Dickson; MST - massa seca total (g); H – altura (cm); DC - diâmetro do colo (cm); MSPA - massa seca da parte aérea (g); MSRA - massa seca da raiz (g). RPAR: relação da massa seca da parte aérea com a massa seca de raízes; RAD: relação da altura parte aérea com o diâmetro do coleto.

Todos os dados obtidos foram analisados estatisticamente através da análise de variância, com teste F à 5% de probabilidade e as médias comparadas pelo teste de Tukey à 1%. Todas as análises realizadas foram realizadas pelo do programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

## Resultados e discussão

Os resultados obtidos neste estudo, mostram que os substratos são eficientes para a fixação e o desenvolvimento das mudas de repolho, apresentando diferenças significativas entre os tratamentos para as características avaliadas, com exceção para o número de folhas (Tabela 2).

O resíduo de soja foi o tratamento que apresentou ser mais promissor para o desenvolvimento das mudas, com melhores resultados para as características altura, massa fresca da parte aérea, massa seca das raízes e diâmetro do colo, que são variáveis de grande importância na avaliação do desempenho do substrato (Tabela 2). Enquanto que as características massa fresca da raiz e massa seca da parte aérea das mudas de repolho, foram maiores quando conduzidas com substrato comercial.

Os resultados acima corroboram com os obtidos por Tessaro et al. (2013). Os autores, avaliando o desenvolvimento de mudas de couve-chinesa em função do substrato, constataram um incremento das mudas quanto aos parâmetros altura, massa seca das raízes e diâmetro do colo, sendo que os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos com substratos alternativos, em comparação ao substrato comercial.

**Tabela 2-** Valores médios da altura (H), Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA), Massa Fresca da Raiz (MFR), Massa Seca Parte Aérea (MSPA), Massa Seca da Raiz (MSR), Diâmetro do Colo (DC), Número de Folhas (NF) de mudas de repolho produzidas em diferentes substratos alternativos. Paragominas, Pará, 2017.

<b>Substrato</b>	<b>H (cm)</b>	<b>MFPA (g)</b>	<b>MFR (g)</b>	<b>MSPA (g)</b>	<b>MSR (g)</b>	<b>DC (cm)</b>	<b>NF</b>
<b>Comercial</b>	4,154 c	0,905 b	0,146 a	0,011 a	0,008 b	1,406 b	4,000 a
<b>Palha de arroz</b>	4,244 b	0,649 c	0,106 b	0,004 c	0,006 c	1,326 c	4,000 a
<b>Resíduo de Soja</b>	4,492 a	0,937 a	0,095 c	0,006 b	0,009 a	1,498 a	4,000 a
<b>Cv (%)</b>	14,18	3,07	5,08	8,77	8,18	7,54	1,23

\*Letras minúsculas comparam médias dos substratos. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade.

A palha de arroz, foi o substrato que apresentou menores resultados em relação aos demais tratamentos. Comportamentos semelhantes foram encontrados por Casais et al. (2018) que estudando diversos substratos na produção de mudas de jambu, entre eles a casca de arroz, verificaram que as mudas de jambu cultivadas com palha de arroz não obterão resultados satisfatórios em comparação aos demais tratamentos.

A composição física desse substrato, em especial a sua baixa capacidade de retenção de água, impede que a planta consiga extrair água e nutrientes necessários para o seu desenvolvimento adequado, fato que pode ter ocorrido neste estudo.

Embora a palha de arroz seja um material orgânico com baixo valor nutricional, ele é indicado para compor a formulação de outros substratos, pois quando misturada com outros componentes alternativos a casca de arroz funciona como condicionador físico, auxiliando na porosidade e impedindo a formação de possíveis camadas que dificultam o crescimento do sistema radicular (SOUZA et al., 2014).

Diferenças significativas também foi observado para o diâmetro do coleto (RAD), relação da matéria seca da parte aérea com a matéria seca de raízes (RPAR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (Tabela 3).

Neste estudo, observou-se que substrato comercial, foi o menos eficiente entre os tratamentos, proporcionando baixo desenvolvimento para as mudas de repolho. Por outro lado, a palha de arroz foi o tratamento que apresentou maiores valores para o RAD, seguido do resíduo de soja. Enquanto que, o RPAR e o IQD apresentaram melhores resultados quando as mudas de repolho foram conduzidas em substrato a base de resíduo de soja, por sua vez, seguida da palha de arroz (Tabela 3).



**Tabela 3-** Relação da altura parte aérea com o diâmetro do coleto (RAD), relação da matéria seca da parte aérea com a matéria seca de raízes (RPAR) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD), em mudas de repolho produzidas em diferentes substratos alternativos. Paragominas, Pará, 2017.

Substrato	RAD	RPAR	IQD
Comercial	2,97 c	0,75 c	0,76 c
Palha de arroz	3,21 a	1,38 b	1,38 b
Resíduo de Soja	2,99 b	1,59 a	1,59 a
Cv (%)	7,92	12,10	11,86

\*Letras minúsculas comparam médias dos substratos. Médias seguidas das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade.

Tal resultado se deu em função do maior desenvolvimento das raízes das mudas neste tratamento, em comparação com os demais. Cabe ressaltar que a RPAR depende não apenas do substrato e da sua fertilidade, mas também das características da espécie em questão (CALDEIRA et al., 2012).

De acordo com as análises químicas do substrato resíduo de soja, é possível observar um considerável teor de matéria orgânica nesse material, o que, provavelmente foi importante no estabelecimento das plântulas. Steffen et al. (2010) relatam que, geralmente, substratos com elevado teor de matéria orgânica asseguram um elevado número de espaços porosos, além de uma baixa densidade aparente, características que auxiliam na capacidade de aeração e retenção de água do material.

Considerando a facilidade na obtenção e no processo de compostagem desse tipo de material, além da grande disponibilidade na região, o resíduo de soja vem a ser uma matéria prima com potencial na produção de mudas de repolho.

## Conclusão

O substrato resíduo de soja foi o que mais se destacou na produção de mudas de repolho. Os resultados encontrados para IQD foram satisfatórios, o que indica que o mesmo é um bom indicador da qualidade e do vigor das mudas avaliadas nesse experimento.

## Referências bibliográficas

CALDEIRA, M.V.W.; GOMES, D.R.; GONÇALVES, E.O.; DELARMELINA, W.M.; SPERANDIO, H.V.; TRAZZI, P.A. Biossólido como substrato para produção de mudas de *Toona ciliata* var. *australis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.6, p.1009-1017, 2012. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622012000600002](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622012000600002)>. Acesso em: 13 out. 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000600002>.

CASAI, L.K.N. et al. Aproveitamento de resíduo de soja e palha de arroz como substrato para produção de mudas de jambu. **Cadernos de Agroecologia**, Brasília, v.13, n.1, p.08-13, jul. 2018.

CORREIA; A.C.G.; SANTANA, R.C.; OLIVEIRA, M.L.R.; TITON, M.; ATAÍDE, G.M.; LEITE, F.P. Volume de substrato e idade: influência no desempenho de mudas clonais de eucalipto após replantio. **Cerne**, Lavras, v.19, n.2,

p. 185-191, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-77602013000200002&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-77602013000200002&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 10 out. 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-77602013000200002>.

COSTA, L.A.M.; PEREIRA, D.C.; COSTA, M.S.S.M. Substratos alternativos para produção de repolho e beterraba em consórcio e monocultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.2, p.150–156, 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662014000200004&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662014000200004&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 13 out. 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000200004>.

DIAS, R.C.S.; SOUZA, R.N.C.; SOUZA, F.F.; BARBOSA, G.S.; DAMACENO, L.S. Produção de mudas. In: **Sistema de Produção de Melancia**. Embrapa Semiárido, ago. 2010. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaMelancia/producaodemudas.htm>>. Acesso em: 10 out. 2017.

FERREIRA, D.F. Programa Sisvar. exe: Sistema de análise de variância. Versão 3.04. **Programa Sisvar. exe: sistema de análise de variância. Versão 3.04**, 2000. Software.

MAROUELLI, W.A.; ABDALLA, R.P.; MADEIRA, N.R.; OLIVEIRA, A.S.; SOUZA, R.F. Eficiência de uso da água e produção de repolho sobre diferentes quantidades de palhada em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.4, p.369-375, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-204X2010000400004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2010000400004)>. Acesso em: 05 out. 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2010000400004>.

MOREIRA, M.A.; VIDIGAL, S.M.; SEDIYAMA, M.A.N.; SANTOS, M.R. Crescimento e produção de repolho em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 1, p. 117-121, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362011000100020&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-05362011000100020&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 10 out. 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362011000100020>.

RODRIGUES, T.E.; VALENTE, M.A.; GAMA, J.R.N.F.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.C.; SANTOS, P.L.; SILVA, J.L. Zoneamento Agroecológico do município de Paragominas, Estado do Pará. **Boletim Técnico Embrapa Amazônia Oriental**. Belém: Embrapa, 2002, 64 p.

SOUZA, E.G.F.; SANTANA, F.M.S.; MARTINS, B.N.M.; PEREIRA, D.L.; BARROS JÚNIOR, A.P.; SILVEIRA, L.M. Produção de mudas de cucurbitáceas utilizando esterco ovino na composição de substratos orgânicos. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.8, n.2, p.175-183, 2014. Disponível em: <<https://revista.ufrr.br/agroambiente/article/view/1675>>. Acesso em: 10 out. 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v8i2.1675>.

STEFFEN, G.P.; ANTONIOLLI, Z.I.; STEFFEN, R.B.; MACHADO R.G. Casca de arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. **Acta Zoológica Mexicana**, v.2, p.333-343, 2010. Disponível em: <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0065-17372010000500025](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372010000500025)>. Acesso em: 05 out. 2017.

TESSARO, D.; MATTER, J.M.; KUCZMAN, O.; FURTADO, L.F.; COSTA, L.A.M.; COSTA, M. S.S.M. Produção agroecológica de mudas e desenvolvimento a campo de couve chinesa. **Ciência Rural**, v.43, n.5, p.831-837, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782013000500012&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782013000500012&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 13 out. 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-847820130005000036>.

Recebido em 21/10/2018

Aceito em 07/11/2018

# Revista Agrária Acadêmica

*Agrarian Academic Journal*

Volume 1 – Número 4 – Nov/Dez (2018)

---

doi: 10.32406/v1n42018/71-74/agrariacad

## ***Uromyces setariae-italicae* em *Brachiaria humidicola* cv. Humidicola em Mato Grosso do Sul: primeiro relato**

*Uromyces setariae-italicae* in *Brachiaria humidicola* cv. Humidicola in Mato Grosso do Sul: first report

Jaqueline Rosemeire Verzignassi<sup>1\*</sup>, Aníbal Alves de Carvalho Júnior<sup>2</sup>, Celso Dornelas Fernandes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> - Embrapa Gado de Corte – Campo Grande/MS – Brasil – Av. Rádio Maia, 830 – Vila Popular, Campo Grande – MS, CEP: 79106-550. E-mail: [jaqueline.verzignassi@embrapa.com.br](mailto:jaqueline.verzignassi@embrapa.com.br)

<sup>2</sup> - Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rua Pacheco Leão, 915, Jardim Botânico, CEP 22460-030, Rio de Janeiro, RJ, Brazil

\* Autor para correspondência

---

### **Resumo**

Em campos experimentais da Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS, foram encontradas plantas de *Brachiaria humidicola* cv. Humidicola com lesões foliares causadas por *Uromyces setariae-italicae*. Este é o primeiro relato da doença em Mato Grosso do Sul.

**Palavras-chave:** ferrugem, gramínea forrageira, capim-quicuío

### **Abstract**

In experimental fields of the Embrapa Gado de Corte, in Campo Grande, Mato Grosso do Sul State, midwestern Brazil, plants of *Brachiaria humidicola* cv. Humidicola with leaf lesions symptoms caused by *Uromyces setariae-italicae* were found. This is the first report of the disease in Mato Grosso do Sul.

**Keywords:** rust, forage grass

---

## Introdução

*Brachiaria humidicola* é nativa do leste e sudeste da África tropical, especialmente de zonas com altas precipitações. A cv. Humidicola, conhecida como “Quicuiu da Amazônia” ou “humidicola comum”, é utilizada como pastagem em diversos países, sendo mais tolerante em áreas de solo encharcado que a maioria das forrageiras.

## Material e métodos

Plantas de *B. humidicola* cv. Humidicola com sintomas de doença foliar foram coletadas em campos experimentais da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. As plantas apresentavam, em ambas as faces das folhas, lesões cloróticas, irregulares, cobertas por pústulas contendo grande massa de esporos de ferrugem e cujas lesões apresentavam coalescimento, provocando amarelecimento e secamento das folhas (Figura 1 A a D). Amostras foram enviadas ao Laboratório de Micologia do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro para os estudos etiológicos. Adicionalmente, plantas com sintomas foram secas e adicionadas ao Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB).

## Resultados e discussão

As pústulas foram observadas por meio de estereomicroscópio (Figura 1 E a G), as lesões foram raspadas e observadas ao microscópio óptico. Foram encontrados soros urediniais com as seguintes características: uredínios em ambos os lados das folhas, de cor canela; urediniósporos 28-33 x 23-29 µm, largamente obovóides ou elipsóides, paredes de 1-1,5 µm de espessura, de cor canela e com 3 poros germinativos equatoriais (Figura 1 H e I). Ressalta-se que os urediniósporos encontrados foram mais claros, maiores, com apenas 3 poros germinativos e paredes relativamente mais finas que *Puccinia levis* var. *panici-sanguinalis*. Todos estes caracteres levaram a identificar o agente etiológico da ferrugem em questão como *Uromyces setariae-italicae* Yoshino.

O fungo foi relatado na Colômbia, Equador, Etiópia, Quênia, Nigéria, Peru, Tanzânia, Zâmbia, Zimbábue, Ghana, Malásia, Mali, Guinéa, Serra Leoa, Sudão, Austrália, Jamaica, Fiji, Barbados, Nova Caledônia, Trinid & Tobago, Cuba, Índia, Paquistão, Peru, Barbados, Samoa, Mauritius, Myanmar, África do Sul e Uganda (LENNÉ, 1990a; FARR; ROSSMAN, 2018). No Brasil, *Uromyces setariae-italicae* foi constatado em *B. humidicola* em 1981 (LENNÉ, 1990b). Perdas de até 100% foram constatadas no Equador (LENNÉ, 1990b). O fungo foi relatado também em 29 espécies de *Brachiaria* e em oito gêneros de gramíneas (LENNÉ, 1990a). Esta ferrugem é considerada a mais importante doença de *Brachiaria* spp. introduzida da África na América do Sul.



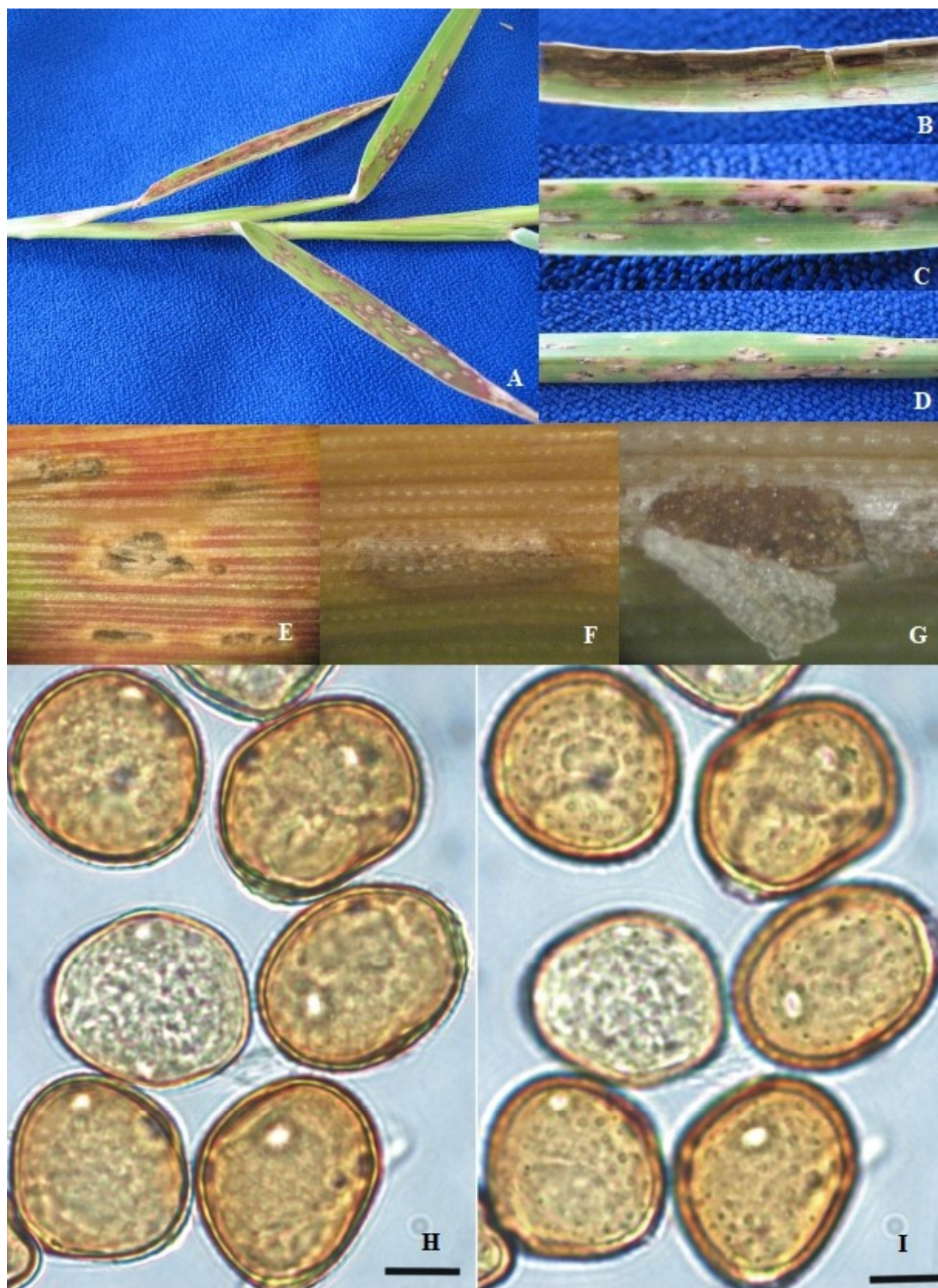


Figura 1. *Uromyces setariae-italicae*: Sintomas e sinais da ferrugem em *Brachiaria humidicola* cv. Humidicola (A): na face adaxial da folha (B, C e E); na face abaxial da folha (D); soro ou pústula do patógeno antes do rompimento da epiderme da folha (F); soro ou pústula do patógeno após rompimento da epiderme da folha (G); urediniósporos em vista mediana (H e I), barra = 10 µm.

### Referências bibliográficas

FARR, D.F.; ROSSMAN, A.Y. **Fungal Databases**, U.S. National Fungus Collections, ARS, USDA. Disponível em <https://nt.ars-grin.gov/fungaldatabases/>. Acesso em 12 set 2018.

LENNÉ, J.M. **A world list of fungal diseases of tropical pastures species**. International Mycological Institute – Centro Internacional de Agricultura Tropical, Surrey-Cali. 162p. (Phytopathological Papers n. 31), 1990a.

LENNÉ, J.M. Rust on the tropical pasture grass *Brachiaria humidicola* in South America. **Plant Disease**, 74: 720, 1990b.

Recebido em 13/09/2018

Aceito em 09/10/2018



# Revista Agrária Acadêmica

*Agrarian Academic Journal*

Volume 1 – Número 4 – Nov/Dez (2018)

doi: 10.32406/v1n42018/75-92/agrariacad

## **Rendimento, peso absoluto e crescimento de órgãos internos, componentes não-carcaça e depósitos de gordura de cordeiros**

Yield, absolut weight and growth of internal organs, non-carcass components and fat depots of lambs

Fabrizio Leonardo Alves Ribeiro<sup>1\*</sup>, Amanda Vasconcelos Guimarães<sup>2</sup>, Rafael Fernandes Leite<sup>3</sup>, Iraídes Ferreira Furusho-Garcia<sup>4</sup>, Luciana Castro Geraseev<sup>5</sup>, Viviane Aparecida Amin Reis<sup>2</sup>, Juan Ramón Olalquiaga Pérez<sup>4</sup>

<sup>1\*</sup>- Departamento de Zootecnia / Faculdade da Amazônia - FAMA - Vilhena - Rondônia – Brasil. E-mail: [fl.alves@yahoo.com.br](mailto:fl.alves@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>- Doutoradas em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras - UFLA - Lavras - Minas Gerais - Brasil

<sup>3</sup>- Departamento de Zootecnia / Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ - São João Del Rei - Minas Gerais - Brasil

<sup>4</sup>- Departamento de Zootecnia / Universidade Federal de Lavras - UFLA - Lavras - Minas Gerais - Brasil

<sup>5</sup>- Instituto de Ciências Agrárias/Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG - Montes Claros - Minas Gerais - Brasil

### **Resumo**

Avaliou-se o efeito do genótipo e do peso de abate sobre o rendimento, peso absoluto e crescimento dos órgãos internos, depósitos de gordura e componentes não carcaça de cordeiros. 34 cordeiros machos (17 mestiços LS e 17 SS), foram arranjados em DIC, fatorial 2x4, 2 genótipos e 4 pesos de abate (15; 30; 45 e 60 kg de PV). O peso de abate diminuiu a proporção dos órgãos da cavidade abdominal e torácica e aumentou a proporção de todos os depósitos de gordura. Os animais mestiços obtiveram maior proporção de fígado e intestinos, enquanto os animais puros maiores proporções de gordura omental, pélvica e inguinal. Órgãos internos cresceram precocemente em relação ao corpo, os depósitos de gordura tardiamente e não houve efeito pronunciado do genótipo sobre o crescimento alométrico.

**Palavras-chave:** cruzamentos, ovinos, raças, Santa Inês, Lacaune

### **Abstract**

The effect of genotype and slaughter weight on yield, absolute weight and growth of internal organs, fat depots and non-carcass components of lambs were evaluated. 34 male lambs (17 crossbred Lacaune x Santa Ines and 17 purebred Santa Ines) were arranged in a completely randomized design (factorial 2x4) - 2 genotypes and 4 slaughter weights (15; 30; 45 and 60 kg of LW). Proportion of internal organs decreases with slaughter weights. Proportion of fat deposits increases with slaughter weights. The crossbred lambs obtained greater proportion of liver and guts, while pure animals had higher proportions of omental, pelvic and inguinal fat. Internal organs grew precociously compared to the body. Fat deposits shows strong positive allometry. There was no strong genotype effect on allometric growth

**Keywords:** crossbreeding, sheep, breeds, Santa Inês e Lacaune

## Introdução

O estudo do crescimento alométrico tem sido utilizado para a predição da velocidade do crescimento dos componentes corporais em função do peso do animal. A alometria fornece informações sobre o crescimento de cada componente separadamente e pode servir como referencial para a determinação do peso vivo ideal de abate, no qual será obtido o maior rendimento das partes de maior valor comercial (FURUSHO-GARCIA et al., 2006; FURUSHO-GARCIA et al., 2009, SANTOS et al., 2009; GERASEEV et al., 2007; GERASEEV et al., 2008, GALVANI et al., 2008). O conhecimento do ritmo de crescimento das distintas regiões do corpo contribui para determinação de um peso adequado de abate para cada grupo genético, favorecendo a padronização e a qualidade do produto ofertado (GALVANI, et al., 2008).

A alometria, ao explicar parte das diferenças quantitativas entre os animais, pode ser um parâmetro eficaz no estudo do crescimento dos componentes corporais. Este estudo se baseia no fato de o desenvolvimento corporal ser uma função do peso e não do tempo necessário para alcançá-lo. Assim, a velocidade com que ocorre aceleração ou desaceleração do crescimento de cada componente corporal difere entre raças e manejos nutricionais, sendo importante a avaliação do crescimento de animais adaptados às condições de produção do Brasil. Este trabalho teve como objetivo estudar o efeito do grupo genético sobre o rendimento, peso e crescimento alométrico de órgãos internos, depósitos de gordura e componentes não carcaça de cordeiros de dois grupos genéticos no intervalo de 15-60 kg de peso vivo.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Ovinocultura do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Lavras - UFLA. Foram utilizados 34 cordeiros, machos, não castrados, sendo 17 cordeiros puros Santa Inês e 17 provenientes do cruzamento de ovelhas Santa Inês e reprodutor Lacaune. Os animais foram distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4, 2 grupos genéticos e 4 pesos de abate (15, 30, 45 e 60 kg de PV).

Os cordeiros foram alojados em baias individuais e alimentados duas vezes ao dia com uma dieta formulada de acordo com o AFRC (1993) para um ganho de aproximadamente 300 g/dia. A dieta foi fornecida na proporção de 60% no período da manhã e 40% no período da tarde e tinha como características básicas uma relação de 80:20 de concentrado e volumoso, 16,52% de proteína bruta e 15,49% de FDNf.

O procedimento de abate consistiu no corte da carótida e da jugular após atordoamento mecânico do animal. Antes do abate, os animais foram pesados e submetidos a um período de jejum de 16 horas, com acesso à água. Ao término desse período foi realizada uma nova pesagem para determinação do peso real de abate.

Todos os componentes corporais (órgãos da cavidade abdominal e torácica, depósitos de gordura e outros componentes não-carcaça) foram retirados e pesados individualmente para o estudo do crescimento e determinação do peso e rendimento. O peso do corpo vazio (PCV) foi obtido, através da equação:  $PCV = \text{Peso de abate} - (\text{conteúdo do TGI} + \text{urina} + \text{bile})$ .

Para o estudo do crescimento alométrico foi utilizada a metodologia proposta por Huxley (1932), onde é feita uma regressão do peso dos componentes, em função do peso do corpo vazio. O crescimento foi avaliado pela correlação do crescimento de cada parte com o crescimento do corpo vazio, utilizando-se a equação potencial  $Y=aX^b \varepsilon$  linearizada, por transformação logarítmica ( $\ln Y = \ln a + b \ln X + \ln \varepsilon$ ). Onde  $Y$  = peso do componente,  $X$  = peso do corpo vazio, “a” é o intercepto da regressão sobre  $X$  e “b” é o coeficiente de regressão ou de alometria,  $\varepsilon$ = erro multiplicativo,  $\ln$ = logaritmo neperiano. A alometria classifica como sendo de crescimento intermediário ( $b=1$ ) aqueles componentes que crescem na mesma velocidade que o corpo vazio, como precoce ( $b<1$ ) quando o componente cresce a uma velocidade superior ao corpo e tardio ( $b>1$ ) quando o componente cresce a uma velocidade inferior à do corpo.

Foi utilizado o PROC REG do Software Estatístico SAS (1999), e procedido o teste t para a verificação de  $H_0 : b = 1$ , que classifica os diferentes coeficientes de alometria de acordo com a natureza do crescimento. Os coeficientes de alometria de cada componente e de cada genótipo foram testados pelo teste F, utilizando variável binária (GRAYBILL, 1976; REGAZZI & LEITE, 1992; REGAZZI, 1993) para a comparação entre os grupos genéticos. O modelo estatístico que descreve os dados é o seguinte:  $Y_{ij} = \mu + b_1 X_{i1} + \varepsilon_{(ij)}$ . Em que:  $Y_{ij}$  = valores observados para o log do peso do componente no nível  $i$  de tratamentos na repetição  $j$ ;  $\mu$  = média geral;  $b_1$ = coeficiente de regressão;  $X_{i1}$ = logaritmo do PCV, PCF ou PC;  $\varepsilon_{(ij)}$ = log do erro experimental que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

Na análise do peso e rendimento dos componentes corporais foi utilizado o PROC GLM do software estatístico Statistical Analysis System - SAS (1999) e procedido o teste t de Student para a comparação múltipla das médias. O seguinte modelo estatístico descreve as variáveis:  $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{(ijk)}$  Em que:  $Y_{ijk}$  = valores observados para as variáveis supracitadas no nível  $i$  de tratamentos (grupo genético), no nível  $j$  de pesos de abate, na repetição  $k$ ;  $\mu$  = média comum a todas as observações;  $\alpha_i$  = efeito do nível  $i$  de grupo genético ( $i = 1$  e  $2$ );  $\beta_j$  = efeito do nível  $j$  de peso de abate ( $j = 1, 2, 3$  e  $4$ );  $(\alpha\beta)_{ij}$  = interação entre o grupo genético e o peso de abate;  $\varepsilon_{(ijk)}$  = erro experimental que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

## Resultados e discussão

Na tabela 1 observa-se efeito marcante do grupo genético para a porcentagem dos seguintes órgãos: rúmen/retículo, intestino delgado e intestino grosso, rins e bexiga. Os cordeiros mestiços apresentaram maior proporção dos órgãos da cavidade abdominal quando comparados aos cordeiros puros. Cordeiros Santa Inês apresentam menores proporções de órgãos internos quando comparados a grupos genéticos especializados, e que seria essa uma característica de adaptabilidade, pois diminuiria as exigências de manutenção desses animais.

O peso de abate exerceu influência sobre a proporção de todos os órgãos da cavidade abdominal. A proporção desses órgãos diminuiu à medida que o animal aumenta de peso vivo, isso se deve à natureza do crescimento destes componentes que apresentam crescimento precoce (tabela 9). Aos 45 kg de PV, o abomaso, rúmen/retículo, intestino grosso, rins, baço e pâncreas, apresentam as mesmas proporções que as observadas nos animais de 60 kg, ou seja, neste peso, os animais tinham estes órgãos completamente desenvolvidos em relação ao corpo vazio. Omaso, fígado e

vesícula têm, aos 30 kg de PV, as mesmas proporções observadas nos animais mais pesados. A proporção do intestino delgado decresce continuamente até os 60 kg de peso vivo.

Rosa et al. (2002) relataram porcentagens, em função do peso do corpo vazio de 0,337 e 1,945 para rins e fígado, respectivamente, de cordeiros da raça Texel. Corroborando com os autores, Silva Sobrinho et al. (2003) ao trabalharem com cordeiros Ile de France x Ideal, abatidos ao 30 kg de peso vivo encontraram os seguintes valores: fígado (2,297%); pâncreas (0,180%); baço (0,175%); rins (0,398%) e bexiga (0,037%). Esses valores estão próximos aos encontrados para os animais abatidos na mesma faixa de peso pelo presente estudo.

Yamamoto et al. (2004), trabalhando com porcentagem de órgãos em função do peso de abate, observaram que, aos 30 kg de peso vivo, cordeiros Santa Inês apresentaram valores de 0,21 para baço e 2,85 para fígado e os cordeiros cruzados com Dorset e 0,21 e 2,35, respectivamente. Os animais abatidos aos 30 kg, no presente estudo, apresentaram as proporções de 0,264 e 0,237 para o baço de cordeiros puros e cruzados, respectivamente e 2,316 e 2,239 para a proporção de fígado dos mesmos.

Tabela 1. Porcentagem dos órgãos da cavidade abdominal em função do peso do corpo vazio de cordeiros Lacaune x Santa Inês (LS) e Santa Inês puros (SS) abatidos em diferentes pesos

Peso	Grupo Genético		Média	Probabilidade			EPM		CV
	LS	SS		GG	Peso	GGx Peso	GG	Peso	
Abomaso									
15	0,716	0,621	0,669 a	0,089	<0,0001	0,645	0,0252	0,0587	20,58
30	0,537	0,486	0,512 b						
45	0,386	0,394	0,390 c						
60	0,457	0,342	0,400 c						
Média	0,524	0,461	0,493						
Omaso									
15	0,326	0,254	0,290 a	0,2593	0,0002	0,303	0,132	0,0191	24,79
30	0,210	0,219	0,215 b						
45	0,181	0,194	0,187 b						
60	0,181	0,144	0,162 b						
Média	0,225	0,203	0,214						
Rúmen/Reticulo									
15	3,037	2,769	2,904 a	0,0016	<0,0001	0,474	0,0544	0,0766	8,15
30	2,702	2,420	2,561 b						
45	2,027	1,893	1,960 c						
60	2,069	1,587	1,828 c						
Média	2,459	2,168	2,314						
Fígado									
15	2,162	2,497	2,330 a	0,94	0,0004	0,147	0,0605	0,0878	11,67
30	2,316	2,239	2,278 ab						
45	2,135	1,996	2,065 b						
60	1,855	1,714	1,785 b						
Média	2,117	2,112	2,115						
Vesícula									
15	0,013	0,012	0,013 a	0,9842	<0,0001	0,848	0,0005	0,00075	24,05
30	0,008	0,009	0,009 b						
45	0,008	0,007	0,008 b						
60	0,006	0,007	0,007 b						
Média	0,009	0,009	0,009						

Intestino delgado									
15	4,009	4,132	4,07 a	0,0152	<,0001	0,144	0,0741	0,1046	11,27
30	3,088	2,557	2,823 b						
45	2,210	1,900	2,055 c						
60	1,683	1,312	1,490 d						
Média	2,748	2,475	2,612						
Intestino Grosso									
15	1,919	1,727	1,823 a	0,0234	<,0001	0,974	0,0471	0,0669	14,52
30	1,478	1,286	1,383 b						
45	1,160	1,037	1,098 c						
60	1,001	0,861	0,931c						
Média	1,389	1,228	1,309						
Rins									
15	0,449	0,445	0,447 a	0,0157	<,0001	0,104	0,0080	0,0116	9,21
30	0,438	0,365	0,401 b						
45	0,314	0,274	0,294 c						
60	0,267	0,266	0,267 c						
Média	0,367	0,338	0,353						
Baço									
15	0,264	0,260	0,262 a	0,6650	0,0030	0,365	0,0077	0,0111	13,41
30	0,264	0,237	0,250 a						
45	0,194	0,222	0,208 b						
60	0,224	0,207	0,215 b						
Média	0,237	0,232	0,235						
Bexiga									
15	0,071	0,050	0,06 a	0,0236	0,0001	0,142	0,0030	0,0039	28,25
30	0,055	0,034	0,045 b						
45	0,031	0,032	0,031 c						
60	0,036	0,033	0,034 bc						
Média	0,048	0,037	0,043						
Pâncreas									
15	0,229	0,221	0,225 a	0,853	<,00001	0,101	0,0059	0,0085	14,66
30	0,189	0,154	0,172 b						
45	0,125	0,139	0,132 c						
60	0,106	0,130	0,118 c						
Média	0,162	0,161	0,162						

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente para o efeito do peso de abate, pelo teste t a 5% de probabilidade.

Não foi observado efeito do genótipo para porcentagem de nenhum dos órgãos da cavidade torácica (tabela 2), porém há efeito marcante do peso de abate no rendimento dos referidos órgãos. Aos 30 kg de PV esses órgãos já haviam atingido as proporções encontradas nos animais mais pesados. A interação entre grupo genético e peso de abate foi significativa para o pulmão sendo que aos 15 kg o pulmão dos animais mestiços é proporcionalmente maior, o comportamento não se repete nos pesos de abate sequenciais.

Rosa et al. (2002), ao abater cordeiros Texel aos 33 kg de PV, determinou porcentagens de pulmão/traqueia de 1,225 e de coração 0,551. Silva Sobrinho et al. (2003), trabalhando com cordeiros cruzados, na mesma faixa de peso, encontraram valores para a porcentagem do pulmão/traqueia na ordem de 1,548 e para o diafragma de 0,591. Aos 30 kg de PV os animais abatidos neste experimento apresentaram proporções de 0,701; 0,523 e 1,689 para coração

diafragma e pulmões, respectivamente. A proporção dos órgãos da cavidade torácica é menos afetada, por se tratarem de órgãos mais “vitais” e de desenvolvimento precoce. Estes órgãos sofrem menor efeito de fatores intrínsecos como o genótipo e extrínsecos como o nível nutricional.

Tabela 2. Porcentagem dos órgãos da cavidade torácica em relação ao peso do corpo vazio de cordeiros Lacaune x Santa Inês (LS) e Santa Inês puros (SS) abatidos em diferentes pesos

Peso	Grupo genético (GG)		Média	Probabilidade			EPM		CV
	LS	SS		GG	Peso	GGxP	GG	Peso	
Coração									
15	0,874	0,857	0,865 a	0,5191	0,0002	0,8502	0,028	0,0302	11,39
30	0,695	0,707	0,701 b						
45	0,712	0,764	0,738 b						
60	0,653	0,682	0,667 b						
Média	0,733	0,753	0,743						
Diafragma									
15	0,511	0,484	0,500 ab	0,1787	0,0302	0,1141	0,0077	0,0109	5,41
30	0,525	0,519	0,523 a						
45	0,488	0,465	0,479 b						
60	0,504	0,473	0,477 b						
Média	0,502	0,487	0,495						
Traqueia/Esôfago									
15	1,001	0,617	0,810 a	0,1171	0,0005	0,0821	0,0452	0,0656	32,31
30	0,572	0,542	0,557 b						
45	0,458	0,408	0,433 b						
60	0,414	0,464	0,439 b						
Média	0,611	0,508	0,560						
Pulmões									
15	1,60aB	1,803 aA	1,702	0,6452	<.0001	0,0241	0,0362	0,0743	10,31
30	1,596 aA	1,781 aA	1,689						
45	1,248 bA	1,10 bA	1,174						
60	1,205 bA	1,061 bA	1,133						
Média	1,412	1,436	1,424						

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste t a 5% de probabilidade.

Na tabela 3 observa-se um aumento nas proporções dos depósitos de gordura com a elevação do peso abate dos animais. Isto se deve ao fato do crescimento do tecido adiposo ser tardio (tabela 9), tendo suas proporções aumentadas ao longo da curva de crescimento. O mesmo comportamento foi observado por Geraseev et al. (2007), ao avaliar o tamanho dos diferentes depósitos de gordura em cordeiros Santa Inês, submetidos a diferentes manejos alimentares.

A proporção de gordura pélvica foi afetada pelo genótipo e os animais mestiços apresentaram uma menor proporção deste depósito quando comparados aos animais puros. Os depósitos de gordura mesentérica e inguinal foram afetados exclusivamente pelo peso de abate e, em ambos os casos, os animais de 45 kg apresentavam a mesma proporção que os animais de 60 kg. Houve efeito da interação sobre os depósitos de gordura omental e perirrenal. Observa-se que, aos 60 kg de peso vivo, os animais mestiços apresentaram uma proporção de gordura omental e perirrenal inferior do que a observada nos animais puros.



Tabela 3. Porcentagem dos depósitos de gordura em função do peso do corpo vazio de cordeiros Lacaune x Santa Inês (LS) e Santa Inês puros (SS) abatidos em diferentes pesos

Peso	Grupo genético		Média	Probabilidade			EPM		CV
	LS	SS		GG	Peso	GGxP	GG	Peso	
Omental									
15	0,465 bA	0,75 cA	0,608	0.0214	<0,0001	0.0013	0,1718	0,3525	31,08
30	1,379 bA	1,86 bA	1,620						
45	3,356 aA	2,77 bA	3,063						
60	2,896 aB	5,284 aA	4,09						
Média	2,074	2,669	2,372						
Mesentérica									
15	0.853	0.918	0,886 b	0.1207	<0,0001	0.3902	0,0974	0,1413	27,40
30	1,012	1,376	1,194 b						
45	1,989	1,901	1,945 a						
60	1,678	2,221	1,950 a						
Média	1,383	1,604	1,494						
Perirrenal									
15	0,381 cA	0,788 cA	0,585	0,0270	<0,0001	0,0140	0,0899	0,1650	29,53
30	0,916 bA	1,001 cA	0,959						
45	1,837 aA	1,552 bA	1,695						
60	1,434 aB	2,42 aA	1,927						
Média	1,142	1,440	1,291						
Pélvica									
15	0,116	0,238	0,177 b	<0,0001	<0,0001	0,6039	0,0141	0,0205	23,11
30	0,186	0,242	0,214 b						
45	0,247	0,327	0,287 a						
60	0,287	0,405	0,346 a						
Média	0,209	0,303	0,256						
Inguinal									
15	0,089	0,259	0,174 c	0,1205	<0,0001	0,2119	0,0238	0,0346	24,33
30	0,375	0,403	0,389 b						
45	0,522	0,500	0,511 a						
60	0,572	0,613	0,592 a						
Média	0,389	0,444	0,417						

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste t a 5% de probabilidade.

Na tabela 4 observa-se que não houve efeito do genótipo sobre nenhum dos componentes não-carcaça avaliados, com exceção do sangue. Rosa et al. (2002), ao sacrificar cordeiros Texel com 33 kg de peso vivo, determinaram porcentagens de 3,769; 2,434 e 12,921 para cabeça, patas e pele respectivamente. Esses valores divergem do presente estudo, provavelmente, em virtude da diferença entre os genótipos utilizados.

Yamamoto et al. (2004), avaliando o peso e porcentagem dos componentes não carcaça de cordeiros Santa Inês e cruzados Santa Inês x Dorset, alimentados com diferentes fontes de óleo vegetal, encontraram os seguintes resultados: sangue 4,57 e 4,85%; pele 8,17 e 8,82%; cabeça 5,78 e 5,96e patas 2,74 e 2,91% para animais puros e cruzados, respectivamente. As porcentagens de cabeça e patas, encontradas no presente estudo, são superiores às encontradas pelos autores e para pele e sangue os valores estão próximos.

Pires et al. (2000) reiteram que o aumento do peso vivo ao abate acarreta maiores proporções de pele, trato gastrintestinal, intestinos e estômagos e menor rendimento de carcaça. Com exceção da pele, o aumento das proporções dos componentes citados pelos autores não ocorreu no presente estudo, em consequência da natureza precoce do crescimento dos componentes avaliados.

Tabela 4. Porcentagem dos componentes não carcaça em relação ao peso do corpo vazio de cordeiros Lacaune x Santa Inês (LS) e Santa Inês puros (SS) abatidos em diferentes pesos

Peso	Grupo genético		Média	Probabilidade			EPM		CV
	LS	SS		GG	Peso	GG x Peso	GG	Peso	
Cabeça									
15	8,502	8,886	8,694 c	0,1337	<0,0001	0,4547	0,1095	0,1589	6,18
30	7,120	7,272	7,196 b						
45	6,412	6,968	6,690 c						
60	6,183	6,050	6,116 d						
Média	7,054	7,294	7,174						
Patas									
15	3,798	3,664	3,731 a	0,2479	<0,0001	0,1919	0,0446	0,0647	5,95
30	3,181	3,156	3,169 b						
45	2,709	2,838	2,774 c						
60	2,596	2,328	2,462 d						
Média	3,071	2,997	3,034						
Pele									
15	7,431	7,958	7,694 b	0,9454	0,0002	0,1624	0,1835	0,2663	8,69
30	8,987	8,747	8,867 a						
45	8,463	9,116	8,79 a						
60	9,980	9,111	9,545 a						
Média	8,715	8,733	8,724						
Pênis									
15	0,158	0,257	0,208 b	0,0557	0,0103	0,1563	0,129	0,0173	21,83
30	0,265	0,290	0,278 a						
45	0,214	0,223	0,219 b						
60	0,192	0,196	0,194 b						
Média	0,208	0,241	0,225						
Sangue									
15	5,771	5,207	5,489 a	0,0425	0,0138	0,1748	0,0862	0,1219	5,76
30	5,339	5,329	5,334 b						
45	4,947	4,996	4,971 bc						
60	5,224	4,673	4,948 c						
Média	5,320	5,051	5,186						
Testículos									
15	0,192	0,220	0,205 b	0,8516	<0,0001	0,5705	0,0313	0,0416	20,61
30	0,774	0,794	0,784 a						
45	0,801	0,682	0,742 a						
60	0,848	0,886	0,867 a						
Média	0,654	0,645	0,650						

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste t a 5% de probabilidade.

Na tabela 5 pode ser observada a variação de peso dos órgãos da cavidade abdominal em função do genótipo e do peso de abate. Observa-se que houve efeito da interação sobre o peso absoluto do rúmen/retículo, onde aos de 60 kg de PV os cordeiros mestiços apresentam um maior peso do referido órgão quando comparado aos animais puros. O peso de abate influenciou o peso de todos os órgãos estudados. Para os órgãos da cavidade torácica. Não houve efeito do genótipo sobre o peso de nenhum dos componentes avaliados e o peso de abate exerceu influência sobre todos eles. Observa-se aumento do peso dos órgãos, à medida que aumenta o peso de abate.

Sumarizando os resultados encontrados por Geraseev et al. (2008) tem-se os seguintes pesos (kg), para os principais órgãos de cordeiros abatidos aos 45 kg de PV e em alimentação *ad libitum*: pulmões 0,531; traqueia/esôfago 0,366; coração 0,251; rúmen/retículo 0,806; omaso 0,085; abomaso 0,168; intestino delgado 0,900; intestino grosso 0,465; pâncreas 0,052; fígado 0,834 e baço 0,084. Os valores encontrados pelos autores estão muito próximos aos encontrados pelo presente estudo. Os resultados, ainda, corroboram com Clementino et al. (2007), que trabalharam com cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês.

Tabela 5. Peso absoluto (kg) dos órgãos da cavidade abdominal e torácica de cordeiros Lacaune x Santa Inês (LS) e Santa Inês puros (SS) abatidos em diferentes pesos

Peso	Grupo genético		Média	Probabilidade			EPM		CV
	LS	SS		GG	Peso	GG x P	GG	Peso	
Abomaso									
15	0,093	0,087	0,090c	0,0895	<0,0001	0,0616	0,0065	0,0094	18,24
30	0,135	0,133	0,134b						
45	0,156	0,162	0,159b						
60	0,249	0,186	0,217a						
Média	0,158	0,142	0,150						
Omaso									
15	0,043	0,036	0,039c	0,4497	<0,0001	0,1391	0,0032	0,0046	20,41
30	0,053	0,060	0,057b						
45	0,073	0,079	0,076a						
60	0,099	0,078	0,088a						
Média	0,067	0,063	0,065						
Rúmen/Retículo									
15	0,415dA	0,387 cA	0,401	0,0030	<0,0001	0,0095	0,0366	0,0366	8,84
30	0,671cA	0,658 bA	0,665						
45	0,826 bA	0,774 aA	0,800						
60	1,131 aA	0,863 aB	0,997						
Média	0,761	0,670	0,716						
Fígado									
15	0,282	0,348	0,315 d	0,8003	<0,0001	0,2937	0,0203	0,0295	12,61
30	0,589	0,612	0,600 c						
45	0,862	0,819	0,840 b						
60	1,009	0,933	0,971 a						
Média	0,686	0,678	0,682						
Vesícula									
15	0,0018	0,0018	0,0018 d	0,3458	<0,0001	0,7725	0,0001	0,0002	20,28
30	0,0022	0,0025	0,0024 c						
45	0,0032	0,0032	0,0033 b						
60	0,0038	0,0043	0,0040 a						
Média	0,0028	0,0030	0,0029						

Intestino Delgado									
15	0,521 cA	0,577 bA	0,549	0,0085	<0,0001	0,0334	0,0213	0,0309	12,09
30	0,784 bA	0,699 aA	0,742						
45	0,892 aA	0,779aA	0,836						
60	0,915 aA	0,713 aB	0,814						
Média	0,778	0,692	0,735						
Intestino Grosso									
15	0,249	0,240	0,245 d	0,0372	<0,0001	0,5515	0,0122	0,0177	13,08
30	0,375	0,352	0,363 c						
45	0,469	0,426	0,448 b						
60	0,544	0,468	0,506 a						
Média	0,409	0,371	0,390						
Rins									
15	0,058	0,062	0,06 d	0,1294	<0,0001	0,2096	0,0024	0,0036	9,58
30	0,111	0,099	0,105 c						
45	0,127	0,113	0,119 b						
60	0,145	0,145	0,145 a						
Média	0,110	0,105	0,108						
Baço									
15	0,034	0,036	0,035 d	0,7968	<0,0001	0,2344	0,0025	0,0036	14,21
30	0,067	0,065	0,067 c						
45	0,079	0,092	0,085 b						
60	0,122	0,113	0,117 a						
Média	0,075	0,076	0,076						
Bexiga									
15	0,009	0,007	0,008 c	0,0882	<0,0001	0,2622	0,0007	0,0009	21,64
30	0,014	0,009	0,012 b						
45	0,012	0,014	0,013 b						
60	0,020	0,018	0,019 a						
Média	0,014	0,012	0,013						
Pâncreas									
15	0,030	0,031	0,03 d	0,1447	<0,0001	0,0767	0,0017	0,0024	14,76
30	0,048	0,042	0,045 c						
45	0,051	0,057	0,054 b						
60	0,058	0,071	0,064 a						
Média	0,047	0,050	0,049						
Coração									
15	0,114	0,119	0,116 d	0,0809	<0,0001	0,8562	0,0063	0,0091	11,03
30	0,176	0,193	0,184 c						
45	0,288	0,314	0,3 b						
60	0,355	0,371	0,363 a						
Média	0,233	0,249	0,241						
Diafragma									
15	0,061	0,069	0,065 c	0,1787	0,0302	0,1141	0,0063	0,0063	6,57
30	0,132	0,145	0,139 b						
45	0,207	0,184	0,196 a						
60	0,267	0,250	0,259 a						
Média	0,167	0,162	0,165						
Traqueia/Esôfago									
15	0,130	0,086	0,108 c	0,6957	0,0003	0,5489	0,0132	0,0191	32,92
30	0,144	0,149	0,146 bc						
45	0,186	0,168	0,177 b						
60	0,225	0,253	0,239 a						
Média	0,171	0,164	0,168						

Pulmões									
15	0,208dA	0,251dA	0,229	0,9251	<0,0001	0,0091	0,0121	0,0176	11,56
30	0,406cB	0,486cA	0,447						
45	0,504bA	0,452bA	0,478						
60	0,654aA	0,576aB	0,615						
Média	0,443	0,441	0,442						

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente para o efeito de peso e abate e grupo genético, respectivamente, pelo teste t a 5% de probabilidade.

Como observado para a proporção dos depósitos de gordura, o peso dos mesmos depósitos, também, sofreu alteração à medida que o peso do animal foi aumentado (tabela 6). A quantidade de gordura pélvica foi maior nos cordeiros Santa Inês e a interação foi significativa para o tamanho das gorduras omental e perirrenal. Em ambos os casos os cordeiros puros tiveram maiores tamanhos dos referidos depósitos.

Geraseev et al. (2007), ao avaliar o tamanho dos depósitos de gordura de cordeiros Santa Inês, abatidos aos 45 kg de PV, encontraram os seguintes valores médios: gordura omental 821 g, mesentérica 563 g, perirrenal 410 g, pélvica 140 g e inguinal 178 g. Com exceção da gordura pélvica, o tamanho de todos os depósitos encontrados pelo presente estudo foi superior aos determinados pelos autores supracitados. Isso pode ser atribuído ao nível superior de concentrado consumido pelos animais do presente estudo.

Tabela 6. Peso absoluto (kg) dos depósitos de gordura de cordeiros Lacaune x Santa Inês (LS) e Santa Inês puros (SS) abatidos em diferentes pesos

Peso	Grupo genético		Média	Probabilidade			EPM		CV
	LS	SS		GG	Peso	GGxPeso	GG	Peso	
Omental									
15	0,061 bA	0,105 dA	0,083	0,0049	<0,0001	<,0001	0,0692	0,1004	29,82
30	0,35 bA	0,51 cA	0,43						
45	1,434 aA	1,137 bA	1,286						
60	1,576 aB	2,873 aA	2,225						
Média	0,855	1,156	1,006						
Mesentérica									
15	0,112	0,129	0,12 d	0,0938	<0,0001	0,2607	0,0415	0,0602	31,19
30	0,256	0,376	0,316 c						
45	0,803	0,781	0,791 b						
60	0,915	1,209	1,062 a						
Média	0,522	0,624	0,573						
Perirrenal									
15	0,05 bA	0,109 cA	0,08	0,0211	<0,0001	0,0024	0,0692	0,1004	31,87
30	0,233 bA	0,274 cA	0,254						
45	0,741 aA	0,637 bA	0,689						
60	0,781 aB	1,315 aA	1,048						
Média	0,451	0,584	0,518						
Pélvica									
15	0,015	0,033	0,024 d	0,0006	<0,0001	0,2448	0,0061	0,0089	27,22
30	0,047	0,066	0,057 c						
45	0,100	0,134	0,117 b						
60	0,157	0,220	0,188 a						
Média	0,080	0,113	0,097						

Inguinal									
15	0,012	0,036	0,024 d	0,3401	<0,0001	0,8828	0,0099	0,0144	26,11
30	0,096	0,110	0,103 c						
45	0,211	0,206	0,208 b						
60	0,312	0,333	0,322 a						
Média	0,158	0,171	0,165						

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente para o efeito do peso de abate e do grupo genético, respectivamente, pelo teste t a 5% de probabilidade

Na tabela 7 pode ser observado o peso dos demais componentes não carcaça para os diferentes genótipos nos diferentes pesos de abate. Observa-se que a cabeça dos animais puros foi mais pesada. A menor cabeça dos animais mestiços pode ser explicada pelas características da raça paterna, por ser um genótipo para a produção de leite. A raça Lacaune apresenta características de corpo próprias de animais leiteiros, como corpo anguloso, cabeça menor e mais feminina.

Houve efeito da interação sobre o peso das patas e da pele e, para os dois componentes, os animais mestiços apresentaram maiores pesos aos 60 kg de PV. Por possuírem lã, os animais mestiços apresentam peles mais pesadas. Isso só foi evidenciado aos 60 kg, quando os animais estavam próximos de seu peso adulto e acumularam o máximo de lã.

Tabela 7. Peso absoluto (kg) dos demais componentes não carcaça de cordeiros Lacaune x Santa Inês (LS) e Santa Inês puros (SS) abatidos em diferentes pesos

Peso	Grupo genético		Média	Probabilidade			EPM		CV
	LS	SS		GG	Peso	GGxPeso	GG	Peso	
Cabeça									
15	1,104	1,238	1,17 d	0,0133	<0,0001	0,1188	0,0338	0,0490	6,26
30	1,811	1,987	1,898 c						
45	2,593	2,862	2,727 b						
60	3,359	3,288	3,323 a						
Média	2,217	2,344	2,281						
Patas									
15	0,493 dA	0,510 dA	0,501	0,9574	<0,0001	0,0033	0,0141	0,0204	6,25
30	0,809 cA	0,862 cA	0,836						
45	1,096 bA	1,167 bA	1,131						
60	1,412 aA	1,266 aB	1,338						
Média	0,952	0,951	0,952						
Pele									
15	0,969 dA	1,108 dA	1,039	0,8032	<0,0001	0,0406	0,0669	0,0971	9,40
30	2,284 cA	2,391 cA	2,338						
45	3,42 bA	3,742 bA	3,581						
60	5,428 aA	4,955 aB	5,192						
Média	3,026	3,049	3,038						
Pênis									
15	0,021	0,036	0,028 d	0,0645	<0,0001	0,6873	0,0031	0,0044	17,57
30	0,068	0,079	0,074 c						
45	0,087	0,092	0,089 b						
60	0,105	0,107	0,106 a						
Média	0,070	0,078	0,074						
Sangue									



15	0,736	0,721	0,729 d	0,9104	<0,0001	0,0575	0,0394	0,0571	5,50
30	1,296	1,409	1,353 c						
45	1,858	2,039	1,949 b						
60	2,881	2,626	2,753 a						
Média	1,693	1,699	1,696						
Testículos									
15	0,025	0,031	0,028 d	0,9585	<0,0001	0,5926	0,0128	0,0185	21,92
30	0,198	0,217	0,207 c						
45	0,324	0,282	0,303 b						
60	0,461	0,482	0,471 a						
Média	0,252	0,253	0,253						

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente para o efeito do peso de abate e do grupo genético, respectivamente, pelo teste t a 5% de probabilidade

A análise conjunta de todos os dados de peso e porcentagem dos órgãos internos mostra que os cordeiros puros apresentam órgãos menores, e isto hipoteticamente reduziria as exigências de manutenção desses animais, em contrapartida esses cordeiros depositam quantidades superiores de gordura nos depósitos internos. Essa alta quantidade de energia, depositada na forma de gordura, tem um alto custo energético, pois, a gordura concentra muita energia em quantidades pequenas de tecido, promovendo poucas mudanças no peso dos animais.

Segundo Berg; Butterfield (1976) órgãos e vísceras são de desenvolvimento precoce e o fenômeno ocorre com maior intensidade em estágios iniciais da vida do animal. Isto ocorre porque o desenvolvimento é mais acelerado na fase inicial da vida e, com o avançar da idade a velocidade de crescimento do tecido muscular e, principalmente do adiposo, torna-se maior, de modo que os órgãos internos passam a representar menor proporção do peso corporal vazio (SANTOS et al., 2009).

Na Tabela 8 podem ser observados os valores dos parâmetros estimados das equações de alometria dos componentes corporais (órgãos internos, depósitos de gordura e componentes não-carcaça), a classificação dos coeficientes de regressão e a comparação entre os genótipos.

Tabela 8. Parâmetros estimados para as equações de alometria dos órgãos internos, depósitos de gordura e componentes não carcaça de cordeiros de diferentes grupos genéticos (GG): Lacaune x Santa Inês (LS) e Santa Inês puros (SS) abatidos no intervalo de peso de 15-60 kg de peso vivo.

Órgão	GG	a	b	s (b)	r <sup>2</sup>	t	F <sup>l</sup>
Abomaso	LS	0,0190	0,6075	0,0836	0,77	B<1**	0,904
	SS	0,0177	0,5933	0,0826	0,77	B<1**	
Omaso	LS	0,0094	0,5649	0,0786	0,77	B<1**	0,404
	SS	0,0049	0,7225	0,1723	0,53	B=1 <sup>ns</sup>	
Rúmen/Ret	LS	0,0593	0,7207	0,0531	0,92	B<1**	0,408
	SS	0,0688	0,6554	0,0567	0,89	B<1**	
Fígado	LS	0,0275	0,9191	0,0573	0,94	B=1 <sup>ns</sup>	0,031
	SS	0,0498	0,7439	0,0515	0,93	B<1**	
Vesícula	LS	0,0004	0,5321	0,0997	0,65	B<1**	0,479
	SS	0,0003	0,6320	0,0965	0,74	B<1**	
Int. Delg	LS	0,1881	0,4118	0,0524	0,80	B<1**	0,008
	SS	0,3559	0,1909	0,0576	0,42	B<1**	
Int. Grosso	LS	0,0629	0,5412	0,0467	0,89	B<1**	0,6747
	SS	0,0630	0,5081	0,0634	0,81	B<1**	

Rins	LS	0,0120	0,6386	0,0575	0,89	B<1**	0,567
	SS	0,0013	0,5975	0,0431	0,92	B<1**	
Baço	LS	0,0041	0,8357	0,0584	0,93	B<1*	0,918
	SS	0,0039	0,8448	0,0649	0,91	B<1*	
Bexiga	LS	0,0027	0,4611	0,1182	0,50	B<1**	0,134
	SS	0,0010	0,6835	0,0800	0,82	B<1**	
Pâncreas	LS	0,0098	0,4514	0,0593	0,58	B<1**	0,131
	SS	0,0059	0,6067	0,0814	0,78	B<1**	
Coração	LS	0,0136	0,8137	0,0520	0,75	B<1**	0,606
	SS	0,0124	0,8512	0,0494	0,95	B<1**	
Diafragma	LS	0,0053	0,9876	0,0429	0,79	B=1 ns	0,968
	SS	0,0049	0,9905	0,0616	0,94	B=1 ns	
Traq/Esôfago	LS	0,0478	0,3577	0,1477	0,28	B<1**	0,048
	SS	0,0121	0,7348	0,1055	0,76	B<1*	
Pulmões	LS	0,0287	0,7856	0,0441	0,95	B<1**	0,020
	SS	0,0590	0,5737	0,0756	0,79	B<1**	
Omental	LS	0,0001	2,4112	0,1541	0,94	B>1**	0,776
	SS	0,0002	2,3582	0,0982	0,97	B>1**	
Mesentérica	LS	0,0019	1,5584	0,1162	0,92	B>1**	0,550
	SS	0,0016	1,6488	0,0928	0,95	B>1**	
Perirrenal	LS	0,0003	2,0517	0,1569	0,91	B>1**	0,168
	SS	0,0009	1,7840	0,1019	0,95	B>1**	
Pélvica	LS	0,0002	1,6377	0,1446	0,89	B>1**	0,124
	SS	0,0008	1,3700	0,0834	0,94	B>1**	
Inguinal	LS	0,0000	2,3571	0,1609	0,93	B>1**	0,001
	SS	0,0004	1,6588	0,0983	0,94	B>1**	
Cabeça	LS	0,1512	0,7716	0,0209	0,98	B<1**	0,358
	SS	0,1772	0,7366	0,0315	0,97	B<1**	
Patas	LS	0,0764	0,7258	0,0271	0,97	B<1**	0,404
	SS	0,0841	0,6928	0,0279	0,97	B<1**	
Pele	LS	0,0478	1,1753	0,0388	0,98	B>1**	0,246
	SS	0,0603	1,1066	0,0435	0,97	B>1*	
Pênis	LS	0,0011	1,1653	0,0109	0,88	B>1**	0,051
	SS	0,0039	0,8439	0,1151	0,78	B=1ns	
Sangue	LS	0,0689	0,9127	0,0577	0,94	B=1ns	0,538
	SS	0,0584	0,9549	0,0342	0,98	B=1ns	
Testículos	LS	0,0002	2,0558	0,1553	0,92	B>1**	0,763
	SS	0,0002	1,9907	0,1466	0,92	B>1**	

<sup>1</sup> Probabilidade do teste F que compara as taxas de crescimento entre os diferentes grupos genéticos.\* Significativo a  $P<0,05$  \*\* Significativo  $P<0,01$  <sup>ns</sup> não significativo; s(b) erro padrão da média associado a b

Com exceção do omaso dos animais Santa Inês e do fígado dos animais mestiços, que tiveram crescimento classificado como isogônico, todos os demais órgãos da cavidade abdominal foram classificados como de crescimento heterogônico negativo. Kirton, Fourie & Jury (1972 citado por ROSA, 2002) reiteram que a maioria dos órgãos internos dos ovinos é de desenvolvimento precoce. Vieira et al. (2017) ressaltam que os órgãos internos são responsáveis pelas funções primárias no organismo, como a circulação sanguínea o aporte de oxigênio, nutrientes e metabólitos nos tecidos, portanto por via de regra necessitam se desenvolver rapidamente.

A classificação do crescimento do fígado foi diferente entre os dois genótipos. Os cordeiros mestiços apresentaram fígado de crescimento intermediário e cordeiros puros de crescimento

precoce. As taxas de crescimento, também, foram diferentes ( $P = 0,031$ ), os animais mestiços apresentaram maior taxa de crescimento do órgão, que pode ser explicado pelo maior ganho de peso, uma vez que não há diferença no peso final do fígado entre os dois grupos genéticos, ou seja, cordeiros mestiços demoraram menos para atingir o mesmo peso de fígado quando comparados aos puros.

Para o intestino delgado, ambos genótipos apresentaram crescimento heterogônico negativo, porém, os animais mestiços tiveram uma maior taxa de crescimento ( $P = 0,0081$ ). Neste caso, os cordeiros mestiços apresentavam intestinos de maior peso.

Os resultados desse trabalho corroboram com os encontrados por Santos et al. (2009), ao trabalharem com animais Santa Inês. Os autores classificaram como heterogônico negativo o crescimento dos seguintes órgãos: fígado, pâncreas, intestinos delgado e grosso, rúmen/retículo, abomaso e omaso.

Geraseev et al. (2008), trabalhando com animais Santa Inês, classificaram os pré-estômagos como de crescimento tardio e o abomaso de crescimento precoce, intestino delgado e grosso, pâncreas, fígado e baço foram classificados como de crescimento intermediário. De maneira similar, Pires et al. (2000), ao avaliar o crescimento de cordeiros mestiços Texel x Ideal, classificaram o conjunto de estômagos como de crescimento tardio. Estes resultados, divergem do presente estudo. Estas diferenças se devem ao fato de que o intervalo de estudo, em ambos os experimentos, têm início ao nascer do cordeiro considerando, assim, a fase de cria, cujas proporções dos componentes corporais são diferenciadas, fato este não explorado neste trabalho. Roque et al. (1999) classificaram o conjunto de vísceras verdes (estômagos e intestinos) como de crescimento intermediário, esta classificação também difere do presente estudo.

Para os órgãos da cavidade torácica, com exceção do diafragma, que foi classificado como de crescimento isogônico, todos os demais foram classificados como de crescimento precoce. Correlacionando o crescimento do diafragma com o crescimento do músculo da carcaça, a classificação do componente como de crescimento intermediário concorda com Furusho-Garcia et al. (2009) que classificaram o crescimento do músculo na carcaça de cordeiros Santa Inês como de crescimento isogônico.

Geraseev et al. (2008), estudando os efeitos de diferentes manejos alimentares sobre o crescimento dos órgãos internos de cordeiros Santa Inês, classificaram coração e pulmão como de crescimento precoce. Santos et al. (2009) corroboram que a somatória de todos os componentes da cavidade torácica tem crescimento classificado como heterogônico negativo. Esses resultados são coerentes aos encontrados pelo presente experimento.

Os valores aqui demonstrados vão de encontro a Berg & Butterfield (1976) ao relatarem que os órgãos mais vitais crescem precocemente em relação ao corpo. A classificação dos pré-estômagos como de crescimento precoce é em decorrência do fato de que no intervalo estudado, os animais já apresentavam estes componentes completamente desenvolvidos proporcionalmente ao peso do corpo vazio.

Todos os depósitos de gordura foram classificados como de crescimento heterogônico positivo, ou seja, tardio. Estes resultados corroboram com os achados por Santos et al. (2009) e Geraseev et al. (2007) trabalhando com cordeiros Santa Inês até os 45 kg de PV e com Rosa et al. (2002) trabalhando com cordeiros Texel, reiterando, assim, que o desenvolvimento do tecido adiposo não acompanha o crescimento do corpo vazio.

Segundo Santos et al. (2009), a gordura é um fator determinante na escolha do peso de abate, por ser o tecido mais variável na carcaça, variando não somente na quantidade como também na forma de deposição influenciando diretamente o processo de crescimento. O mesmo autor ordena de forma crescente a taxa de crescimento dos depósitos de gordura: cavitária ( $b=1,26$ ), mesentérica ( $b=1,53$ ), perirrenal ( $b=1,8$ ), omental ( $b=2,32$ ). No presente estudo de maneira similar a ordem seria: pélvica ( $b=1,5$ ), mesentérica ( $b=1,59$ ), perirrenal ( $b=1,91$ ), Inguinal ( $b=2,0$ ) e omental ( $b=2,38$ ). Os coeficientes de alometria encontrados neste experimento são superiores aos relatados pelos autores supracitados e esse fato é reflexo do maior intervalo de peso estudado, com animais sendo abatidos até os 60 kg de PV, quando a deposição de gordura é mais intensa. Para a gordura inguinal os cordeiros mestiços apresentaram uma taxa superior de crescimento.

Não houve efeito do genótipo sobre a taxa de crescimento de nenhum dos componentes não-carcaça. A cabeça e as patas tiveram crescimento heterogônico negativo (precoce), corroborando com os achados de Pires et al. (2000) e Rosa et al. (2002) Isto se deve ao fato de que tanto nas patas como na cabeça, proporcionalmente, há uma quantidade superior de tecido ósseo que se desenvolve mais rapidamente que os demais. O crescimento da pele foi classificado como tardio divergindo dos autores supracitados. O sangue foi classificado de crescimento isogônico. A classificação do crescimento do sangue e dos testículos é coerente com a classificação atribuída por Huidobro & Villa-Padierna (1992) que classificaram os mesmos componentes como de crescimento intermediário e tardio, respectivamente.

Vieira et al. (2017) encontraram o mesmo padrão de crescimento para órgãos internos e depósitos de gordura observados no presente estudo. Os autores ao trabalharem com o crescimento alométrico de caprinos leiteiros observaram que os órgãos da cavidade abdominal e torácica apresentam crescimento precoce (heterogônico negativo) e que depósitos de gordura apresentam desenvolvimento tardio (heterogônico positivo).

## Conclusões

Com o crescimento do corpo os órgãos reduzem proporcionalmente sua participação no peso vivo, o que aumenta o rendimento de carcaça. Os cordeiros mestiços apresentam um maior peso e proporção dos órgãos do trato digestivo. A maioria dos órgãos internos dos diferentes grupos genéticos é de desenvolvimento precoce, ou seja, crescem a uma velocidade superior à do corpo, enquanto, os depósitos de gordura aumentam com o peso de abate, por apresentarem desenvolvimento tardio.

## Referências bibliográficas

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University, 1976. 240p.

CLEMENTINO, R.H. et al. Influência dos níveis de concentrado sobre os cortes comerciais, os constituintes não-carcaça e os componentes da perna de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.36, n.3, p.681-688, 2007.

FURUSHO-GARCIA, I.F. et al. Estudo alométrico dos cortes de cordeiros Santa Inês puros e cruzas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.5, p.1416-1422, 2006.

FURUSHO-GARCIA, I.F. et al. Estudo alométrico dos tecidos da carcaça de cordeiros Santa Inês puros ou mestiços com Texel, Ile de France e Bergamácia. Estudo alométrico dos cortes de cordeiros Santa Inês puros e cruzas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, n.3, p.539-546, 2009.

GALVANI, D.B. Crescimento alométrico dos componentes da carcaça de cordeiros Texel × Ile de France confinados do desmame aos 35 kg de peso vivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, n.38, n.9, p. 2574-2578, 2008.

GERASEEV, L.C. et al. Efeito da restrição alimentar pré e pós-natal sobre o crescimento dos órgãos internos de cordeiros Santa Inês. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.60, n.4, p.960-969, 2008.

GERASEEV, L.C. et al. Efeito da restrição pré e pós-natal sobre o crescimento dos depósitos de gordura de cordeiros Santa Inês. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.3, p.782-788, 2007.

GRAYBILL, F.A. **Theory and application of the linear model**. Massachusetts: Duxbury, 1976. 704p.

HUIDOBRO, F.R.; VILLA-PADIerna, A. Estudios sobre crecimiento y desarrollo en corderos de raza Manchega. 1992. 191f. Tesis (Doctoral en Veterinaria) - Universidad Complutense, Madrid, 1992.

HUXLEY, J.S. **Problems of relative growth**. London: Methuen, 1932.

KIRTON, A.H.; FOURIE, P.D.; JURY, K.E. Growth and development of sheep. 3. Growth of carcass and non-carcass components of the southdown and Rommney and thir cross and some relationships with composition. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v.15, p.214- 217, 1972.

PIRES, C.C. et al. Crescimento de cordeiros abatidos com diferentes pesos: constituintes corporais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.5, p.869-873, 2000.

REGAZZI, A.J.; LEITE, H.G. **Análise de regressão: teoria e aplicações em manejo florestal**. Viçosa, MG: UFV, 1992. 236p. (Texto Acadêmico).

REGAZZI, A.J. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão e a igualdade de alguns parâmetros num modelo polinomial ortogonal. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.40, n.228, p.176-195, 1993.

ROSA, G.T. et al. Crescimento de osso, músculo e gordura dos cortes da carcaça de cordeiros e cordeiras em diferentes métodos de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.6, p.2283-2289, 2002.

SANTOS, C.L. et al. Desenvolvimento dos componentes do peso vivo de cordeiros Santa Inês e Bergamácia abatidos em diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.38, n.5, p.923-932, 2009.

SILVA SOBRINHO, A.G. et al. Diferentes dietas e pesos ao abate na produção de órgãos de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.32, n.6, p.1792-1799, 2003, Suplemento 1.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **User's guide:** statistics. Cary, 1999. 956p.

VIEIRA, R.A.M. et al. The ontogenetic allometry of body morphology and chemical composition in dairy goats. **Animal**. The animal consortium, v.12. n.3, p. 538-553, 2017.

YAMAMOTO, S. M. et al. Rendimentos dos cortes e não-componentes das carcaças de cordeiros terminados com dietas contendo diferentes fontes de óleo vegetal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1909-1913, 2004.

Recebido em 20/10/2018

Aceito em 07/11/2018



# Revista Agrária Acadêmica

*Agrarian Academic Journal*

Volume 1 – Número 4 – Nov/Dez (2018)

doi: 10.32406/v1n42018/93-97/agrariacad

## **Avaliação da qualidade microbiológica de leite cru comercializado informalmente no município de Imperatriz – Maranhão**

Evaluation of microbiological quality of raw milk marketed commercially in Imperatriz – Maranhão

Bruna Lorena de Farias Paiva<sup>1\*</sup>, Jhessy Vieira de Souza<sup>2</sup>, Karuane Sartunino da Silva Araújo<sup>3</sup>, Diego Carvalho Viana<sup>4</sup>, Vanderlene Brasil Lucena<sup>5</sup>, Virlane Kelly Lima Hunaldo<sup>6</sup>

<sup>1\*</sup>- Centro de Ciências Agrárias; Universidade Estadual da Região Tocantina Do Maranhão (UEMASUL)- Imperatriz/Maranhão/Brasil; Graduanda do Curso de Medicina Veterinária. E-mail: [bruna\\_lorenafp@hotmail.com](mailto:bruna_lorenafp@hotmail.com)

<sup>2</sup>- Universidade Estadual da Região Tocantina Do Maranhão (UEMASUL)- Imperatriz. Graduanda do Curso de Medicina Veterinária. E-mail: [jhessy\\_vieira@hotmail.com](mailto:jhessy_vieira@hotmail.com)

<sup>3</sup>- Docente da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL). Graduada em Engenharia de Alimentos, Mestre em Ciências da Saúde. E-mail: [karuane@gmail.com](mailto:karuane@gmail.com)

<sup>4</sup>- Docente da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL). Graduado em Medicina Veterinária, Doutor em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres. E-mail: [diego\\_carvalho\\_@hotmail.com](mailto:diego_carvalho_@hotmail.com)

<sup>5</sup>- Coordenadora Laboratorial do Instituto de Ensino Superior do Sul do Maranhão – IESMA (UNISULMA). Graduada em Ciências Biológicas, Especialista em Gerenciamento e Monitoramento Ambiental. E-mail: [vanda\\_brasil@hotmail.com](mailto:vanda_brasil@hotmail.com)

<sup>6</sup>- Docente da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Graduada em Engenharia de Alimentos, Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos. E-mail: [virlanekelly@gmail.com](mailto:virlanekelly@gmail.com)

\* Autor para correspondência

### **Resumo**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade microbiológica do leite cru refrigerado comercializado informalmente no Município de Imperatriz – Maranhão. Foram coletadas nove amostras de leite cru em diversos pontos de vendas e as amostras foram submetidas à pesquisa do Número Mais Provável (NMP) de Coliformes a 35°C e Coliformes a 45°C, detecção de coliformes e patógenos intestinais. Os resultados microbiológicos das amostras analisadas não apresentaram-se em um padrão de qualidade. Como o leite adquirido era por meio do comércio informal, não há como afirmar as causas desta condição precária do leite comercializado no município de Imperatriz – Maranhão.

**Palavras-chave:** Coliformes, comércio, doenças transmitidas por alimentos

### **Abstract**

The objective of this work was to evaluate the microbiological quality of the refrigerated raw milk commercialized informally in the city of Imperatriz – Maranhão. Nine samples of raw milk were collected at several sales points and the samples were submitted to the most probable number (NMP) of Coliforms at 35 °C and Coliforms at 45 °C, detection of coliforms and intestinal pathogens. The microbiological results of the analyzed samples did not present in a quality standard. As the milk purchased was through informal commerce, there is no way to affirm the causes of this precarious condition of milk marketed in the city of Imperatriz – Maranhão.

**Keywords:** Coliforms, trade, foodborne diseases

## **Introdução**

Entende-se por leite, sem outra especificação, o produto oriundo da ordenha completa, ininterrupta em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas (BRASIL, 1997). O consumo deste produto é importante porque é composto por muitos dos nutrientes necessários à boa alimentação, como proteína, gorduras, minerais e açúcares (VASCONCELLOS, 2009).

Ordóñez (2005) enfatizou que a constituição do leite é um excelente substrato para o crescimento de microrganismos e isso implica em um meio propício para disseminação das DVA's (doenças transmitidas por alimentos). E no Brasil ainda existem muitos obstáculos na produção leiteira, em toda a cadeia produtiva, principalmente em relação às condições higiênico-sanitárias, intensificando ainda mais a propagação das DVA'S e no que diz respeito à qualidade deficiente, de acordo com Almeida et al. (2013), os quais em pesquisa no Médio Mearim, no estado do Maranhão, constataram essa qualidade microbiológica do leite insatisfatória.

Em se tratando deste contexto acima comentado, de acordo com Mendes et al. (2010), o comércio informal de leite é uma grande ameaça à saúde pública pois, baseado em dados da Organização Mundial de Saúde (OMS), várias doenças podem ser veiculadas pelo produto, dentre elas, a tuberculose, brucelose e gastroenterites, e isso é uma grave consequência da baixa qualidade do leite proveniente do mercado informal.

Segundo Tronco (2008), a análise microbiológica é indispensável para um primeiro diagnóstico da qualidade do leite. Visto isso, percebeu-se necessário e de grande importância, realizar análises microbiológicas do leite cru comercializado informalmente no Município de Imperatriz – MA, por se tratar de um alimento muito consumido e que pode ser um veiculador de toxi-infecções, trazendo sérios riscos à saúde do consumidor. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade microbiológica do leite cru refrigerado comercializado informalmente no Município de Imperatriz-Maranhão.

## **Materiais e métodos**

Foram coletadas nove amostras de leite cru em diversos pontos de vendas (residências, padarias, mercearias), localizados em bairros do município de Imperatriz – MA. As amostras foram compradas e acondicionadas em caixa térmica e transportadas ao Laboratório de Microbiologia e Saúde da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, para a realização das análises microbiológicas. As amostras foram submetidas à pesquisa do Número Mais Provável (NMP) de Coliformes a 35°C e Coliformes a 45°C, empregando-se séries de três tubos por diluição, segundo metodologia recomendada pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2003). Para isolamento, detecção de coliformes e patógenos intestinais, foi utilizada a contagem em placas com ágar MacConkey, com inoculação da amostra por estrias (BRENNER; FARMER, 2005).

## **Resultados e discussão**

Os resultados encontrados para as análises microbiológicas do leite cru estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado das análises microbiológicas do leite cru do município de Imperatriz – Maranhão.

Amostras	C.t. (NMP/mL)	C.T. (NMP/mL)	EBAC (colônias típicas)
1	$>1,1 \times 10^2$	$>1,1 \times 10^2$	Presença
2	$>2,4 \times 10^2$	$>2,4 \times 10^2$	Presença
3	$>2,4 \times 10^2$	$>2,4 \times 10^2$	Presença
4	$>2,4 \times 10^2$	$>2,4 \times 10^2$	Presença
5	$>2,4 \times 10^2$	$>2,4 \times 10^2$	Presença
6	$>2,4 \times 10^2$	$>2,4 \times 10^2$	Presença
7	$>2,4 \times 10^2$	$>2,4 \times 10^2$	Presença
8	$>2,4 \times 10^2$	$>2,4 \times 10^2$	Presença
9	$>2,4 \times 10^2$	$>2,4 \times 10^2$	Presença

Legenda: C.t. (Coliformes totais); C.T. (Coliformes Termotolerantes); EBAC (Enterobactérias); NMP/mL (Número Mais Provável/mL).

As amostras em geral, não atenderam a resultados satisfatórios em relação à determinação de Coliformes a 35°C (Coliformes totais) e Coliformes a 45°C (Coliformes Termotolerantes), apresentando contagem acima do padrão estabelecido, o qual é de  $<4$  NMP/ml e  $<2$  NMPml, respectivamente (BRASIL, 2002). Romeiro et al. (2016), em pesquisa com leite cru comercializado informalmente em Teixeira de Freitas – Bahia, também não encontraram amostras com padrão microbiológico.

Pegoraro e Gilioli (2014), em uma avaliação da qualidade microbiológica de três amostras do leite cru comercializado no Oeste de Santa Catarina, detectaram duas amostras em desacordo com a Instrução Normativa 62 (BRASIL, 2002) para coliformes totais e fecais, apresentando resultados  $>110$  NMP/ml para coliformes totais, e segundo os autores, os elevados valores de contagem indicam matérias-primas muito contaminadas, isso provavelmente devido à falta de higiene na produção, limpeza e desinfecção insuficientes.

Valores superiores também foram encontrados por Maciel et al. (2008), avaliando leite cru comercializado em Itapetinga – Bahia. Para coliformes a 35°C verificaram média de  $3,7 \times 10^4$  NMP/mL, e para coliformes a 45°C média de  $1,6 \times 10^4$  NMP/mL constatando com esses resultados que a comercialização desse leite apresenta riscos à saúde de quem consumi-lo.

Fatores que podem influenciar em contagens bacterianas elevadas são a manutenção inadequada do binômio tempo e/ou temperatura (PAIVA, 2007), falhas nos procedimentos de higienização, resíduos de leite presentes nas superfícies dos equipamentos, o contato do leite com animais sujos, ambientes inadequados de produção, falhas na velocidade de resfriamento do leite e leite proveniente de animais com mastite também podem resultar em contagens microbianas elevadas (PINTO et al. 2006).

Mullane et al. (2006) explanam que, dentre os micro-organismos que podem provocar contaminação no leite, destacam-se os pertencentes à família Enterobacteriaceae, os quais são frequentemente usados como indicadores de qualidade de produto.

## Conclusão

Os resultados microbiológicos das amostras analisadas não apresentaram-se em um padrão de qualidade. Como o leite adquirido era por meio do comércio informal, não há como afirmar as causas desta condição precária do leite comercializado no município de Imperatriz, Maranhão. Dentre as possibilidades que podem desencadear esta carga microbiana encontrada no leite avaliado, pode-se citar os problemas inflamatórios nos animais, como a mastite, condições precárias antes, durante ou após a ordenha, deficiências higiênicas nos locais de ordenha, temperatura inadequada ou até mesmo falta de refrigeração durante transporte e armazenamento do leite e vasilhames contaminados. Em resumo, condições higiênico-sanitárias inadequadas desde a ordenha até a comercialização trariam riscos à saúde do consumidor, por intermédio de toxi-infecções alimentares que o leite pode provocar, diante da elevada contaminação.

Por isso, percebe-se a importância de ser feito o controle microbiológico do leite por meio da adoção de boas práticas em todas as etapas do processo de produção deste alimento, para que, além da inocuidade do produto evitando-se DVA's, haja também benefícios econômicos para os produtores, através da influência positiva na qualidade e tempo de prateleira deste produto.

### Referências bibliográficas

ALMEIDA, V.M.; PEREIRA, L.S.; COSTA, F.N. *Listeria spp.*, coliformes, bactérias mesófilas e psicrotróficas no leite in natura e pasteurizado tipo C. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.72, n.1, p.104-9, 2013.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Aprovado pelo Decreto n. 30.691 de 29 de março de 1952, alterado pelos Decreto n. 2244 de 04 de junho de 1997. Brasília, 1997.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002. Aprova e oficializa o Regulamento Técnico de identidade e qualidade de leite pasteurizado tipo C refrigerado**. Diário Oficial da União, Brasília, 20 de setembro de 2002. Seção 1.

BRASIL, Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária (DISPOA). **Instrução Normativa n 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e água**. Diário Oficial da União. Brasília, 26 de agosto de 2003. Seção 1.

BRENNER, D.J.; FARMER, J.J. **Family I. Enterobacteriaceae**. In Bergey's Manual of Systematic Bacteriology. Eds, DJ Brenner, NR Krieg, and JT Staley. Vol 2. New York Springer, pp. 587-850, 2005.

MACIEL, J.F. Qualidade microbiológica de leite cru comercializado em Itapetinga – BA. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p.443-448, 2008.

MENDES, C.G.; SAKAMOTO, S.M.; SILVA, J.B.A.; JÁCOME, C.G.M.; LEITE, A.I. Análise físico-químicas e pesquisa de fraude no leite informal comercializado no município de Mossoró – RN. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n.2, p.349-356, 2010.

MULLANE, N.R.; MURRAY, J.; DRUDY, D.; PRENTICE, N.; WHYTE, P.; WALL, P.G.; PARTON, A.E.; FANNING, S. Detection of *Enterobacter sakazakii* in dried infant milk formula by cationic-magnetic-bead capture. **Applied Environmental Microbiology**, v.72, n.9, p.6325–6330, 2006.

ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnologia de Alimentos** – Vol. 2: Alimentos de Origem Animal. Porto Alegre: Artmed, 2005.

PAIVA, R.M.B. Avaliação físico-química e microbiológica de leite pasteurizado tipo c distribuído em programa social governamental. 76f. **Dissertação** (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

PEGORARO, M.T.K.; GILIOLI, A. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica do leite cru e do leite pasteurizado comercializados no oeste de Santa Catarina. **1º Simpósio de Agronomia e Tecnologias de Alimentos**. Disponível em:

<<http://www.faifaculdades.edu.br/eventos/AGROTEC/2014/1AGROTEC/arquivos/resumos/res8.pdf>>. Acesso em 27 de junho de 2018.

PINTO, C.L.O.; MARTINS, M.L.; VANETTI, M.C.D. **Qualidade Microbiológica de Leite Cru Refrigerado e Isolamento de Bactérias Psicotróficas Proteolíticas**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.26, n.3, p.645-651, 2006.

ROMEIRO, S.S. **Análise bacteriológica e físico-química de leite cru comercializado informalmente em Teixeira de Freitas-BA**. Ciência e Tecnologia: FATEC-JB, v.8, 2016.

TRONCO, M. **Manual para Inspeção da Qualidade do Leite**. 3ª ed. Santa Maria: UFSM, 2008.

VASCONCELLOS, P.F. **Revisão sobre a qualidade do leite no Brasil: aspectos físicos, químicos e nutritivos**. TCC (Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal) - Instituto Qualittas, Campinas, 2009.

Recebido em 20/08/2018

Aceito em 24/10/2018

# Revista Agrária Acadêmica

*Agrarian Academic Journal*

Volume 1 – Número 4 – Nov/Dez (2018)

---

doi: 10.32406/v1n42018/98-102/agrariacad

## Luteoma em ovário bovino: relato de caso

Luteoma in Bovine Ovary: Case Report

Gabriel Brocsewisk Strada<sup>1</sup>, Helena Alves Camponogara<sup>2</sup>, Victória Scott Souza Scardoelli<sup>2</sup>, Fabrício Dias Alves Gularte<sup>2</sup>, Patrícia de Freitas Salla<sup>3</sup>

<sup>1</sup>\* - Discente, estagiário do Laboratório de Reprodução Animal, Faculdade de Medicina Veterinária, Centro de Ciências da Saúde, Universidade da Região da Campanha – URCAMP – BAGÉ/RS, BRASIL. E-mail: [gabrielbstrada@gmail.com](mailto:gabrielbstrada@gmail.com)

<sup>2</sup>- Discentes, estagiários do Laboratório de Reprodução Animal, Faculdade de Medicina Veterinária, Centro de Ciências da Saúde, Universidade da Região da Campanha – URCAMP – BAGÉ/RS, BRASIL

<sup>3</sup>- Docente orientadora, responsável pelo Laboratório de Reprodução Animal, Faculdade de Medicina Veterinária, Centro de Ciências da Saúde, Universidade da Região da Campanha – URCAMP – BAGÉ/RS, BRASIL

---

### Resumo

O luteoma é uma neoplasia de rara ocorrência que se desenvolve por meio da luteinização das células granulosas e da teca folicular. Está relacionada a alterações nos níveis de estrogênio, progesterona, testosterona e gonadotrofina coriônica, resultando em alterações comportamentais de ninfomania e masculinização. Descreve-se, no presente, um caso de luteoma diagnosticado, através de exame histopatológico, em um dos ovários de uma vaca abatida em frigorífico. Em animais vivos pode ser diagnosticado através de ultrassonografia e palpção transretal, salientando o uso dessas medidas paralelamente ao diagnóstico gestacional na promoção de triagens ginecológicas. Relatar a ocorrência de luteoma ressalta a importância de exames ginecológicos mais profundos para sua detecção e tratamento.

**Palavras-chave:** neoplasia, ovário, luteinização, masculinização, ooforectomia.

### Abstract

Luteoma is a rare neoplasm occurring through the luteinization of granulosa and follicular theca cells. It is related to alterations in the levels of estrogen, progesterone, testosterone and chorionic gonadotrophin, resulting in behavioral changes of nymphomania and masculinization. It is reported a case of luteoma diagnosed by histopathological examination in one of the ovaries of a cow slaughtered in a slaughterhouse. In live animals the tumor can be diagnosed through ultrasonography and transretal palpation, emphasizing the use of these measures in parallel to the gestational diagnosis, in the promotion of gynecological screenings. Report the occurrence of luteoma highlights the importance of deeper gynecological examinations for its detection and treatment.

**Keywords:** neoplasm, ovary, luteinization, masculinization, oophorectomy.

---



## Introdução

Histologicamente, o ovário é constituído por uma camada medular central, uma camada cortical externa a medular, revestida pela túnica albugínea sob um epitélio cúbico simples (CORMACK; NARCISO, 2003). A medula é composta de tecido conjuntivo frouxo, apresentando ampla vascularização e inervação. O córtex é formado, predominantemente, por células foliculares que se tornam poligonais durante o crescimento folicular, formando a camada granulosa. Essas células se encontram envoltas por tecido conjuntivo, chamado estroma ovariano, que é responsável pela formação da teca folicular. Externamente há a presença de epitélio cúbico simples, também chamado de epitélio germinativo, apoiado sobre uma camada de tecido conjuntivo denso, denominada túnica albugínea (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004).

Uma série de patologias pode acometer os ovários, dentre elas as neoplasias, que são caracterizadas por massas teciduais com desenvolvimento excessivo anormal, as quais não regredem após a cessação dos estímulos que as originaram.

O luteoma é uma rara neoplasia estromal do cordão sexual ovariano com baixa frequência de ocorrência (NASCIMENTO; SANTOS, 2003) com poucos diagnósticos e relatos, mesmo de necrópsias. Pode se desenvolver das células da granulosa, teca (CARLTON; MCGIVEN, 1998) e glandulares (AHAMAD et al., 2012), apresentando uma população uniforme de células luteinizadas (CARLTON; MCGIVEN, 1998) com características semelhantes às das células luteínicas. Contudo, não são originárias do corpo lúteo propriamente dito (NASCIMENTO; SANTOS, 2003), conforme figura 1. Habitualmente, esse tipo de tumor é unilateral e benigno. Está associado a desequilíbrios dos níveis plasmáticos hormonais de progesterona, estradiol, testosterona e gonadotrofina coriônica. Apresenta como sintomas clínicos ninfomania e alterações fenotípicas de masculinização. No entanto, pode não exibir anormalidades clínicas óbvias (JONES et al., 2000).

O presente trabalho tem como objetivo fazer o relato da ocorrência de luteoma em ovário bovino oriundo de peça do sistema reprodutor feminino captada em frigorífico regional, a fim de descrever as causas que levaram à ocorrência dessa patologia, suas manifestações sintomatológicas clínicas, maneiras de diagnosticá-la e restabelecer a normalidade do organismo de um indivíduo acometido.

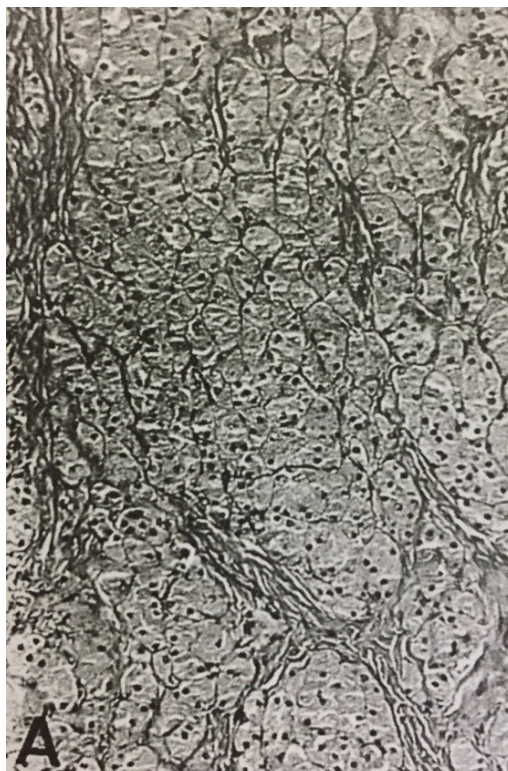


Figura 1 - Lâmina histopatológica de luteoma em ovário bovino (X100). Fonte: (JONES et al., 2000).

### **Material e métodos**

Os ovários analisados foram oriundos de peça do sistema reprodutor feminino de bovino abatido em frigorífico da cidade de Bagé – RS. Após o abate, o trato reprodutivo foi acondicionado em caixa térmica e, imediatamente, transportado até o Laboratório de Reprodução Animal da Universidade da Região da Campanha. No laboratório, a peça foi disposta anatomicamente e submetida à avaliação visual e palpação das estruturas. Suspeitando-se de anormalidade morfológica e de consistência, os dois ovários foram dissecados, armazenados em solução de formol a 10% e, logo após, enviados ao Laboratório de Histopatologia da mesma instituição para a realização de exame histopatológico. As estruturas encontradas nos ovários, bem como a inalteração do volume uterino e ausência de conceito em seu interior indicaram que o animal não se encontrava em gestação. Não foi possível a obtenção do histórico do animal, bem como sua raça, idade e manifestação ou não de sintomatologias clínicas que pudessem ser correlacionadas ao laudo do exame.

### **Resultados e discussão**

O laudo do exame histopatológico indicou a existência de proliferação de células grandes, poliédricas, com citoplasma eosinofílico, semelhantes às células lúteas, assim diagnosticando a ocorrência de luteoma no ovário direito do animal.

Segundo Jones et al. (2000), o luteoma é uma neoplasia das células intersticiais ovarianas. Apresentam superfície lisa, de consistência firme, sólidos, de cor branco-amarelada a alaranjada,

podendo conter áreas de hemorragia e necrose. As células tumorais são grandes, poliédricas, com grande quantidade de citoplasma eosinofílico. Contêm gotículas lipídicas de variáveis dimensões, podendo apresentar um pigmento lipóide amarelo, parecendo-se com as células do corpo lúteo. São tumores, habitualmente, benignos e unilaterais. Podem ocorrer, eventualmente, áreas de luteinização nas neoplasias das células da granulosa/teca. No entanto, os luteomas são neoplasias que possuem uma população uniforme de células luteinizadas, as quais se desenvolvem a partir das células da granulosa ou da teca folicular (CARLTON; MCGIVEN, 1998).

É uma neoplasia relacionada com alterações hormonais, manifestando-se tanto em fêmeas gestantes, como em fêmeas vazias. Oliveira et al. (2016), sugeriram que a ocorrência desse tumor pode ter sido induzida por uma alta concentração de estrógeno, em coelha. Vacas e éguas podem ser acometidas por desequilíbrio nos níveis plasmáticos dos hormônios sexuais, como estradiol, progesterona e testosterona. Esse tipo de tumor está diretamente associado com a produção de progesterona (NASRIN et al., 2012). Tais desequilíbrios hormonais podem se manifestar, clinicamente, na forma de ninfomania e masculinização. Ninfomania é o hábito de montar em outros animais no rebanho, tal como faz o macho. Masculinização é o resultado de alterações fenotípicas, como espessamento do pescoço e cabeça, elevação da raiz da cauda, desenvolvimento da vocalização e comportamentos semelhantes aos dos machos (JONES et al., 2000). Em uma mulher gestante foi observado um caso de luteoma gravídico recorrente em duas gestações subseqüentes, com intervalo de quatorze meses. No qual a paciente manifestou quadro clínico de virilização, uma vez que apresentou timbre vocal grave, presença excessiva de acnes, hirsutismo e hipertrofia clitoridiana. O quadro indicou, ainda, níveis séricos elevados de hormônios androgênicos e o conceito apresentou, também, características de virilização clitoridiana em consequência dos elevados níveis de testosterona materna (SILVA; SILVA, 2001). Em coelhas, a ocorrência de carcinoma uterino foi associada com as altas concentrações de hormônios produzidos pelo luteoma (OLIVEIRA et al., 2016).

É possível realizar o diagnóstico dessa patologia através de exame ultrassonográfico. Conforme relatado por Silva; Silva (2001), durante a 24ª semana de gestação de uma mulher, foi evidenciada, à imagem de ultrassom, a presença de imagem tumoral sólida com paredes espessas e textura ecogênica heterogênea, diagnosticando a presença de luteoma no ovário. Por se tratar de uma neoplasia benigna, não é necessária a ooforectomia.

## **Conclusão**

A neoplasia descrita provoca distúrbios hormonais na vaca, onde se denota a ninfomania e a masculinização. As alterações hormonais, possivelmente, tenham influência sobre o ciclo estral dos animais. Geralmente não há um diagnóstico conclusivo em animais de cria e recria por se tratar de um tumor benigno, apesar de acarretar mudanças no temperamento do animal. Ressalta-se a importância da realização de exames ginecológicos mais atentos e detalhados, durante a palpação transretal, buscando alterações de volume nos órgãos reprodutivos e, principalmente, o emprego da ultrassonografia à procura de massas tumorais, enfatizando o uso dessas medidas para a promoção de triagens ginecológicas e não, exclusivamente, para a realização de diagnósticos gestacionais.

Por se tratar de uma neoplasia de rara ocorrência e baixo índice de diagnósticos, foi constatado limitado conteúdo bibliográfico a respeito, dificultando a obtenção de dados pertinentes.

Destaca-se a importância de relatar essa patologia ovariana ao apontar seus possíveis efeitos dentro da reprodução bovina, salientar a realização de triagens ginecológicas paralelas ao diagnóstico de gestação, além de auxiliar como material bibliográfico em possíveis pesquisas a serem elaboradas.

### Referências bibliográficas

AHAMAD, D.B.; PUNNIAMURTHY, N.; SAKTHIVELAN, S.M.; RANGANATHAN, V. Spontaneous occurrence of luteoma and uterine adenocarcinoma in the reproductive tract of a rabbit. **Indian Journal of Veterinary Pathology**, v.36, n.2, p.249-251, 2012.

CARLTON, W.W.; MCGIVEN, D.M. **Patologia Veterinária Especial de Thompson**. 2ª Ed. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998. 672p.

CORMACK, H.D.; NARCISO, S.M. **Fundamentos de Histologia**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 380p.

JONES, C.T.; HUNT, D.R.; KING, W.N. **Patologia Veterinária**. 6ª Ed. Barueri: Manole, 2000. 1415p.

JUNQUEIRA, C.L.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica**. 10ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 488p.

NASCIMENTO, F.E; SANTOS, L.R. **Patologia da Reprodução dos Animais Domésticos**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. p137.

NASRIN, A.; BAHARAK, A.; REZA, K. Concurrent cystic endometrial hyperplasia, ovarian luteoma and biliary cyst adenoma in an aged rabbit (*Oryctolagus cuniculus*): case report and literature review. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v.2, n.3, p.1975-1978, 2012.

OLIVEIRA, A.M.; SOUZA, F.R.; REIS, M.O.; BIIHRER, D.A.; MIRANDA, J.L.; FAVORETTO, S.M.; WOUTERS, A.T.B.; RAYMUNDO, D.L. Carcinoma uterino associado a luteoma em coelho (*Oryctolagus cuniculus*). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.36, n.2, p.235-236, 2016.

SILVA, F.R.A; SILVA, B.T.R. Luteoma recorrente da gravidez com virilização materna e fetal. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v.23, n.8, p.535-539, 2001.

Recebido em 29/08/2018

Aceito em 09/10/2018

# Revista Agrária Acadêmica

*Agrarian Academic Journal*

Volume 1 – Número 4 – Nov/Dez (2018)

---

doi: 10.32406/v1n42018/103-111/agrariacad

## ***Salmonella* spp. Um importante agente patógeno veiculado por ovos no Brasil: uma revisão bibliográfica sistemática**

*Salmonella* spp. An important pathogenic agent disseminated by eggs in Brazil: a systematic bibliographic review.

Camila Ramela Sousa Gomes Costa<sup>1</sup>, Karuane Santurnino da Silva Araújo<sup>1</sup>, Eliana da Silva Sousa<sup>1</sup>, Larysse Leite Moraes<sup>1</sup>, Neilton dos Santos Alves<sup>1</sup>, Phernanda Karolyna Lima Silva<sup>1</sup>, Samya Mirele Jorge Faustino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>- Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL. R. Godofredo Viana, 1300, Centro, Imperatriz – MA – Brasil. E-mail: [camilaramelag@hotmail.com](mailto:camilaramelag@hotmail.com)

---

### Resumo

O ovo é um alimento de grande aceitabilidade para o consumo humano por ser rico de nutrientes em sua composição e ter baixo valor de mercado, assim tornando-se um alimento comum na mesa da população brasileira. O artigo analisa trabalhos publicados nos últimos cinco anos, com ênfase na contaminação microbiológica por *Salmonella* spp. em ovos, através de revisão bibliográfica sistemática de artigos nas bases de dados eletrônicas como Scielo, Science Direct e Google Acadêmico. Este trabalho teve o objetivo de relacionar os estudos sobre a qualidade e contaminação de ovos em artigos publicados utilizando como critérios de seleção o ano de publicação, a base de dados encontrada, as informações contidas, além de selecionar sete artigos para discussão. Pelos dados obtidos observou-se que a contaminação por *Salmonella* spp. ocorre principalmente por meio do mal armazenamento e temperaturas inadequadas. Sendo necessário o controle de qualidade na produção dos ovos, melhorias nas condições higiênico-sanitárias, temperatura e a forma de armazenamento para reverter os dados encontrados.

**Palavras-chave:** Contaminação, ovos, *Salmonella* spp., revisão bibliográfica

### Abstract

The egg is a food of great acceptability for human consumption because it is rich in nutrients in its composition and has low market value, thus becoming a common food in the table of the Brazilian population. The article analyzes works published in the last five years, with emphasis on microbiological contamination by *Salmonella* spp. in eggs, through a systematic bibliographic review of articles in electronic databases such as Scielo, Science Direct and Google Scholar. The objective of this study was to relate the studies on the quality and contamination of eggs in published articles using as criteria of selection the year of publication, the database found, the information contained, besides selecting seven articles for discussion. From the data obtained it was observed that the contamination by *Salmonella* spp. occurs mainly through poor storage and inadequate temperatures. It is necessary the quality control in the production of eggs, improvements in hygienic-sanitary conditions, temperature and the form of storage to reverse the data found.

**Keywords:** Contamination, eggs, *Salmonella* spp., bibliographic review.

## Introdução

O ovo é um dos alimentos mais completos para a alimentação humana, apresentando uma composição rica em vitaminas, minerais, ácidos graxos e proteínas que reúnem vários aminoácidos essenciais de excelente valor biológico (RÊGO et al., 2012). A Associação Brasileira de Proteína Animal afirmou que a produção brasileira de ovos em 2015 totalizou 39,5 bilhões de unidades, recorde que superou em 6,1% a produção registrada no ano anterior; o consumo de ovos no Brasil em 2015 chegou a 191,7 unidades per capita.

A qualidade do ovo é uma das características mais desejadas e valorizadas pelos consumidores, sendo percebida pelos atributos sensoriais, nutricionais, tecnológicos, sanitária, ausência de resíduos químicos, éticos e de preservação ambiental (ALCÂNTARA, 2012).

Para que os seres humanos possam usufruir de todo o potencial nutricional do ovo, é preciso conservá-lo durante o período de comercialização, pois o intervalo entre a postura, a aquisição e o consumo pode durar semanas (MOTTIN, 2016). Lacerda (2011) descreve que quanto maior esse período, pior a qualidade interna dos ovos, uma vez que após a postura, eles perdem qualidade de forma continuada.

Dentre os principais patógenos envolvidos na deterioração desse tipo de alimento estão *Staphylococcus*, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* e *Salmonella*, sendo o último responsável pela maior quantidade de casos de intoxicação no país (GARCIA, 2010).

As salmonelas pertencem à família Enterobacteriaceae, sendo que, morfológicamente, são bastonetes gram negativos, geralmente móveis, capazes de formar ácido e, na maioria das vezes, gás a partir da glicose, com exceção de *S. Typhi*, *S. Pullorum* e *S. Gallinarum*. São oxidase negativa e catalase positivo (GARCIA, 2010).

O habitat das salmonelas pode ser dividido em três categorias: altamente adaptadas ao homem, incluindo *S. Typhi* e *S. Paratyphi* A, B e C, agentes da febre entérica (febre tifoide e paratifoide); altamente adaptadas aos animais, representadas por *S. Dublin* (bovinos), *S. Choleraesuis* e *S. Typhisuis* (suínos), *S. Abortusequi* (equinos), *S. Pullorum* e *S. Gallinarum* (aves), responsáveis pelo paratifo dos animais; e salmonelas zoonóticas, as quais são responsáveis por quadro de gastroenterite (enterocolite) ou por doenças de transmissão alimentar. Sua distribuição é mundial, sendo os alimentos os principais veículos de sua transmissão. São responsáveis por significantes índices de morbidade e mortalidade, tanto nos países emergentes quanto nos desenvolvidos, determinando pequenos e grandes surtos, (BRASIL, 2014).

A maior parte dos ovos apresenta pouca ou nenhuma contaminação no momento da postura, sendo que esta ocorre geralmente após a oviposição. Entre as possibilidades presumíveis para serem contaminados estão o contato com as fezes das aves no ato da postura e a penetração de microrganismos por meio de rachaduras ou dos poros da casca após a lavagem.

Este trabalho teve como objetivo utilizar os estudos feitos sobre a qualidade e contaminação de ovos através da revisão bibliográfica de artigos publicados ao longo dos últimos cinco anos.

## Metodologia

### Tipo de Estudo



A pesquisa ocorreu em bases de dados eletrônicas “Bibliotecas Virtuais”, sendo um estudo sistemático de artigos publicados relacionados à microbiologia de ovos. A seleção e a inclusão dos artigos ocorreram no mês de Novembro de 2017.

### **Estratégia de Pesquisa**

As escolhas dos termos utilizadas na pesquisa foram baseadas na ocorrência microbiológica mais comum em ovos, conduzindo de forma correta as buscas nos bancos de dados. A combinação de termos utilizados foi a seguinte: “qualidade microbiológica de ovos” e “*Salmonella* em ovos”. A pesquisa bibliográfica foi realizada nas bases de dados eletrônicas Science Direct, Scientific Electronic Library Online – SciELO, e Google Acadêmico.

### **Seleção das publicações**

A seleção das publicações se deu por meio da aplicação de filtros nas plataformas de dados, com as seguintes informações: ano, título, e na área temática de Ciências Agrárias e Veterinária. Foi utilizado um critério de inclusão artigos publicados em revistas internacionais e nacionais em inglês ou português, publicados entre 2013 a 2017.

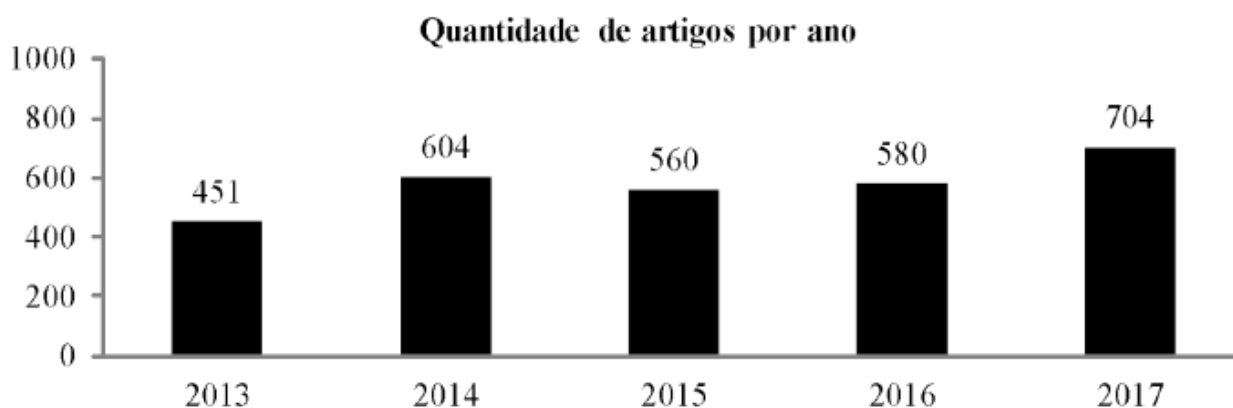
### **Amostragem**

Cerca de seis mil quatrocentos e sessenta e cinco (6.465) artigos científicos foram encontrados referentes aos termos, e contendo todos os critérios de seleção. Dentre esses artigos foram escolhidos oito artigos, porém um artigo foi excluído por se encontrar repetido na plataforma de pesquisa, sendo assim sete artigos trabalhados.

### **Resultados**

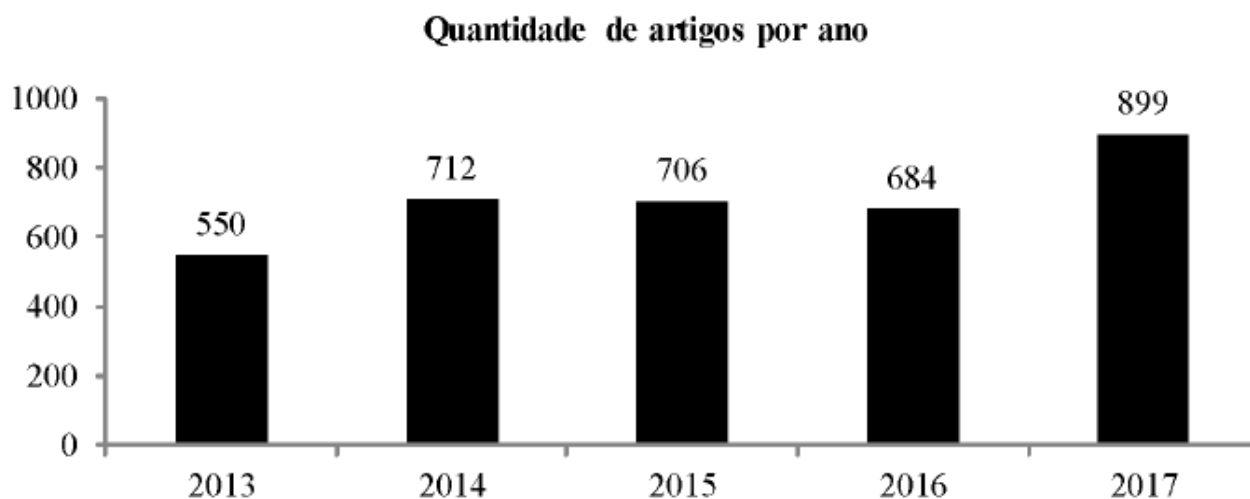
O presente artigo deu-se com a escolha das palavras-chave, sendo elas “qualidade microbiológica de ovos” e “*Salmonella* em ovos”. Visto que, a pesquisa se baseou na busca de artigos que continham estudos voltados para análise microbiológica do ovo, as buscas dos artigos foram por meio de bases eletrônicas, e passando por exclusão, foram escolhidos trabalhos publicados nos últimos cinco anos.

Na base eletrônica Science Direct foi selecionado um artigo dentro do critério de seleção a publicação dentro dos últimos cinco anos, porém ao todo foram encontrados dois mil oitocentos e noventa e nove (2.899) artigos, sendo separados por ano de publicação como mostra o gráfico 1. A palavra-chave escolhida foi: “qualidade microbiológica de ovos” contidas em “microbiology of fresh eggs”, publicado no ano de 2014 (SPARKS, 2014).



**Gráfico 1** – Número de artigos publicados com a palavra-chave “qualidade microbiológica de ovos”, encontrado nos últimos cinco anos na base eletrônica Science Direct.

No decorrer da pesquisa, a segunda palavra-chave escolhida para o desenvolvimento do trabalho foi “*Salmonella* em ovos”, em que se pôde observar na base Science Direct três mil quinhentos e cinquenta (3.550) artigos publicados, de acordo com o gráfico 2. Após passarem pelo filtro de exclusão dos 5 anos, o artigo escolhido foi “Dynamic analysis of growth of *Salmonella* Enteritidis in liquid egg whites”, tendo sido publicado em 2017 (HUANG, 2017).



**Gráfico 2** – Quantidade de artigos publicados com a palavra-chave “*Salmonella* em ovos”, encontrado nos últimos cinco anos na base eletrônica Science Direct.

Na base eletrônica Scielo foram encontrados três artigos com a palavra-chave “qualidade microbiológica de ovos”. Durante o processo de exclusão dos últimos 5 anos, os mesmos foram reduzidos a dois artigos, sendo eles: “Qualidade física e bacteriológica de ovos opacos de codornas sanitizados, refrigerados e contaminados experimentalmente por *Salmonella entérica* ser. *Typhimurium*”, sendo que este artigo encontrado apresentava-se repetido duas vezes no mesmo site, porém, com outra palavra-chave semelhante à de escolha da pesquisa; o outro artigo selecionado foi “Influência do período de armazenamento na qualidade do ovo integral pasteurizado refrigerado” com a mesma palavra-chave, publicado em 2012 (RÊGO et al., 2012).

Com a utilização da palavra-chave “*Salmonella* em ovos”, no total foram encontradas durante as pesquisas, 13 (treze) artigos na base eletrônica Scielo. Visto que, após a aplicação dos filtros, tais como idioma português, áreas temáticas, Ciências Agrárias e Veterinária e aqueles que se enquadravam na pesquisa dos últimos 5 anos, restaram apenas dois artigos, sendo um deles encontrado com a palavra-chave: “qualidade microbiológica de ovos”; o artigo selecionado referente a essa palavra-chave foi “Desidratação de claras de ovos por atomização” publicado em 2016 (GRASSI et al., 2016).

O assunto escolhido para o desenvolvimento deste trabalho, não possui muitos artigos referentes ao assunto em questão, tornou-se dificultoso a seleção dos trabalhos publicados no Brasil nos últimos cinco anos. Por esse motivo para corroborar com a pesquisa, foi acrescentada a base eletrônica de pesquisa Google Acadêmico para complementar a procura dos artigos científicos desenvolvidos no país, assim como para enriquecer o trabalho desenvolvido.

Foram selecionados dois artigos publicados em revistas brasileiras por meio da plataforma Google Acadêmico. A palavra-chave utilizada nessa procura foi “qualidade microbiológica de ovos” e o artigo selecionado foi “Qualidade microbiológica de ovos de galinhas caipira comercializados no interior da Paraíba”, publicado em 2016 (LEITE et al., 2016).

O segundo artigo escolhido na base eletrônica Google Acadêmico, com a palavra-chave “*Salmonella* em ovos” foi “Contaminação por *Salmonella* em ovos de granja e caipira em um município do interior da Bahia”, publicado em 2016 (MOTTIN, 2016).

## Discussão

Lan (2009) diz que a *Salmonella* é conhecida mundialmente como o agente causador de toxinfecções alimentares em seres humanos e a *S. enteritidis* tem sido considerado o sorovar mais comum em casos de infecções em seres humanos, e de acordo com KOTTWITZ (2010), a maioria está associada a produtos avícolas.

Segundo SPARKS (2014), os ovos possuem mecanismos de defesas físicas e químicas contra microrganismos patogênicos. Porém existem bactérias que atuam como contaminantes na superfície da casca, que por sua vez atingem o conteúdo do ovo. Um dos principais microrganismos que contorna as defesas dos ovos contaminando o seu conteúdo é a *Salmonella enteritidis*. SPARKS (2014) relacionou a *S. enteritidis* ao aumento da incidência de doenças associadas ao consumo de ovos e seus derivados. Entretanto, medidas podem ser tomadas no intuito de minimizar a prevalência dessa bactéria nas granjas, principalmente no que se referem a galinhas poedeiras, tais como vacinação e medidas de biossegurança.

Já o artigo “Dynamic analysis of growth of *Salmonella enteritidis* in liquid egg whites” (Análise dinâmica do crescimento de *Salmonella enteritidis* em clara de ovo líquido), elaborou uma pesquisa que foi conduzida a estudar a cinética de crescimento e sobrevivência de *S. enteritidis* em claras de ovos líquidos. Essa bactéria foi exposta a duas condições isotérmicas para desenvolver modelos cinéticos. Como resultados da análise, a temperatura mínima de crescimento foi de 7,7°C, sendo que em temperaturas inferiores a essa mínima de crescimento, uma taxa de  $2,78 \times 10^{-3}$  log UFC/ml são destruídas por hora (HUANG, 2017).

Outra espécie de *Salmonella* também de importância na saúde pública é a *S. enterica*. Essa espécie pode estar presente em vários alimentos de alto consumo como ovos e frangos. Se mal

preparados, mal cozidos ou manipulados indevidamente por pessoas que não façam a higiene adequada das mãos, estes alimentos se tornam riscos potenciais à saúde de quem os consumir.

Os sorotipos de *Salmonella enterica* formam um grupo de agentes patogênicos que diferem amplamente em sua gama de hospedeiros em mamíferos e aves. Tradicionalmente, *S. enterica* sorotipo *Typhimurium* foi considerado como o sorotipo prototípico de gama ampla de hospedeiro, uma vez que é frequentemente associado a doenças em numerosas espécies, incluindo humanos, gado, aves e roedores (KOTTWITZ et al., 2014).

No estudo realizado por SPARKS (2014), objetivou-se estudar a qualidade física, química e microbiológica de ovos de codornas, que foram contaminados artificialmente com *Salmonella enterica* sorovar *Typhimurium*, sanitizados e armazenados em diferentes temperaturas (5 e 25° C), durante 27 dias. Foram utilizados ovos com cascas opacas e peso médio de 11 g, e contaminados pelo manuseio com  $1,5 \times 10^5$  unidades formadoras de colônias (UFCs) e, de acordo com os tratamentos, sanitizados com solução com 5 ppm de cloro.

Os dados foram submetidos à análise de variância e mostraram que a contaminação bacteriana prejudicou o peso do ovo, índice de gema e de albumina e pH, a partir de 18 dias de armazenamento. O tempo de estocagem dos ovos e a temperatura de armazenamento influenciaram a qualidade interna dos ovos de codornas, onde a pior qualidade interna foi observada em ovos armazenados na temperatura de 25° C. A sanitização e a refrigeração reduziram o crescimento da *Salmonella* nos ovos contaminados. Ovos com casca opaca, quando não refrigerados, devem ser consumidos em até 18 dias após a postura (HUANG, 2017).

A qualidade microbiológica e o pH de ovos também foram avaliados em outro estudo, porém as análises eram feitas em ovos integrais pasteurizados refrigerados, sendo correlacionado com o tempo de armazenamento. Dois tipos de matéria-prima foram utilizados: o ovo comercial e o ovo fértil. Rêgo (2012) cita que não foi observada a presença de *Salmonella* spp. em nenhuma amostra analisada, e para os ovos comerciais, o período de estocagem não contribuiu para o aumento da contaminação por mesófilos aeróbios, coliformes a 35° C, *Staphylococcus* spp. e bolores e leveduras. Para as amostras de ovos galados, o período de armazenamento influenciou no aumento da contagem de mesófilos aeróbios, coliformes a 35° C, bolores e leveduras, e *Staphylococcus* spp. Os valores de pH aumentaram durante os primeiros dias do armazenamento e depois voltaram a diminuir.

De acordo com Rêgo (2012), os ovos integrais galados pasteurizados apresentam pior qualidade em relação aos ovos integrais comerciais pasteurizados, e que o período de validade sob refrigeração desses tipos de ovos poderiam ser de 7 e 14 dias, respectivamente.

RABSCH (2002), realizou um estudo que teve como objetivo avaliar o efeito de temperaturas de desidratação por atomização (retirada quase total de água sem afetar a qualidade dos componentes) sobre o rendimento e as características microbiológicas, físicas e químicas de claras de ovos em pó. Para as análises microbiológicas, foram realizadas as pesquisas de estafilococos coagulase positiva (contagem direta em placas) e *Salmonella* spp. (detecção de presença pelo método clássico) e a contagem de coliformes a 45°C (método do número mais provável). As análises foram realizadas imediatamente após a secagem das claras e repetidas após 30 e 180 dias de armazenamento. Essas análises foram realizadas por serem exigidas pela RDC nº 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para ovo e produtos desidratados.

Leite (2016), elaborou uma pesquisa no intuito de determinar a qualidade microbiológica de ovos de galinha caipira que são produzidos e comercializados no interior da Paraíba. Foram utilizadas amostras de ovos caipiras, onde as mesmas foram submetidas a análises de coliformes totais 35° C, confirmação da presença de coliformes termotolerantes 45° C, detecção de *Salmonella* spp. 35° C e quantificação de *S. aureus*. As análises mostraram-se satisfatórias quanto à ausência de contaminação no ovo caipira pela bactéria *Salmonella*.

A contaminação com *Salmonella* em produtos avícolas, principalmente em relação aos ovos, também é uma preocupação de Mottin (2016), o qual analisou a presença de *Salmonella* spp. em ovos de granja e ovos caipiras comercializados em um município do sudoeste baiano. A metodologia experimental de análise de *Salmonella* spp. constou de uma etapa de pré-enriquecimento, seguida do enriquecimento seletivo e do isolamento das colônias em meio sólido seletivo. Todas as amostras analisadas foram negativas para a presença de colônias de *Salmonella*.

A *Salmonella* spp. é considerada um dos agentes patogênicos mais frequentes em casos de surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs), sendo o ovo e alimentos a base do mesmo, o principal veículo desse microrganismo. Em vista da dificuldade do controle dos surtos e da preocupação com a segurança microbiológica dos alimentos, faz-se necessário a adoção por parte dos produtores de programas de Boas Práticas de Produção, além de testes constantes de controle de qualidade.

## Conclusão

Diante das pesquisas realizadas foram encontrados seis mil quatrocentos e sessenta e cinco artigos científicos como os termos utilizados nas palavras-chave, usou-se o critério de exclusão para artigos com publicações acima de cinco anos e sete artigos foram escolhidos para serem discutidos. Com isso, foi possível concluir que a contaminação por *Salmonella* spp. ocorre principalmente por meio do armazenamento e temperaturas inadequadas. Podendo ser encontrada em temperatura mínima de 7,7° C. Também foi possível observar que os ovos integrais galados pasteurizados tiveram baixa qualidade quando comparados com os ovos integrais comerciais pasteurizados. É importante ressaltar o controle de qualidade na produção dos ovos, melhorar as condições higiênico-sanitárias, temperatura e a forma de armazenamento, melhorando a segurança e a qualidade para o consumo.

## Colaboradores

CRSG Costa e KSS Araújo participaram de todas as etapas da pesquisa e elaboração do artigo. PKL Silva e SMJ Faustino realizaram a concepção do estudo, a redação e a formatação do artigo. ES Sousa, LL Moraes e NS Alves trabalharam na análise e interpretação dos dados.

## Referências bibliográficas

ALCÂNTARA, J.B. **Qualidade físico-química de ovos comerciais: avaliação e manutenção da qualidade** [dissertação]. Goiânia (GO): Universidade Federal de Goiás, 2012.

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA). **Produção de ovos do Brasil cresce 6,1% e chega a 39,5 bilhões de unidades**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/noticia/producao-de-ovos-do-brasil-cresce-61-e-chega-a-395-bilhoes-de-unidades-1550>>. Acesso em: 24 Nov 2017.

GARCIA, E.R.M.; ORLANDI, C.C.O.; OLIVEIRA, C.A.L.; CRUZ, F.K.D.A.; SANTOS, T.M.B.; OTUTUMI, L.K. Qualidade de ovos de poedeiras semipesadas armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p. 505-518. 2010.

GRASSI, T.L.M.; MARCOS, M.T.S.; CAVAZZANA, J.F.; PONSANO, E.H.G.; Desidratação de claras de ovos por atomização. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.17, n.4, 2016.

HUANG, L. Dynamic analysis of growth of *Salmonella Enteritidis* in liquid egg whites. **Food Control**, v.80, p.125-130, 2017.

KOTTWITZ, L.B.M.; OLIVEIRA, T.C.R.; FARAH, I.A.M.; ABRAHÃO, S.W.M.; RODRIGUES, D.P. Avaliação epidemiológica de surtos de salmoneloses ocorridos no período de 1999 a 2008 no Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, v.32, p.9-15, 2010.

LACERDA, M.J.R. **Microbiologia de ovos comerciais**. [dissertação]. Goiânia (GO): Universidade Federal de Goiás, 2011.

LACERDA, M.J.R.; LEANDRO, N.S.M.; ANDRADE, M.A.; ALCÂNTARA, J.B.; STRINGHINI, M.L.F.; CAFÉ, M.B. Qualidade física e bacteriológica de ovos opacos de codornas sanitizados, refrigerados e contaminados experimentalmente por *Salmonella enterica* sorovar *Typhimurium*. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.17, n.1, 2016.

LAN, R.; REEVES, P.R.; OCTAVIA, S. Population structure, origins and evolution of major *Salmonella enterica* clones. **Infection, Genetics and Evolution**, v.5, n.9 p.996-1005, 2009.

LEITE, D.F.L.; CAVALCANTI, M.T.; ALBUQUERQUE, A.P.; PEREIRA, E.V.S.; FLORENTINO, E.R. Qualidade microbiológica de ovos de galinha caipira comercializados no interior da Paraíba. **Revista Agropecuária Técnica**, v.37, n.1, p.32-35, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual técnico de diagnóstico laboratorial de *Salmonella* spp.**: diagnóstico laboratorial do gênero *Salmonella*. Brasília: Instituto Adolfo Lutz; 2011.

MOTTIN, V.D.; Contaminação por *Salmonella* em ovos de granja e caipira em um município do interior da Bahia. **Revista Eletrônica da Fainor**, v.9, n.1, p.150-157, 2016.

RABSCH, W.; ANDREWS, H.L.; KINGSLEY, R.A.; PRAGER, R.; TSCHÄPE H.; ADAMS, L.G.; BÄUMLER, A.J.; *Salmonella enterica* serotype *Typhimurium* and its host-adapted variants. **American Society for Microbiology**, v.70, n.5, p.2249-2255, 2002.

RÊGO, I.O.P.; CANÇADO, S.V.; FIGUEIREDO, T.C.; MENEZES, L.D.M.; OLIVEIRA, D.D.; LIMA, A.L.; CALDEIRA, L.G.M.; ESSER, L.R. Influência do período de armazenamento na qualidade do ovo integral pasteurizado refrigerado. **Arquivo Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.3, p.735-742, 2012.



Rev. Agr. Acad., v.1, n.4, Nov/Dez (2018)

SPARKS, N.H.C. Eggs: Microbiology of fresh eggs. In: Batt, CA (Ed.) **Encyclopedia of food microbiology**. Ed. 2. Nova York: Elsevier, 2014. p. 610-616.

Recebido em 09/10/2018

Aceito em 14/11/2018

