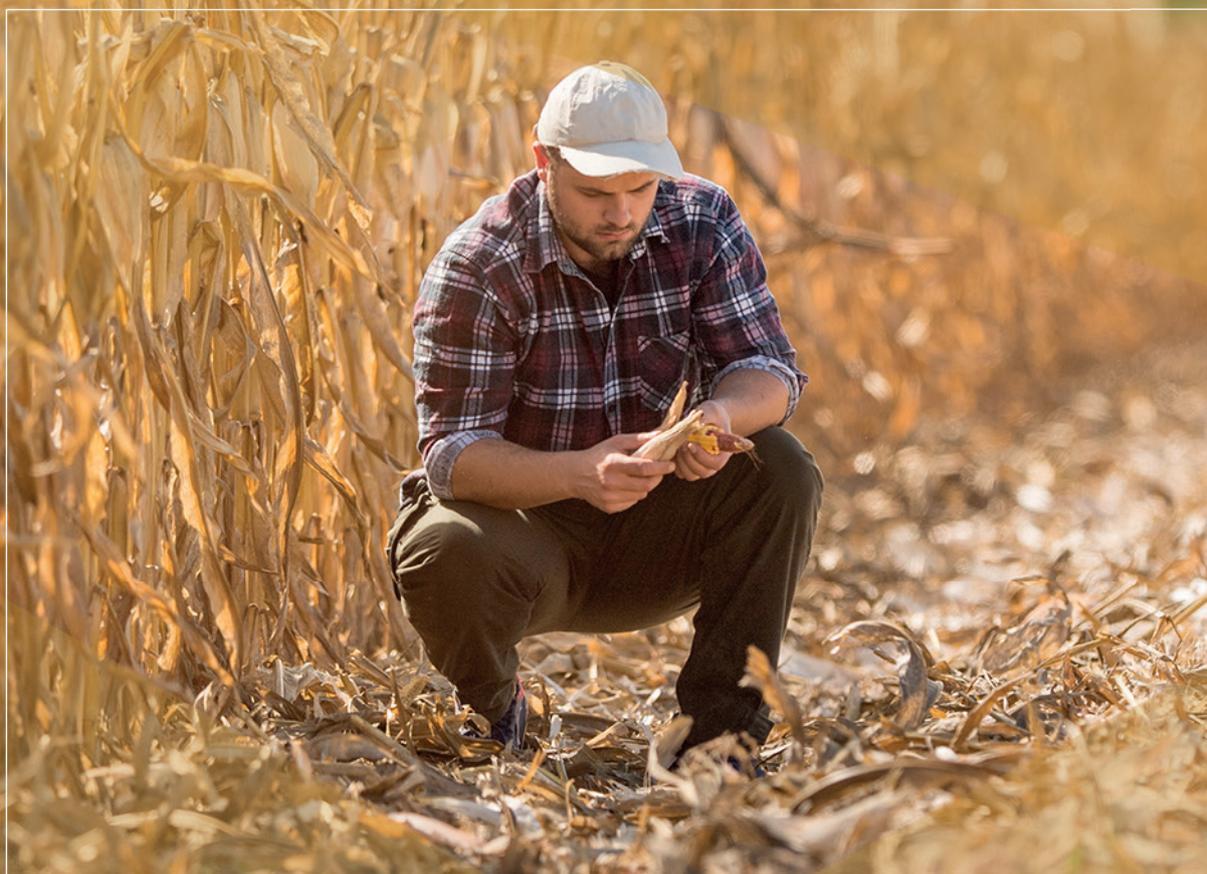


# Impactos das Tecnologias nas Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Alan Mario Zuffo  
Fábio Steiner  
Jorge González Aguilera  
(Organizadores)



 **Atena**  
Editora

Ano 2018

**ALAN MARIO ZUFFO**  
**FÁBIO STEINER**  
**JORGE GONZÁLEZ AGUILERA**  
(Organizadores)

# **Impactos das Tecnologias nas Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Natália Sandrini

**Revisão:** Os autores

#### **Conselho Editorial**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

I34 Impactos das tecnologias nas ciências agrárias e multidisciplinar  
[recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Fábio  
Steiner, Jorge González Aguilera. – Ponta Grossa (PR): Atena  
Editora, 2018. – (Impactos das Tecnologias nas Ciências  
Agrárias e Multidisciplinar; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-85107-56-7

DOI 10.22533/at.ed.567181510

1. Ciências agrárias. 2. Pesquisa agrária – Brasil. I. Zuffo, Alan  
Mario. II. Steiner, Fábio. III. Aguilera, Jorge González. IV. Série.

CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo do livro e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Impactos das Tecnologias nas Ciências Agrárias e Multidisciplinar” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 16 capítulos, os novos conhecimentos tecnológicos para Ciências Agrárias na área de Agronomia.

As Ciências Agrárias englobam, atualmente, alguns dos campos mais promissores em termos de pesquisas tecnológicas nas áreas de Agronomia, Engenharia Florestal, Engenharia de Pesca, Medicina Veterinária, Zootecnia, Engenharia Agropecuária e Ciências de Alimentos que visam o aumento produtivo e melhorias no manejo e preservação dos recursos naturais. Além disso, a crescente demanda por alimentos aliada à necessidade de preservação e reaproveitamento de recursos naturais, colocam esses campos do conhecimento entre os mais importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

As tecnologias das Ciências Agrárias estão sempre sendo atualizadas e, a recomendação de uma determinada tecnologia hoje, possivelmente, não servirá para as futuras gerações. Portanto, estamos em constantes mudanças para permitir os avanços na Ciências Agrárias. E, cabe a nós pesquisadores buscarmos essa evolução tecnológica, para garantir a demanda crescente por alimentos em conjunto com a sustentabilidade socioambiental.

Este volume dedicado à Agronomia traz artigos alinhados com a produção agrícola sustentável, ao tratar de temas como a conservação da qualidade dos recursos hídricos, o uso de irrigação com água tratada magneticamente, a avaliação dos sistemas de irrigação, o uso de práticas de manejo de adubação, inoculação de microorganismos simbióticos para a melhoria do crescimento das culturas cultivadas e da qualidade química do solo. Temas contemporâneos de interrelações e responsabilidade socioambientais tem especial apelo, conforme a discussão da sustentabilidade da produção agropecuária e da preservação dos recursos hídricos.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Agrárias, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área de Agronomia e, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo  
Fábio Steiner  
Jorge González Aguilera

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A ADAPTAÇÃO DE SPATHOGLOTTIS PLICATA É MELHORADA COM O USO DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA TRATADA MAGNETICAMENTE	
<i>Jorge González Aguilera</i> <i>Alan Mario Zuffo</i> <i>Roberto García Pozo</i> <i>Emilio Veitía Candó</i>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>9</b>
A INFLUÊNCIA DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA QUALIDADE DA ÁGUA DE CORPOS HÍDRICOS - ESTUDO DE CASO NA ARIE FLORESTA DA CICUTA/RJ	
<i>Silvana Mendonça da Fonseca</i> <i>Danielle C R M dos Santos</i> <i>Carlos Eduardo de Souza Teodoro</i> <i>Wellington Kiffer de Freitas</i>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>12</b>
ÁGUA TRATADA MAGNÉTICAMENTE MELHORA A ACLIMATIZAÇÃO DE PLÂNTULAS DE ANANAS COMOSUS MERR VAR. MD-2	
<i>Elizabeth Isaac Alemán</i> <i>Yilan Fung Boix</i> <i>Albys Esther Ferrer Dubois</i> <i>Jorge González Aguilera</i> <i>Alan Mario Zuffo</i>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>19</b>
ALELOPATIA E EFEITO BIOHERBICIDA DE EXTRATOS DE MYRSINE UMBELLATA MART: APLICAÇÕES EM LACTUCA SATIVA L., UM MODELO VEGETAL	
<i>Thammyres de Assis Alves</i> <i>Cristiana Torres Leite</i> <i>Marina Santos Carvalho</i> <i>Thais Lazarino Maciel</i> <i>Milene Miranda Praça-Fontes</i>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>30</b>
ASSENTAMENTO PEDRO INÁCIO – INTER-RELAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE	
<i>Keyla Gislane Oliveira Alpes</i> <i>Vanice Santiago Fragoso Selva</i>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>34</b>
AVALIAÇÃO AMBIENTAL INICIAL DE INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR DO MUNICÍPIO DE CORRENTE-PI	
<i>Tainá Damasceno Melo</i> <i>Israel Iobato Rocha</i> <i>Jeandra Pereira dos Santos</i> <i>Elisângela Pereira de Sousa</i> <i>Virgínia Deusdará das Neves</i>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>44</b>
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO CONVENCIONAL	
<i>Daniela D’Orazio Bortoluzzi</i> <i>Renata Cristiane Pereira</i> <i>Anderson Takashi Hara</i> <i>Alex Elpidio dos Santos</i> <i>João Vitor da Silva Domingues</i>	

**CAPÍTULO 8 ..... 52**

CÁLCIO E A CULTURA DO MILHO

*Neuri Coldebella*  
*Eloisa Lorenzetti*  
*Elizana Lorenzetti Treib*  
*Adalto Belice Alves*  
*Adriano Fontana*  
*Robson Evandro Pinto*

**CAPÍTULO 9 ..... 60**

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE PLANTAS E COMPONENTES DE RENDIMENTO DE MILHO EM FUNÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTAS

*Vanderson Vieira Batista*  
*Roniel Giaretta*  
*Lucas Link*  
*Darlin Henrique Ramos de Oliveira*  
*Karine Fuschter Oligini*  
*Paulo Fernando Adami*  
*Leticia Camila da Rosa*  
*Vinicius Fagundes*  
*Cristhian Aurélio Stival Svidzinski*  
*Paulo Roberto Rabelo*

**CAPÍTULO 10 ..... 68**

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE PLANTAS E COMPONENTES DE RENDIMENTO DE MILHO SAFRINHA EM FUNÇÃO DE NÍVEIS DE NITROGÊNIO

*Vanderson Vieira Batista*  
*Cristhian Aurélio Stival Svidzinski*  
*Paulo Roberto Rabelo*  
*Lucas Link*  
*Darlin Henrique Ramos de Oliveira*  
*Karine Fuschter Oligini*  
*Paulo Fernando Adami*  
*Leticia Camila da Rosa*  
*Maryelen Battistuz*  
*Roniel Giaretta*

**CAPÍTULO 11 ..... 76**

COINOCULAÇÃO COM BRADYRHIZOBIUM JAPONICUM E AZOSPIRILLUM BRASILENSE ASSOCIADA À ADUBAÇÃO NITROGENADA NO RENDIMENTO DA SOJA

*Danúbia Poliana de França*  
*Diego Ary Rizzardi*  
*Guilherme Mendes Battistelli*

**CAPÍTULO 12 ..... 81**

COMPORTAMENTO DO PINHÃO MANSO NO LITORAL CEARENSE EM CONDIÇÕES DE SEQUEIRO E IRRIGADO: PRAGAS E DOENÇAS

*Rita de Cássia Peres Borges*  
*Elivânia Maria Sousa Nascimento*  
*Jean Lucas Pereira Oliveira*  
*José Wilson Nascimento de Souza*  
*Márcio Porfírio da Silva*  
*Luiz Gonzaga dos Santos Filho*

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>95</b>
MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO PARA HEVEICULTURA	
<i>Maria Argentina Nunes de Mattos</i>	
<i>Oswaldo Julio Vischi Filho</i>	
<i>Carlos Alberto De Luca</i>	
<i>Elaine Cristine Piffer Gonçalves</i>	
<i>Antonio Lúcio Mello Martins</i>	
<i>Raul Barros Penteado</i>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>110</b>
PRODUÇÃO DE MASSA SECA DE DIFERENTES CULTIVARES DE ALFACE EM SISTEMA HIDROPÔNICO	
<i>Francisco Gilcivan Moreira Silva</i>	
<i>Wesley dos Santos Souza</i>	
<i>Tancio Gutier Ailan Costa</i>	
<i>Ana Carla Rodrigues da Silva</i>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>118</b>
QUALIDADE QUÍMICA DE NEOSSOLO QUARTZARÊNICO SOB DIFERENTES USOS AGRÍCOLAS NA REGIÃO DE TERESINA, PI	
<i>Tony Gleyzer Ribeiro Lima</i>	
<i>Ésio de Castro Paes</i>	
<i>Júlio César Azevedo Nóbrega</i>	
<i>Ronny Sobreira Barbosa</i>	
<i>Iara Oliveira Fernandes</i>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>128</b>
RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL: O REDIRECIONAMENTO DO ÓLEO DE COZINHA NA PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO SERTÃO CENTRAL DO CEARÁ	
<i>Guilherme Farias De Oliveira</i>	
<i>Jonas Gabriel Martins De Souza</i>	
<i>Danielle Rabelo Costa</i>	
<i>Sergio Horta Mattos</i>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>137</b>

## ÁGUA TRATADA MAGNÉTICAMENTE MELHORA A ACLIMATIZAÇÃO DE PLÂNTULAS DE ANANAS COMOSUS MERR VAR. MD-2

### **Elizabeth Isaac Alemán**

Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba - Cuba

### **Yilan Fung Boix**

Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba - Cuba

### **Albys Esther Ferrer Dubois**

Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA), Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba - Cuba

### **Jorge González Aguilera**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS),  
Campus Chapadão do Sul – MS

### **Alan Mario Zuffo**

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS),  
Campus Chapadão do Sul – MS

**RESUMO:** Resultados de várias pesquisas confirmam a existência de uma relação significativa entre o campo magnético e uma ampla variedade de processos biológicos a escala celular. Já existem diversas metodologias de micro-propagação, entretanto, os resultados obtidos na fase de aclimatização, ainda não são os desejados. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi caracterizar os estomas de vitroplantas de abacaxi na fase de aclimatização,

avaliando a influência da irrigação com água tratada magneticamente (ATM) após 6 meses de aclimatizadas. O tratamento foi feito com um magnetizador com 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 o potencial da tecnologia de aplicação de ATM como estratégia 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

**ABSTRACT:** Results from several studies confirm the existence of a significant relationship between the magnetic field and a wide variety of biological processes at the cellular scale. There are several micro-propagation methodologies, however, the results obtained in the acclimatization phase are still not desired. Therefore, the objective of the study was to

characterize the stomata of vitroplants of pineapple in the acclimatization phase, evaluating the influence of irrigation with magnetically treated water (MTW) after 6 months of acclimatization. The treatment was done with a magnetizer with an induction level of 50-70 mT. When evaluating the results, it was observed that the stomata retain their anatomy while increasing the stomatal density 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, they also presented  $3.06 \mu\text{m}^2$  of area of stomatal opening, in relation to the untreated ones that presented  $2 \mu\text{m}^2$ . These results show the potential of the MTW application technology as a management strategy in the areas of acclimatization of plants produced *in vitro*.

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

## 1 | INTRODUÇÃO

O Abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merr.) é originário da América do Sul, sendo uma cultura muito produzida em muitos países, em especial o cultivar Gold “Extra Sweet” MD-2, que por seu conteúdo de sólidos solúveis, aroma e cor há sido preferida nos principais mercados mundiais. A variedade MD-2, também reconhecida como Amarela ou Dourada, cultivar obtida a partir do cruzamento dos híbridos PRI 581184 x PRI 59443 (Rodríguez et al., 2016).

O amplo consumo do abacaxi tem obrigado a toda a cadeia produtiva a procurar constantemente novas técnicas que permitam a maior produtividade no campo. Dentre delas, encontrasse a micro-propagação *in vitro*, que permite a partir de pequenos propágulos (tecido meristemático ou meristemas) obter um volume grande de produção (González-Olmedo et al., 2005; Rodríguez et al., 2016).

As condições do cultivo *in vitro* promove um ambiente com alta umidade relativa, baixa intensidade luminosa, temperatura constante, escasso intercâmbio gasoso e o meio com abundância em compostos orgânicos, especialmente sacarose. Estas condições provocam mudanças na morfologia e fisiologia das plantas, que as fazem diferir das que crescem no campo (Agramonte, 1998).

Um dos fatores a considerar na fase de aclimatização é a umidade relativa, que durante o cultivo *in vitro* é muito alta, e devido a falta do controle da transpiração que possuem as vitroplantas no ambiente que elas crescem, é preciso realizar uma mudança gradual da alta umidade durante a adaptação. Se não realizado este processo de adaptação gradual as plantas não sobrevivem, sendo assim o desenvolvimento de um bom aparato estomático pode auxiliar as vitroplantas no processo de adaptação (Ortega e Ródez, 1986, Pérez, 1997).

A eficiência da aclimatização é transcendental na propagação comercial, tal processo, determinará o êxito da qualidade final das plantas (Pérez, 1997). O uso de técnicas eficazes na aclimatização direcionadas a ter gradualmente menos umidade,

mais luminosidade, culminam em um maior crescimento das plantas, como parte do processo de micro-propagação (Agramonte, 1998; Rodríguez et al., 2016).

No processo de produção de propágulos de vitroplantas de abacaxi foram desenvolvidos excelentes protocolos de micro-propagação, como metodologias que empregam sistemas de imersão temporal (González-Olmedo et al., 2005). Estes permitem excelentes resultados quanto a número de vitroplantas obtidas a partir de um propágulo inicial, entretanto, os resultados obtidos na aclimatização ainda são ineficientes (Pérez, 1997). Sendo assim, o objetivo do trabalho foi caracterizar os estomas de vitroplantas de abacaxi na fase de aclimatização, avaliando a influência da irrigação com água tratada magneticamente (ATM) após 6 meses de aclimatizadas.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram realizados no Centro de Bioplantas da Universidad de Ciego de Avila e no Centro Nacional de Electromagnetismo Aplicado (CNEA) da Universidad de Oriente (UO).

Foram empregadas vitroplantas de abacaxi da variedade MD-2, produzidas em condições “*in vitro*” e logo aclimatizadas em casa de vegetação, mantendo uma humidade relativa entre 60 – 80 % e temperatura interna de 27 – 31 °C. A iluminação foi controlada empregando uma tela sombrite que permitia a passagem de 30 % da luminosidade. Como substrato foi empregada uma mistura de solo e matéria orgânica numa proporção de 3:1 (v.v), respectivamente.

As avaliações foram realizadas em vitroplantas aos 7 dias, 2 meses e 6 meses de aclimatizadas. Apenas para as vitroplantas de abacaxi de 6 meses, avaliou-se a influência da água tratada magneticamente na variável área da abertura estomática (AAE) e densidade estomática (DE).

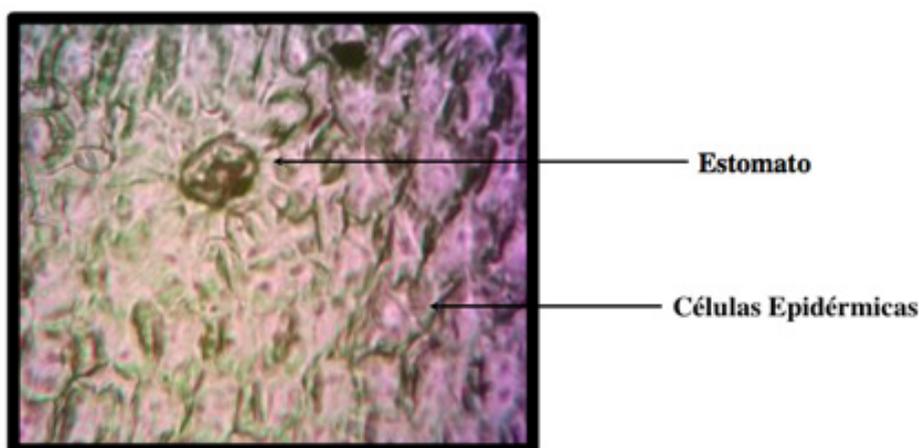
O tratamento com água tratada magneticamente foi realizado com um magnetizador de ímãs permanentes com uma indução magnética de 50 - 70 mT, calibrado no laboratório do CNEA com um Microweberímetro Soviético 192041, de erro relativo menor do 5 %, em um equipamento de Ressonância Magnética Nuclear e com um Teslâmetro do tipo 410 Gaussmeter da empresa Lakeshore. A calibração com os três aparelhos demonstrou uma alta repetibilidade entre os três métodos utilizados. O magnetizador foi colocado no sistema de irrigação apenas aos 6 meses após o plantio das mudas de abacaxi na casa de vegetação.

A partir de fotografias digitais realizadas através de um microscópio de fase invertida, Modelo37XB, foi analisada a estrutura dos estomas (Figura 1). Foi avaliada a DE ao mesurar o número de estomas na área do campo observada e o AAE seguindo a metodologia de Ortega e Ródez (1986). Em cada tratamento foi utilizado 10 plantas, as folhas selecionadas foram o segundo e terceiro par de folhas. Após, a escolhas das folhas empregou-se as impressões epidérmicas.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições. A análise estatística baseou-se em uma análise de variância de classificação simples para 95% de significância, com auxílio do programa “STATGRAPHICS Plus” (Statistical Graphics Crop, 2000).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aclimatização de vitroplantas continua sendo um gargalo enfrentado pela maioria dos sistemas de propagação *in vitro* de plantas (Pérez, 1997). Nesta fase de aclimatização o objetivo fundamental é obter o máximo de sobrevivência das plantas, e para isso a melhora na qualidade e a potencialização da adaptação das plantas é necessário. O tratamento magnético na água de irrigação ainda que empregada na estimulação do desenvolvimento de espécies vegetais (Méndez et al., 2005; Boix et al., 2008; Aguilera e Martín, 2016; Boix et al., 2018), onde numerosos efeitos benéficos têm sido relatados, entretanto, na aclimatização de cultivos *in vitro* tem sido pouco empregada (Dubois et al., 2004).

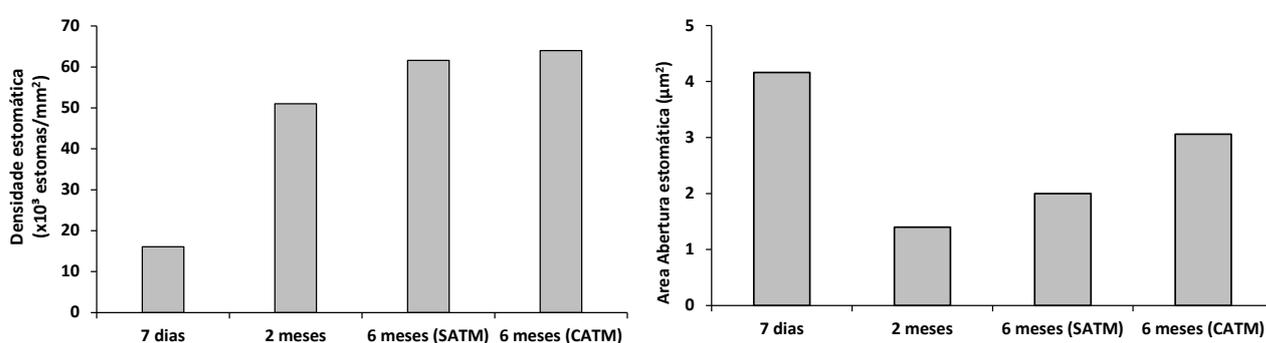


**Figura 1.** Microfotografia do estomato de vitroplantas de *Ananas comosus* em fase de aclimatização. (Aumento 25x25).

Ao avaliar os resultados observou-se que para todas as plantas, independentemente do tempo de aclimatização, os estomas conservam sua anatomia com seu ostíolo, células oclusivas e células epidérmicas típicas (Figura 1). As plantas de abacaxi, são plantas que possuem modificações do tipo xeromórfico, adaptabilidade que permite a esta espécie de plantas resistir à seca. Os estomas nestas plantas aparecem fundamentalmente na parte abaxial da folha, em câmaras epidérmicas, o que coincide com os resultados antes mostrados. A estrutura precisa do aparato estomático pode variar consideravelmente de uma espécie a outra; e uma característica distintiva das células guardas é que estão engrossadas e podem ter até 5  $\mu\text{m}$  de espessura, em contraste com uma célula epidérmica típica que tem 1 a 2  $\mu\text{m}$ . Na Figura 1, observa-se, que os estomas das plântulas de *Ananas comosus* aclimatizadas, mantém esta

característica.

Depois de conferida que as estruturas das folhas das vitroplantas estavam em condições de realizar suas funções, avaliou-se ao longo do tempo o comportamento da AAE das vitroplantas (Figura 2). Observa-se na Figura 2, com 7 dias as plantas adaptadas manifestaram seu máximo valor para esta característica e com o tempo esta variável foi diminuindo. Ao comparar aos 6 meses a introdução do tratamento com água magnetizada, observa-se que as plantas tratadas apresentaram  $3,06 \mu\text{m}^2$  de área de abertura estomática, em relação a  $2 \mu\text{m}^2$  das não tratadas, ainda que as diferenças não são significativas entre os dois tratamentos. Atribui-se aos campos magnéticos a indução de alterações que podem promover câmbios morfológicos e fisiológicos em muitas espécies vegetais de maior interesse agrônomico (Dubois et al, 2004), pelo que o incremento da AAE pode estar relacionado com este fenômeno.



**Figura 2.** Valores das médias obtidas ao avaliar vitroplantas de abacaxi da variedade MD-2 para as características densidade estomática e área de abertura estomática, medidos ao longo de 3 datas diferentes (7 dias, 2 e 6 meses). No eixo X, CATM e SATM representam o tratamento com água tratada magneticamente e a ausência dele, respectivamente.

A abertura e fechamento estomático, entre outros fatores, está relacionada com o acúmulo de solutos osmoticamente ativos nas células guardas que provoca a acumulação de água, um aumento na pressão de turgência promove finalmente a abertura do estoma, favorecido pelo tratamento magnético como observado na Figura 2.

A DE é um dos parâmetros a considerar ao realizar um estudo morfo-anatômico das folhas, permitindo conhecer a relação entre o número de estomas por células epidérmicas e área respectivamente. Na Figura 2, é mostrado os valores médios das avaliações de DE em plantas aclimatadas aos 7 dias, 2 e 6 meses. Os resultados obtidos na aplicação de água tratada magneticamente também são mostrados na Figura 2. Para esta variável obtém-se um aumento quase linear do incremento dos valores da avaliação inicial (7 dias após o início da aclimatização com  $16,1 \times 10^3$  estomas  $\text{mm}^{-2}$ ) de amostragem até a avaliação final (6 meses após o início da aclimatização com  $61,6 \times 10^3$  estomas  $\text{mm}^{-2}$ ), e quando adicionado o tratamento magnético da água de irrigação estes valores foram aumentados ( $64,0 \times 10^3$  estomas  $\text{mm}^{-2}$ ), ainda que não se obteve diferenças estatísticas ao comparar os valores obtidos em ambos os tratamentos aos 6 meses. Estes resultados foram semelhantes com os obtidos por

Dubois et al. (2004), ao aclimatar vitroplantas de café.

Os resultados de Dubois et al. (2004) e os obtidos neste trabalho mostram que ao existir um maior número de estomas por superfície, estes desempenham um papel mais ativo na regulação do intercâmbio gasoso das plantas, permitindo uma melhora no desenvolvimento e como resultado uma maior taxa de sobrevivência durante a fase de aclimatização.

Por outro lado, Rapôso et al. (2014), ao utilizar água de irrigação com tratamento de 0,12 T, estimulou o crescimento de *Adenathera pavoniva*. Esses pesquisadores explicaram que o movimento da água através da bicamada lipídica através dos poros que formam as aquaporinas poderia ser aumentado. Tudo o que poderia permitir um aumento no teor de água, acompanhado por turgor e alongamento celular. Isto poderia ter como consequência a estimulação na abertura dos estômatos e o desenvolvimento da transpiração, como eventos fisiológicos de grande importância para o metabolismo das plantas e sua sobrevivência.

#### 4 | CONCLUSÕES

O processo de multiplicação *in vitro* não afetou os estomas das vitroplantas de abacaxi da variedade MD-2, apresentando após o período de multiplicação anatomia normal com seu ostíolo, células guardiãs e células epidérmicas. A área de abertura estomática e a densidade estomática ao longo do período avaliado manifestou incrementos e estes foram mais notáveis quando foi adicionado o tratamento magnético na água de irrigação aplicado aos 6 meses após o início da aclimatização, porém, sem diferenças estatísticas significativas. A incorporação do tratamento magnético na água de irrigação em sistemas de adaptação de vitroplantas constitui uma importante ferramenta que poderá em outros estudos verificar o aumento da taxa de sobrevivência e desenvolvimento de plantas adaptadas em estas condições, representando assim uma valiosa estratégia de manejo.

#### REFERÊNCIAS

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.

BOIX, Y.F.; ALEMÁN, E.I.; DUBOIX, A.E.F.; BOTTA, A.M. Riego com água tratada magnéticamente en *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** (IJEAB), 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.

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.; MANRRIQUE, 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/>>

## **SOBRE OS ORGANIZADORES**

**Alan Mario Zuffo** Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan\_zuffo@hotmail.com

**Fábio Steiner** Engenheiro Agrônomo (Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/2007), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (UNIOESTE/2010), Doutor em Agronomia – Agricultura (Faculdade de Ciências Agrônomicas – FCA, Universidade Estadual Paulista – UNESP/2014, Botucatu). Atualmente, é professor e pesquisador da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul – UEMS, atuando nos Cursos de Graduação e Pós-Graduação em Agronomia da Unidade Universitária de Cassilândia (MS). Tem experiência na área de Agronomia - Agricultura, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, manejo de culturas, sistemas de produção agrícola, fertilidade do solo, nutrição mineral de plantas, adubação, rotação de culturas e ciclagem de nutrientes, atuando principalmente com as culturas de soja, algodão, milho, trigo, feijão, cana-de-açúcar, plantas de cobertura e integração lavoura-pecuária. E-mail para contato: steiner@uems.br

**Jorge González Aguilera** Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Posse experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-85107-56-7

