



**Alan Mario Zuffo**  
**(Organizador)**

**A produção  
do Conhecimento  
nas Ciências  
Agrárias e Ambientais 4**

**Atena**  
Editora

Ano 2019

**Alan Mario Zuffo**  
(Organizador)

**A produção do Conhecimento nas Ciências  
Agrárias e Ambientais**  
**4**

Atena Editora  
2019



2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

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

**Diagramação e Edição de Arte:** Lorena Prestes e Geraldo Alves

**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  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
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 Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
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  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

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

P964 A produção do conhecimento nas ciências agrárias e ambientais 4  
[recurso eletrônico] / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta  
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Produção do  
Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-287-6

DOI 10.22533/at.ed.876192604

1. Agronomia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa –  
Brasil. I. Zuffo, Alan Mario. II. Série.

CDD 630

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

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

2019

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 “A produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu IV volume, apresenta, em seus 27 capítulos, com conhecimentos científicos nas áreas agrárias e ambientais.

Os conhecimentos nas ciências estão em constante avanços. E, as áreas das ciências agrárias e ambientais são importantes para garantir a produtividade das culturas de forma sustentável. O desenvolvimento econômico sustentável é conseguido por meio de novos conhecimentos tecnológicos. Esses campos de conhecimento são importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

Para alimentar as futuras gerações são necessários que aumente a quantidade da produção de alimentos, bem como a intensificação sustentável da produção de acordo como o uso mais eficiente dos recursos existentes na biodiversidade.

Este volume dedicado às áreas de conhecimento nas ciências agrárias e ambientais. As transformações tecnológicas dessas áreas são possíveis devido o aprimoramento constante, com base na produção de novos conhecimentos científicos.

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

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, pesquisadores e entusiastas na constante busca de novas tecnologias para as ciências agrárias e ambientais, assim, garantir perspectivas de solução para a produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
INFLUÊNCIA DO TIPO DE SOLVENTE NA ACEITABILIDADE DE LICOR DE BETERRABA	
<i>Gerônimo Goulart Reyes Barbosa</i> <i>Rosane da Silva Rodrigues</i> <i>Maria Eduarda Ribeiro da Rocha</i> <i>Diego Araújo da Costa</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8761926041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>7</b>
INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM <i>Azospirillum brasilense</i> E ADUBAÇÃO NITROGENADA EM CULTIVARES DE ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADOS POR ASPERSÃO: SAFRA 2013/14	
<i>Mayara Rodrigues</i> <i>Orivaldo Arf</i> <i>Nayara Fernanda Siviero Garcia</i> <i>Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues</i> <i>Amanda Ribeiro Peres</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8761926042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>15</b>
LEVANTAMENTO POPULACIONAL DE BROQUEADORES DE MADEIRA VIVA NO NORTE MATO-GROSSENSE	
<i>Tamires Silva Duarte</i> <i>Janaina de Nadai Corassa</i> <i>Carlos Alberto Hector Flechtmann</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8761926043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
MACARRÃO TIPO TALHARIM COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DE FARINHA DE TRIGO POR FARINHA DE MESOCARPO DE BABAÇU ( <i>Orbignya SP.</i> )	
<i>Eloneida Aparecida Camili</i> <i>Natalia Venâncio de Assis</i> <i>Priscila Becker Siquiera</i> <i>Thais Hernandez</i> <i>Luciane Yuri Yoshiara</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8761926044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>41</b>
MÉTODOS BÁSICOS PARA EXPERIMENTAÇÃO EM NEMATOLOGIA	
<i>Dablieny Hellen Garcia Souza</i> <i>Juliana Yuriko Habitzreuter Fujimoto</i> <i>Odair José Kuhn</i> <i>Eloisa Lorenzetti</i> <i>Adrieli Luisa Ritt</i> <i>Vanessa de Oliveira Faria</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8761926045</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 54**

**MODELOS DE PREDIÇÃO DA ÁREA FOLIAR DE UMBUZEIRO**

*Fábio Santos Matos*  
*Anderson Rodrigo da Silva*  
*Victor Luiz Gonçalves Pereira*  
*Michelle Cristina Honório Souza*  
*Winy Kelly Lima Pires*  
*Kamila Gabriela Simão*  
*Igor Alberto Silvestre Freitas*

**DOI 10.22533/at.ed.8761926046**

**CAPÍTULO 7 ..... 63**

**MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SUSTENTABILIDADE DOS AGROECOSSISTEMAS EM COMUNIDADES TRADICIONAIS DE FUNDO DE PASTO**

*Victor Leonam Aguiar de Moraes*  
*Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco*  
*Bruna Silva Ribeiro de Moraes*

**DOI 10.22533/at.ed.8761926047**

**CAPÍTULO 8 ..... 90**

**O CONHECIMENTO SOBRE REFORMA AGRÁRIA E A UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA NACIONAL DE FORTALECIMENTO DA AGRICULTURA FAMILIAR EM CIDADE “DORMITÓRIO DA REGIÃO METROPOLITANA DE GOIÂNIA**

*Daniel Lucino Silva dos Santos*  
*Graciella Corcioli*  
*Yamira Rodrigues de Souza Barbosa*

**DOI 10.22533/at.ed.8761926048**

**CAPÍTULO 9 ..... 104**

**O PAPEL DE CIANOBACTÉRIAS E MICROALGAS COMO BIOFERTILIZANTES PARA PRODUÇÃO AGRÍCOLA**

*Marcos Gabriel Moreira Xavier*  
*Claudineia Lizieri dos Santos*

**DOI 10.22533/at.ed.8761926049**

**CAPÍTULO 10 ..... 120**

**O RESÍDUO DE IMAZAPIR+IMAZAPIQUE EM ÁREA DE ARROZ IRRIGADO AFETA O CRESCIMENTO RADICULAR INICIAL EM SOJA INDEPENDENTE DO CULTIVO DE AZEVÉM NA ENTRESSAFRA**

*Maurício Limberger de Oliveira*  
*Enio Marchesan*  
*Camille Flores Soares*  
*Alisson Guilherme Fleck*  
*Júlia Gomes Farias*  
*André da Rosa Ulguim*

**DOI 10.22533/at.ed.87619260410**

**CAPÍTULO 11 ..... 127**

**O USO DA CROMATOGRAFIA DE PAPEL COMO FERRAMENTA INVESTIGATIVA DAS CONDIÇÕES DO SOLO**

*Alini de Almeida*

*Edinéia Paula Sartori Schmitz*  
*Hugo Franciscon*  
*Gisele Louro Peres*

**DOI 10.22533/at.ed.87619260411**

**CAPÍTULO 12 ..... 143**

O USO PÚBLICO PARA FINS TURÍSTICOS NA APA PIQUIRI-UNA (APAPU): UMA ANÁLISE DAS REUNIÕES DO CONSELHO GESTOR

*Radna Rayanne Lima Teixeira*  
*Ana Neri da Paz Justino*  
*Anísia Karla de Lima Galvão*  
*Fellipe José Silva Ferreira*  
*Paula Normandia Moreira Brumatti*

**DOI 10.22533/at.ed.87619260412**

**CAPÍTULO 13 ..... 158**

OBTENÇÃO DO DNA GENÔMICO DE *CYPHOCHARAX* VOGA E *OLIGOSARCUS JENYNSII* ATRAVÉS DE PROTOCOLO “IN HOUSE”

*Welinton Schröder Reinke*  
*Daiane Machado Souza*  
*Suzane Fonseca Freitas*  
*Rodrigo Ribeiro Bezerra De Oliveira*  
*Paulo Leonardo Silva Oliveira*  
*Deivid Luan Roloff Retzlaff*  
*Luana Lemes Mendes*  
*Heden Luiz Maques Moreira*  
*Carla Giovane Ávila Moreira*  
*Rafael Aldrighi Tavares*  
*Juvêncio Luis Osório Fernandes Pouey*

**DOI 10.22533/at.ed.87619260413**

**CAPÍTULO 14 ..... 164**

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E CITOTÓXICA DA FARINHA DO FRUTO DO JUÁ (*Zizyphus joazeiro mart*): UM ESTUDO PRELIMINAR PARA USO EM SISTEMAS ALIMENTÍCIOS

*Gilmar Freire da Costa*  
*Erivane Oliveira da Silva*  
*Juliana Lopes de Lima*  
*Viviane de Oliveira Andrade*  
*Maria de Fátima Clementino*  
*José Sergio de Sousa*

**DOI 10.22533/at.ed.87619260414**

**CAPÍTULO 15 ..... 170**

ORGÂNICA OU TRANSGÊNICA: COMO SERÁ A COMIDA DO FUTURO?

*Simone Yukimi Kunimoto*  
*Natália Ibrahim Barbosa Schrader*  
*Leandro Tortosa Sequeira*

**DOI 10.22533/at.ed.87619260415**

<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>186</b>
OS IMPACTOS AMBIENTAIS DA PECUÁRIA SOBRE OS SOLOS E A VEGETAÇÃO	
<i>Tiago Schuch Lemos Venzke</i>	
<i>Pablo Miguel</i>	
<i>Luis Fernando Spinelli Pinto</i>	
<i>Jeferson Diego Liedemer</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87619260416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>201</b>
PANORAMA DOS ESTUDOS SOBRE DECOMPOSIÇÃO EM ECOSISTEMAS FLORESTAIS	
<i>Monique Pimentel Lagemann</i>	
<i>Grasiele Dick</i>	
<i>Mauro Valdir Schumacher</i>	
<i>Hamilton Luiz Munari Vogel</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87619260417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>213</b>
PAPEL KRAFT: UMA ALTERNATIVA PARA O CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS NO CULTIVO DA ALFACE	
<i>Luiz Fernando Favarato</i>	
<i>Frederico Jacob Eutrópio</i>	
<i>Rogério Carvalho Guarçoni</i>	
<i>Mírian Piassi</i>	
<i>Lidiane Mendes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87619260418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>221</b>
PAPEL SOCIAL OU DEMANDA DE MERCADO? A RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL EMPRESARIAL DAS EMPRESAS “MAIS SUSTENTÁVEIS” DO BRASIL NO GUIA EXAME DE SUSTENTABILIDADE	
<i>Denise Rugani Töpke</i>	
<i>Fred Tavares</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87619260419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>236</b>
PARÂMETROS DE COR DE FILMES À BASE DE FÉCULA DE MANDIOCA	
<i>Danusa Silva da Costa</i>	
<i>Geovana Rocha Plácido</i>	
<i>Katiuchia Pereira Takeuchi</i>	
<i>Myllena Jorgiane Sousa Pereira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87619260420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>240</b>
PERCEPÇÃO DOS BENEFICIÁRIOS DO PROGRAMA MINIEMPRESA NO INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO CAMPUS ITAPINA	
<i>Larissa Haddad Souza Vieira</i>	
<i>Stefany Sampaio Silveira</i>	
<i>Diná Castiglioni Printini</i>	
<i>Regiane Lima Partelli</i>	
<i>Hugo Martins de Carvalho</i>	



*Vinícius Quiuqui Manzoli*  
*Raphael Magalhães Gomes Moreira*  
*Lorena dos Santos Silva*  
*Fábio Lyrio Santos*  
*Sabrina Rodht da Rosa*  
*Raniele Toso*

**DOI 10.22533/at.ed.87619260421**

**CAPÍTULO 22 ..... 247**

PHYSIOLOGY AND QUALITY OF 'TAHITI' ACID LIME COATED WITH  
NANOCELLULOSE-BASED NANOCOMPOSITES

*Jessica Cristina Urbanski Laureth*  
*Alice Jacobus de Moraes*  
*Daiane Luckmann Balbinotti de França*  
*Wilson Pires Flauzino Neto*  
*Gilberto Costa Braga*

**DOI 10.22533/at.ed.87619260422**

**CAPÍTULO 23 ..... 258**

ÁREA: PARASITOLOGIA VETERINÁRIA PNEUMONIA VERMINÓTICA POR  
*Aelurostrongilusabstrusus* EM FELINO NA CIDADE DE SINOP- MT

*Kairo Adriano Ribeiro de Carvalho*  
*Felipe de Freitas*  
*Ana Lucia Vasconcelos*  
*Larissa Márcia Jonasson Lopes*  
*Ian Philippo Tancredi*

**DOI 10.22533/at.ed.87619260423**

**CAPÍTULO 24 ..... 264**

PÓS-COLHEITA DE TOMATES CULTIVADOS EM SISTEMA CONVENCIONAL

*Gisele Kirchbaner Contini*  
*Fabielli Priscila Oliveira*  
*Rafaela Rocha Cavallin*  
*Júlia Nunes Júlio*  
*Carolina Tomaz Rosa*  
*Juliana Dordetto*  
*Juliano Tadeu Vilela de Resende*  
*Katielle Rosalva Voncik Córdova*

**DOI 10.22533/at.ed.87619260424**

**CAPÍTULO 25 ..... 273**

POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE SOJA TRATADAS COM ZINCO

*Graziela Corazza*  
*Maurício Maraschin Neumann*  
*Gustavo Osmar Corazza*  
*Guido José Corazza*

**DOI 10.22533/at.ed.87619260425**

**CAPÍTULO 26 ..... 288**

PRÉ-TRATAMENTOS COM ÁGUA E ÁCIDO INDOL-3-BUTÍRICO EM ESTACAS DE  
JABUTICABEIRA

*Patricia Alvarez Cabanez*

*Nathália Aparecida Bragança Fávaris*  
*Verônica Mendes Vial*  
*Arêssa de Oliveira Correia*  
*Nohora Astrid Vélez Carvajal*  
*Rodrigo Sobreira Alexandre*  
*José Carlos Lopes*

**DOI 10.22533/at.ed.87619260426**

**CAPÍTULO 27 ..... 298**

PROCESSAMENTO DE IMAGENS PARA IDENTIFICAÇÃO DE DEFEITOS NO  
ARROZ

*Rita de Cassia Mota Monteiro*  
*Gizele Ingrid Gadotti*  
*Ádamo de Sousa Araújo*

**DOI 10.22533/at.ed.87619260427**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 307**

## O PAPEL DE CIANOBACTÉRIAS E MICROALGAS COMO BIOFERTILIZANTES PARA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

### **Marcos Gabriel Moreira Xavier**

Centro Universitário de Belo Horizonte,  
graduado em Ciências Biológicas, Belo  
Horizonte - MG

### **Claudineia Lizieri dos Santos**

Professora adjunta do Centro Universitário  
de Belo Horizonte, Laboratório de  
Fitorremediação, Belo Horizonte - MG

**RESUMO:** Devido às práticas crescentes do setor agrícola, aliadas ao anseio de um produto mais atrativo e de baixo custo, os produtos químicos fertilizantes vêm sendo utilizados em larga escala, contribuindo, muitas vezes, para degradação ambiental. Este trabalho buscou avaliar o potencial da utilização de culturas de cianobactérias e microalgas como biofertilizantes, visando contribuir para o desenvolvimento de novas estratégias biotecnológicas, ecologicamente e economicamente sustentáveis para o setor agrícola. As culturas de microalga *Pandorina* sp. e cianobactéria *Anabaena* (PCC-7120) foram realizadas em meio de cultivo BG-11 com e sem nitrogênio, respectivamente. Os testes foram realizados com plantas de *Phaseolus vulgaris* (feijão) e *Zea mays* (milho) crescendo sob irrigação com as diferentes culturas. Plantas controle foram submetidas à irrigação

com água e meio de cultivo BG-11. Medidas do crescimento da raiz, do caule, das folhas e peso da biomassa total foram tomadas ao final do experimento para avaliar o desenvolvimento das plantas sob os diferentes tratamentos. Os resultados mostraram que ambos os cultivares, feijão e milho, apresentaram melhor desenvolvimento quando submetidos à irrigação com cultura de *Pandorina* quando comparado aos vegetais irrigados com água. Enquanto plantas de feijão submetidas ao tratamento com cianobactéria *Anabaena* mostraram ter seu desenvolvimento afetado em comparação ao tratamento controle. Estes resultados, embora iniciais, mostraram que *Pandorina* apresenta potencial para ser utilizada em processos de biofertilização enquanto *Anabaena* parece exercer efeito tóxico, sendo necessária uma maior investigação deste processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agricultura. Biofertilizantes. Cianobactérias. Microalgas. Biotecnologia. Agroecologia.

### THE ROLE OF CYANOBACTERIA AND MICROALGAE AS BIOFERTILIZERS FOR AGRICULTURAL PRODUCTION

**ABSTRACT:** Due to the increasing agricultural practices, connected with the desire for a more attractive and low-cost product, the chemical fertilizers have been used in large scale

and often contributing to environmental degradation. This work aimed to evaluate the potential of the cyanobacteria and microalgae cultures as biofertilizers, aiming to contribute with new biotechnological strategies, ecologically and economically sustainable for the agricultural sector. The cultures of microalgae *Pandorina sp.* and cyanobacteria *Anabaena (PCC-7120)* were performed by using BG-11 culture medium added or not with nitrogen, respectively. The tests were performed with plants of *Phaseolus vulgaris* (bean) and *Zea mays* (corn) growing under irrigation with the different cultures. Control plants were submitted to irrigation with water and culture medium BG-11. Measurements of root, stem, leaf growth and total biomass weight were taken at the end of the experiment to evaluate the development of the plants under the different treatments. The results showed that both cultivars, beans and corn, showed better development when submitted to irrigation with *Pandorina* culture, compared to vegetables irrigated with water. For another hand, bean plants submitted to treatment with cyanobacteria *Anabaena* showed their development affected in comparison to the control treatment. These results, although initial, showed that *Pandorina* has potential to be used in biofertilization processes while *Anabaena* seems to exert toxic effect, which is necessary a further investigation of this process.

**KEYWORDS:** Agriculture. Biofertilizers. Cyanobacteria. Microalgae. Biotechnology. Agroecology.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Brasil, é historicamente marcado por práticas agriculturáveis, sendo favorecido pela sua localização geográfica que proporciona um clima tropical, representando um modulador abiótico da diversidade e abundância de espécies da fauna, flora e microbiota, influenciando diretamente na fertilidade do território (GASQUES, 2004).

O agronegócio brasileiro, é um importante produtor mundial de bens fundados por tais práticas, revelando uma expressiva porcentagem no valor líquido total de produtos exportados (48%), participando de 21% do PIB nacional, ou 25% do total da produção do país. Dentre os principais produtos do agronegócio brasileiro, destaca-se: soja, milho, arroz, trigo, feijão, algodão e sorgo (RONCON, 2011; BALANÇA COMERCIAL DO AGRO, 2017).

A importância econômica das culturas agrícolas, ligadas à fragilidade por estresses bióticos e abióticos, que refletem diretamente na produtividade, tem mobilizado esforços para a mitigação dos efeitos causadores da baixa fertilidade dos vegetais cultivados (HIRAKURI, 2014). Solos nutricionalmente pobres, representam uma das principais barreiras para o desenvolvimento do agronegócio, e o uso de fertilizantes, é uma importante estratégia para correção de terrenos que apresentam essas características indesejáveis, promovendo a estimulação de terras agricultáveis ricas em macro e micronutrientes (ex. nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio, zinco, ferro), essenciais ao desenvolvimento saudável das culturas vegetais, proporcionando a alta produtividade das colheitas (CUNHA, 2014).



O rápido crescimento populacional contribuiu para que muitos países em desenvolvimento fossem coagidos a dar alta prioridade à produção agrícola e ao uso de fertilizantes, que atualmente representam 60% do consumo mundial desses produtos, comparado à 1960 que era de apenas 12%, revelando um aumento significativo na demanda em países que compartilham dessa realidade (IFA, 2000). De acordo com a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2017) no período de 2014 a 2017, foram aproximadamente 125.287.483 milhões de toneladas de produtos fertilizantes entregues ao mercado brasileiro, revelando assim, uma grande demanda mercadológica de fertilizadores como corretores de solos para a agricultura.

O uso indiscriminado de fertilizantes, em especial os chamados fertilizantes sintéticos/minerais (comumente utilizados), causam diversas consequências negativas no equilíbrio do ecossistema, podendo alterar: o pH (acidificação do solo); acumulação de substâncias que naturalmente existem em poucas concentrações no ambiente, que se tornam tóxicas as culturas vegetais e outras formas de vida; contaminação de águas da superfície e dos aquíferos, gerando a eutrofização; poluição atmosférica promovida pela volatilização de compostos, que contribuem para o efeito estufa, ou posteriormente são depositados nos ecossistemas, gerando futuras consequências, tais como, descritas anteriormente (IFA, 2000), além dos cultivares submetidos a esse modelo de fertilização, serem apontados como alimentos nocivos ao organismo humano (VIGLIO, 1996).

Os impactos ambientais, provenientes das consequências negativas da manipulação descontrolada de fertilizantes sintéticos, afetam a produtividade do solo, reduzindo a colheita e gerando prejuízos econômicos aos produtores agrícolas. Adicionalmente, a inserção de estimuladores industriais acelera o ciclo natural, representando um estresse antropogênico para a fauna microbiana residente, que resulta no desequilíbrio ambiental gerando um solo pobre e sem vida (PAES, 2015).

A produção orgânica tem como pilar o cultivo de vegetais a partir de processos que minimizem os impactos ao meio ambiente produzidos pela agricultura. Essa prática agroecológica dialoga a necessidade de potencializar a produtividade respeitando o equilíbrio dinâmico natural de forma ecologicamente viável com responsabilidade social (EHLERS, 1996). Desde 1990 tem registrado aumento na procura de vegetais orgânicos no mercado crescendo anualmente pelo menos 10% o consumo de tais produtos (VIGLIO, 1996), evidenciando a mudança dos hábitos alimentares da população, que passa a se preocupar com a qualidade dos alimentos que compõem a dieta brasileira, bem como os impactos da sua produção aos ecossistemas.

Desta forma, os biofertilizantes produzidos a partir de materiais orgânicos naturais ricos em nitrogênio, fósforo e potássio, representam uma importante estratégia amparada pelos conceitos agroecológicos na produção agrícola, possuindo menor agressividade ao meio ambiente se comparado a fertilizantes industriais, além do custo de mercado inferior, geralmente produzidos por metodologias mais simples de obtenção dos compostos nutricionais (DAROLT, 2018). Eles podem ser

utilizados em consórcios com fertilizadores sintéticos (ex: fertilizantes organominerais) ou substituindo totalmente os mesmos (ex. culturas orgânicas), trazendo inúmeros benefícios tanto ao solo quanto às plantas proporcionando uma maior homeostase ambiental, que aumenta a produtividade e conseqüente lucro do agricultor. Entretanto, estudos que visam desenvolver tais produtos ainda são iniciais, principalmente no Brasil.

Cianobactérias (OLIVEIRA, 2013) e microalgas (BERTOLDI, 2007), têm sido reportadas como organismos nutricionalmente ricos, possuindo conteúdos de proteínas, vitaminas e lipídeos com potencial para serem aplicados em diversos processos biotecnológicos. Neste contexto, o presente estudo avaliou o crescimento e desenvolvimento de *Phaseolus vulgaris* (feijão) e *Zea mays* (milho) sob diferentes concentrações de culturas de cianobactérias e microalgas, visando investigar o papel destes microrganismos para serem aplicados na produção biotecnológica de biofertilizantes. Desta forma, fornecer informações para o desenvolvimento de fertilizantes ecologicamente e economicamente sustentáveis e que potencializam a produtividade agrícola de pequena e larga escala.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Aquisição e Obtenção de biomassa

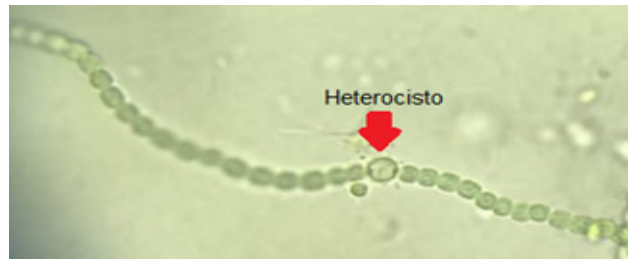
*Anabaena*-PCC 7120 (figura 1): uma cianobactéria filamentosa heterocitada especializada em fixar nitrogênio atmosférico. Esta cepa foi isolada pelo laboratório do Instituto Pasteur, França, e por ter seu genoma sequenciado vem sendo distribuída e utilizada como organismo modelo em vários laboratórios pelo mundo.

*Pandorina* sp. (figura 2): uma microalga com formato colonial, isolada das águas do Rio Doce após rompimento das barragens de Mariana (MG) em trabalhos prévios do laboratório de Fitorremediação, no Centro Universitário de Belo Horizonte - UniBH.

Ambas as cepas foram mantidas em cultivo no laboratório de Fitorremediação do UniBH, localizado na Avenida Professor Mário Werneck nº 1685, Belo Horizonte - MG, Brasil.

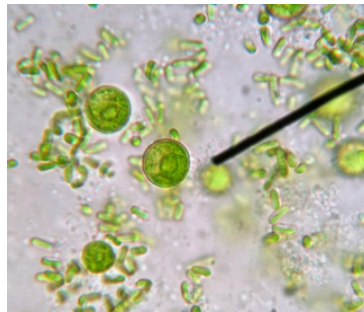
Para obtenção da biomassa, as cepas foram cultivadas em erlenmeyer autoclavados, com meio de cultura BG-11 (ALLEN, 1968; RIPPKA, 1979) adicionado de nitrogênio para as microalgas e sem nitrogênio para as cianobactérias. As culturas foram crescidas sob fotoperíodo de 12 horas luz e 12 horas escuro e temperatura de +/- 23°C.

O crescimento foi monitorado pela medida de densidade óptica (DO) usando espectrofotômetro, no comprimento de onda de 680nm para a cepa *Pandorina*, determinado pela realização de um espectro absorção entre 400 - 700nm, e em 750nm para *Anabaena* determinado por PANDEY (2012).



**Figura 1** - Cianobactéria filamentosamente heterocitada, *Anabaena-PCC7120*. (aumento 100X)

Fonte: Autor



**Figura 2** - Microalga colonial do gênero *Pandorina* sp. (aumento 100X)

Fonte: Projeto Fitorremediação

Para padronização do inóculo inicial, todas as culturas foram iniciadas com uma biomassa correspondente à medida de DO = 0,080. Após 7 dias do inóculo inicial, a medida de DO foi registrada novamente para obtenção da produção de biomassa das culturas. A DO obtida foi utilizada como valor padrão para a obtenção dos cultivos a serem utilizados na irrigação dos experimentos.

## 2.2 Montagem dos experimentos

O experimento foi conduzido no viveiro de mudas do UNIBH, *campus* Buritis, o qual não possui condições microclimáticas controladas. Segundo, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018) durante o período experimental, as estações de climatologia de Belo Horizonte registraram temperatura média de 26°C com umidade relativa do ar variando de 60% a 80%.

Para adequação da metodologia, foi realizado um ensaio teste visando determinar o volume e frequência da irrigação e tempo de germinação das plantas testadas. Após obtenção destes dados, foi montado o experimento em maior escala.

O potencial de biofertilização das microalgas e cianobactérias foi verificado usando dois diferentes vegetais de relevante importância econômica: *Phaseolus vulgaris* (feijão) pertencente ao grupo das eudicotiledôneas e *Zea mays* (milho) pertencente ao grupo das monocotiledôneas. Ambas de grande consumo na dieta alimentar brasileira. Vinte e sete sementes de ambos cultivares foram selecionadas, priorizando sementes morfológicamente parecidas, que não apresentavam sinais de

injúria que pudessem influenciar na germinação. As sementes foram acondicionadas em tubetes plásticos de 290 ml, contendo 275g de solo proveniente da Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica de Belo Horizonte. Foram semeadas 3 sementes em cada tubete através de semeadura direta à 2 cm abaixo da superfície do solo.

As duas espécies vegetais foram submetidas aos seguintes tratamentos: irrigação com água (T<sup>1</sup>), irrigação com cultura de microalga (T<sup>2</sup>) e irrigação com cultura de cianobactéria (T<sup>3</sup>). Cada tratamento contendo três repetições. No total foram obtidos 18 cultivos vegetais, sendo 9 para cada planta testada.

A fim de excluir atuação do meio de cultivo BG-11 como fonte principal de fertilização, os exemplares de feijão foram submetidos às irrigações utilizando apenas meio de cultivo BG-11 com e sem nitrogênio, na ausência de biomassa das culturas de microalgas e cianobactérias.

As plantas foram irrigadas em dias alternados, no período da tarde, com 40 ml dos diferentes tratamentos descritos.

O experimento foi conduzido por 20 dias após o primeiro sinal de germinação. Durante todo experimento foi observado e avaliado o desenvolvimento das plantas, assim como a sintomatologia visual, sob os diferentes tratamentos e no vigésimo primeiro dia foi realizada a avaliação final do experimento.

Nos tubetes em que houve a germinação de mais de uma semente, foram desbastados os exemplares que apresentaram menor vigor, priorizando aqueles que melhor desenvolveram nos diferentes tratamentos.

Para a avaliação do desenvolvimento dos vegetais nos diferentes tratamentos, foram considerados os parâmetros: comprimento da raiz, comprimento foliar (início da bainha a ponta do limbo), comprimento do caule, biomassa total e sintomatologia visual. O tamanho da superfície foliar, foi determinado a partir da média da medida individual de todas as folhas do indivíduo avaliado.

Ao final do experimento, os indivíduos foram retirados dos tubetes e colocados em prensa anatômica e acondicionados em estufa de dessecação a 60°C pelo período de dois dias, para realização de exsiccatas das amostras vegetais, a fim de compará-los com exemplares de experimentos posteriores.

Os resultados foram estatisticamente avaliados usando a análise One-Way ANOVA e Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) pelo software PAST de acesso livre.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### Biomassa das culturas

Após 7 dias de cultivo, com uma DO inicial de 0,08 para ambas as cepas, o crescimento de *Pandorina* passou a registrar a DO= 0,205, enquanto *Anabaena* DO = 0,120, mostrando um crescimento favorecido em *Pandorina*.

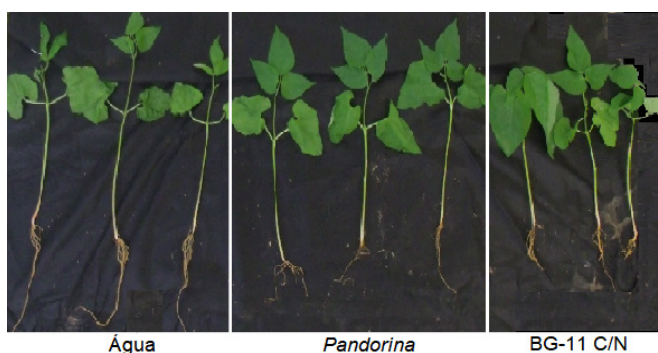
A partir desses dados, os vegetais milho e feijão, passaram a receber irrigação



padronizada pela DO das culturas *Pandorina* (DO = 0,205) e *Anabaena* (DO= 0,120).

### Crescimento total

Os resultados observados nos cinco tratamentos para feijão, indicaram maior desenvolvimento dos exemplares irrigados com cultura de microalga ( $T^2$ ) em relação a irrigação controle com água ( $T^1$ ) e ao tratamento com o meio de cultivo BG-11 C/N (figura 3), diferentemente dos tratamentos irrigados com cultura de cianobactéria ( $T^3$ ), que apresentou exemplares com menores taxas de desenvolvimento em relação a  $T^1$  e ao tratamento de BG-11 S/N (figura 4). Resultados similares também foram observados nos três tratamentos em milho, onde o desenvolvimento dos indivíduos em condições de irrigação com *Pandorina* ( $T^2$ ) apresentaram melhor desenvoltura quando comparados com os indivíduos irrigados com água ( $T^1$ ) (figura 5) e irrigação com culturas de *Anabaena* ( $T^3$ ) (figura 6).



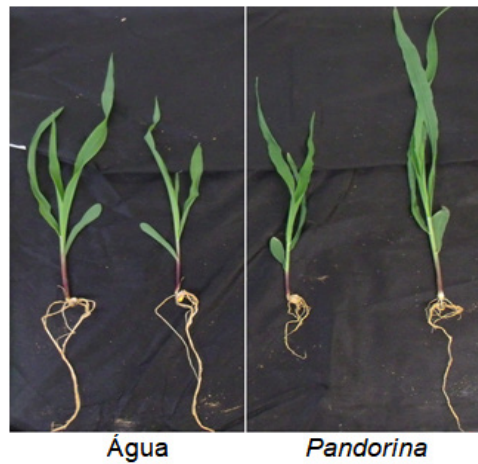
**Figura 3** - Exemplares de *Phaseolus vulgaris*, após 20 dias submetidos a irrigação com água ( $T^1$ ), cultura de *Pandorina* ( $T^2$ ) e BG-11 C/N apenas

Fonte: Autor



**Figura 4** - Exemplares de *Phaseolus vulgaris*, após 20 dias submetidos a irrigação com água ( $T^1$ ), cultura de *Anabaena* ( $T^3$ ) e BG-11 S/N apenas

Fonte: Autor



**Figura 5** - Exemplares de *Zea mays*, após 20 dias submetidos a irrigação com água (T<sup>1</sup>) e cultura de *Pandorina* (T<sup>2</sup>)

Fonte: Autor



**Figura 6** - Exemplares de *Zea mays*, após 20 dias submetidos a irrigação com água (T<sup>1</sup>) e cultura de *Anabaena* (T<sup>3</sup>)

Fonte: Autor

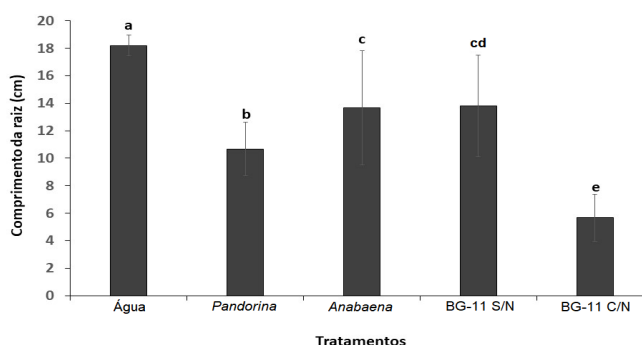
### Desenvolvimento da raiz

Os resultados encontrados para o prolongamento das raízes em feijão mostraram-se estatisticamente diferentes ( $p=0,003$ ) entre os tratamentos (figura 7). Observou-se que as raízes de plantas submetidas à irrigação com *Pandorina* (T<sup>2</sup>) apresentaram comprimento inferior (41%) às raízes de plantas irrigadas com água (T<sup>1</sup>). Por outro lado, esses valores foram superiores (47%) quando comparados com a irrigação com BG-11 C/N, na ausência de biomassa.

As raízes de plantas de feijão submetidas à irrigação com cultura de *Anabaena* (T<sup>3</sup>) apresentaram tamanho superiores às raízes de plantas irrigadas com *Pandorina* e inferior (25%) às plantas irrigadas com água (T<sup>1</sup>) não havendo diferença significativa (1%) quando comparadas com plantas irrigadas com BG-11 S/N (figura 7).

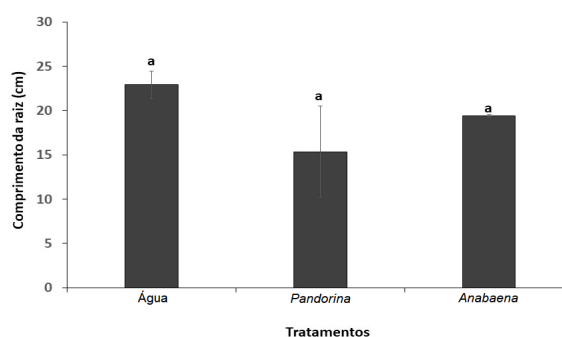
Os resultados em milho não se diferenciam estatisticamente (figura 8,  $p=0,196$ ). Entretanto, foi possível observar que plantas irrigadas com *Pandorina* (T<sup>2</sup>) mostraram comprimento de raízes inferior (33%) às plantas controle (T<sup>1</sup>), assim como observado

para plantas de feijão. Plantas de milho submetidas à irrigação com cultura de *Anabaena* (T<sup>3</sup>) também apresentaram comprimento da raiz inferior às plantas controle (T<sup>1</sup>) com diferença de 15% entre esses tratamentos (figura 8).



**Figura 7:** Comprimento da raiz em feijão

Fonte: Autor



**Figura 8:** Comprimento da raiz em milho

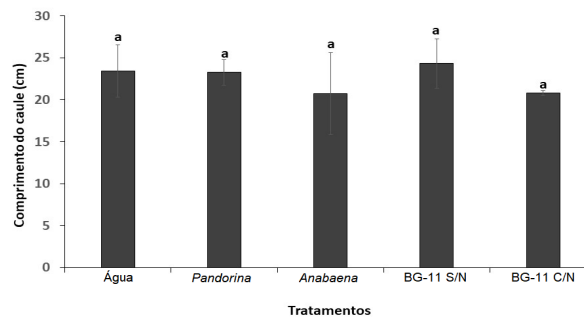
Fonte: Autor

## Desenvolvimento do caule

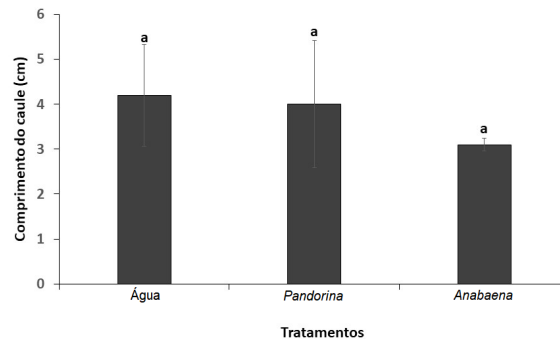
O comprimento do caule dos indivíduos de feijão não se diferenciou estatisticamente entre os diversos tratamentos (figura 9,  $p=0,503$ ). O desenvolvimento caulinar foi bastante similar entre os tratamentos T<sup>1</sup> e T<sup>2</sup>, sendo a diferença de apenas 1%. Já entre os tratamentos T<sup>2</sup> e BG-11 C/N, observou-se uma diferença de 11%.

Embora os resultados não tenham sido diferenciados estatisticamente, o prolongamento caulinar em plantas irrigadas com *Anabaena* (T<sup>3</sup>) apresentou uma diferença inferior de 11% quando comparado às plantas controle (T<sup>1</sup>) e de 15% quando comparado com plantas crescidas sob irrigação com BG-11 S/N sendo também inferior às plantas irrigadas com *Pandorina* (figura 9).

Resultados similares podem também ser observados em milho, onde os tratamentos não apontaram diferença estatística significativa (figura 10,  $p=0,593$ ), mas é possível observar que o desenvolvimento caulinar de plantas submetidas à irrigação com *Anabaena* apresentou valores inferiores quando comparadas com plantas irrigadas com água e *Pandorina* (figura 10).



**Figura 9:** Comprimento do caule em feijão  
Fonte: Autor



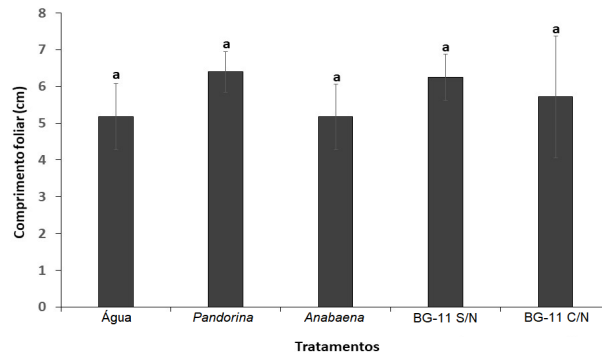
**Figura 10:** Comprimento do caule em milho  
Fonte: Autor

### Desenvolvimento foliar

Assim como observado para o comprimento da raiz e prolongamento do caule, as plantas de feijão submetidas à irrigação com cultura de *Pandorina* apresentaram melhor desenvolvimento foliar quando comparada às plantas irrigadas com *Anabaena*, embora as análises estatísticas não apresentem diferenças significativas entre os tratamentos (figura 11,  $p= 0,458$ ). Essas plantas mostraram diferença de 19% do comprimento foliar quando comparadas às plantas irrigadas com água, e 11% quando comparadas com plantas irrigadas com BG-11 C/N. Nos exemplares submetidos à irrigação com cultura de *Anabaena*, a média do comprimento foliar apresentou valor similar às plantas controle (T<sup>1</sup>) e uma diferença de 17% quando comparada com plantas irrigadas com BG-11 S/N (figura 11).

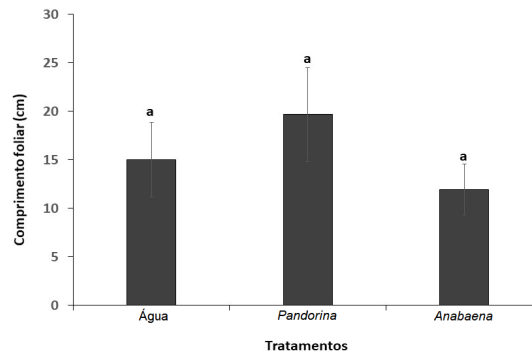
Os resultados em milho assim como em feijão, não apontaram diferença estatística (figura 12,  $p= 0,280$ ), embora constatou-se que os indivíduos de milho irrigados com cultura de *Pandorina* apresentaram média superior do desenvolvimento foliar em relação aos indivíduos cultivados com água apenas, com uma diferença de 24%. Entretanto, o contrário foi observado em plantas irrigadas com *Anabaena* (T<sup>3</sup>) que apresentaram uma média inferior de 20% quando comparada com plantas irrigadas com água (figura 12).





**Figura 11:** Comprimento foliar em feijão

Fonte: Autor



**Figura 12:** Comprimento foliar em milho

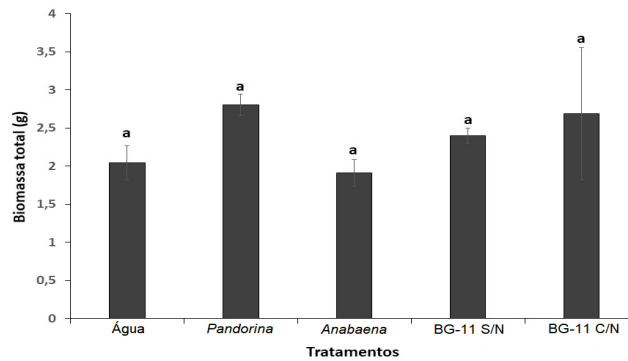
Fonte: Autor

### Biomassa total

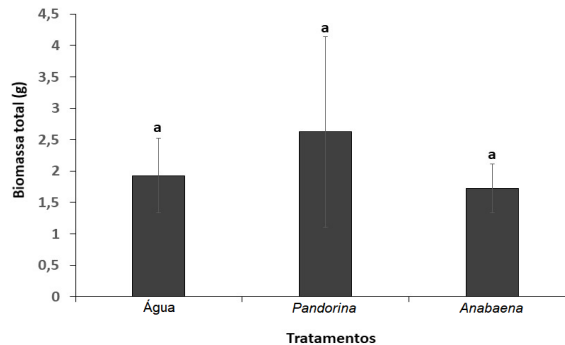
Os valores de biomassa total tanto para as plantas de feijão quanto para milho não foram diferenciados significativamente ( $p= 0,096$  e  $p= 0,662$ , respectivamente). No entanto, os valores junto às características visuais observadas, mostram que plantas de feijão submetidas à irrigação com *Pandorina* ( $T^2$ ) apresentaram maior biomassa quando comparada com plantas irrigadas com *Anabaena* ( $T^3$ ). Por outro lado, apresentaram uma diferença de 27% em relação às plantas irrigadas com água ( $T^1$ ) e 4% quando comparadas com plantas submetidas à irrigação utilizando BG-11 C/N.

Os exemplares irrigados com *Anabaena* ( $T^3$ ) novamente apresentaram média inferior em comparação aos tratamentos  $T^1$  (6%) e BG-11 S/N (20%) (figura 13).

Resultado similares foram observados em plantas de milho, onde o valor obtido para biomassa total dos mesmos foi superior em plantas irrigadas com *Pandorina*, com diferença de 26% em relação às plantas irrigadas com água. Enquanto o valor de biomassa total para plantas irrigadas com *Anabaena* foi inferior às plantas controle com diferença de 11% (figura 14).



**Figura 13:** Biomassa total em feijão  
Fonte: Autor



**Figura 14:** Biomassa total em milho  
Fonte: Autor

Os relatos de microalgas como organismos ricos nutricionalmente, tem relação com apresentarem potencial para biodegradação de compostos químicos e incorporar principalmente substâncias ricas em nitrogênio e fósforo (BERTOLDI, 2007) em sua biomassa. Uma vez disponibilizados no solo, esses microrganismos apresentam grande potencial para disponibilizar micro e macro nutrientes que compõem a biomassa vegetal.

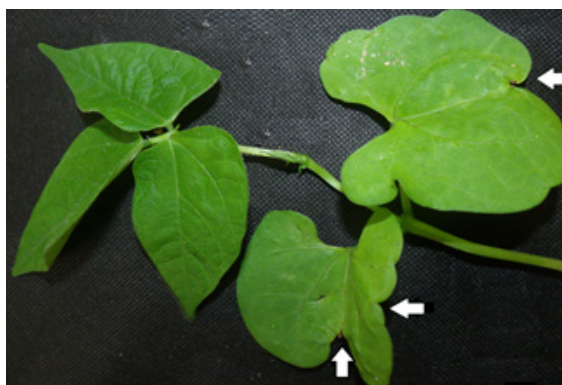
As culturas da microalga *Pandorina* sp. desenvolveram-se em solução nutritiva BG-11 enriquecida com 1,5 g de nitrato de potássio. A incorporação deste elemento na biomassa celular e posterior decomposição das microalgas no solo, após consecutivas irrigações utilizando essas culturas, provavelmente foi um fator importante para o favorecimento do acréscimo de nitrogênio disponível às plantas. Este fato poderia explicar o menor comprimento das raízes registrado em plantas irrigadas com *Pandorina* tanto nos cultivos de feijão quanto de milho. Uma vez que o alongamento das raízes é uma das estratégias para absorção de nutrientes em baixa disponibilidade.

O feijão possui metabolismo do tipo C3, segundo estudos realizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária - EMBRAPA (ALCANTARA, 2009) essa característica metabólica faz com que esses vegetais apresentem maior deficiência na utilização de compostos nitrogenados, que por sua vez em plantas como o milho que possuem metabolismo C4, é otimizada a capacidade da utilização do composto. Por esta razão cultivares que apresentam este tipo de estratégia metabólica apresentam frequentemente superfícies foliares superiores com altas taxas fotossintéticas.

Essas diferentes estratégias metabólicas utilizadas pelo feijão e milho, explicariam os diferentes resultados observados para ambos cultivares, principalmente se considerarmos os resultados obtidos para os indivíduos irrigados com *Pandorina* onde plantas de milho não mostram favorecimento em seu desenvolvimento como encontrado para o feijão.

A dificuldade para assimilar compostos nitrogenados apresentado por plantas do tipo C3, pode estar relacionado também com os resultados encontrados em feijão no tratamento BG-11 C/N, já que segundo dados apresentados por GHEYI (2010) *Phaseolus vulgaris* é sensível a solos que possuem valores superiores a 1,0 dS m<sup>-1</sup> de salinidade, sendo que a suplementação com valores superiores ao apresentado, podem acarretar na quebra da homeostasia de processos fisiológicos, gerando vegetais pouco desenvolvidos, com presença de folhagens com danos na bordadura e ápice das folhas.

Os sais industriais que enriquecem o meio de cultivo BG-11 C/N possivelmente podem estar proporcionando condição de estresse salino, gerando a inibição do prolongamento das raízes na tentativa de mitigar os efeitos negativos. Foram observadas também a presença de folhas morfologicamente alteradas, apresentando superfícies retorcidas e irregularidade nas bordas, provavelmente ocasionadas pelo excesso do macro e micronutrientes no solo (figura 15).



**Figura 15:** Aspecto morfológico do exemplar 2 irrigado com meio nutritivo BG11 C/N  
Fonte: Autor

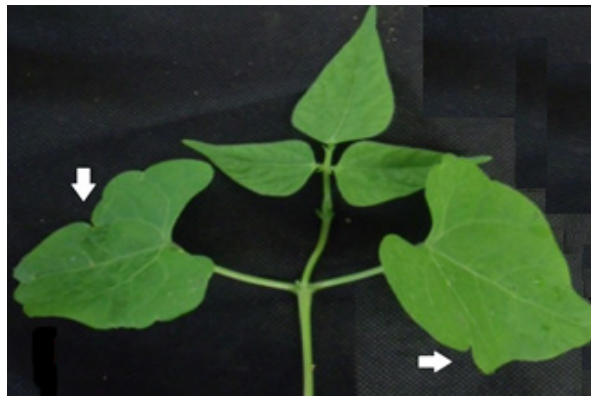
Quando os resultados obtidos para plantas irrigadas com *Pandorina* e BG-11 C/N foram comparados, observou-se que o meio de cultivo na ausência das microalgas, exerce pouca influência no desenvolvimento de feijão, uma vez que os indivíduos irrigados a partir de BG-11 C/N apontaram sinais de toxicidade. Este fato comprova que o favorecimento do desenvolvimento de plantas irrigadas com *Pandorina* é devido a atuação desses microrganismos no solo e não dos nutrientes dissolvidos em solução.

As cianobactérias do gênero *Anabaena* sp. possuem a capacidade de produzir heterocistos, que são células maiores com uma parede multiestratificada, que tem a função de fixar o nitrogênio atmosférico em ambientes onde existem poucas concentrações do nutriente disponível no meio (SIQUEIRA, 2005). Em trabalhos

realizados com a cianobactérias da espécie *Anabaena azollae* em associação simbiótica com pteridófitas do gênero *Azolla* sp. em culturas de milho (ALDÁS-JARRÍN, 2016) mostraram eficiência no favorecimento do desenvolvimento das culturas agrícolas, potencializando a fixação de nitrogênio e conseqüentemente a biodisponibilidade do nutriente no solo. No entanto, existem registros de exemplares do gênero *Anabaena* sp. sintetizando compostos tóxicos que são liberados como metabólitos secundários durante seu crescimento (APELDOORN, 2007; GORHAM, 1964).

As condições de estresses toxicológico em vegetais agem diretamente na atividade das enzimas que atuam metabolizando o nitrogênio, como consequência a expansão da biomassa é comprometida, e possivelmente aminoácidos, proteínas e outras estruturas nitrogenadas são catabolizadas (ALCANTARA, 2009).

O baixo desempenho de plantas aqui submetidas à irrigação por *Anabaena* pode estar associado à presença de subproduto tóxicos que podem estar sendo sintetizados durante o crescimento das culturas de *Anabaena*, gerando um efeito inibidor da expansão da planta. Esse achado pode ser verificado nos parâmetros analisados tanto em plantas de milho quanto em plantas de feijão. Os vegetais apontaram ainda presença de folhas morfologicamente irregulares, que podem estar associados ao comprometimento da metabolização de compostos nitrogenados (figura 16).



**Figura 16:** Aspecto morfológico do exemplar 3 irrigado com cultura de *Anabaena* sp.

Fonte: Autor

É possível que o meio de cultivo BG-11 S/N utilizado na confecção das culturas de *Anabaena*, exerce pouca influência sobre os resultados obtidos. Uma vez que as plantas crescidas sob irrigação com BG-11 S/N na ausência de cianobactéria apontaram visualmente desenvolvimento e sanidade superior aos dos vegetais irrigados com culturas de cianobactérias.

A irrigação do solo com a cultura de cianobactéria do gênero *Anabaena* sp. pode levar à efeitos negativos no desenvolvimento dos exemplares de feijão e milho, ao contrário da cultura de microalga do gênero *Pandorina* sp. Todos os cultivos irrigados com as microalgas visualmente apontaram melhor desenvolvimento. Com isso, conclui-se que esta cepa pode apresentar potencial para ser aplicada em bioprocessos

agroecológicos, que visam a produção de fertilizantes menos agressivos ao meio ambiente e com desempenho sobre a produtividade agrícola.

Entretanto, pesquisas futuras devem ser conduzidas para maior compreensão dos mecanismos fisiológicos e rotas metabólicas das biomoléculas de interesse na fertilização do solo, bem como quantificar a medida de biomassa das colônias de microalgas onde o desenvolvimento dos vegetais é melhor favorecido e realizar análises de solo para caracterização dos principais macro e micronutrientes presentes, de modo a proporcionar o uso deste produto em pequena e larga escala da produção agrícola.

## REFERÊNCIAS

- PAES L. O. P. **Biofertilizantes e defensivos naturais na agricultura orgânica: receitas e recomendações**. Brasil: Ademadan Antonina, 2015. 26 p. Disponível em: <[http://web.ademadan.org.br/wp-content/uploads/2015/12/Cartilha-Biofertilizantes-e-defensivos-naturais-na-agricultura-org%C3%A2nica\\_ADEMADAN\\_site.pdf](http://web.ademadan.org.br/wp-content/uploads/2015/12/Cartilha-Biofertilizantes-e-defensivos-naturais-na-agricultura-org%C3%A2nica_ADEMADAN_site.pdf)>. Acesso em: 07 dez. 17.
- ALDÁS-JARRÍN, J. C. et al. **Efecto biofertilizante de azolla - anabaena en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.)**. 2 ed. La Paz: Journal Of The Selva Andina Biosphere, 2016. p. 109-115, v. 4.
- ALLEN, M. M. **Simple conditions for growth of unicellular blue-green algae on plates**. 1 ed. Lawrence: Journal of Phycology, 1968. p. 1-4, v. 4.
- ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos. Apresenta levantamento de fertilizantes entregues ao mercado brasileiro. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/index.php?mpg=03.01.00&ver=por>>. Acesso em: 07 out. 2017.
- APELDOORN, M. E. et al. **Toxins of cyanobacteria**. Molecular Nutrition and Food Research, 2007. p. 7-60, v. 51.
- BALANÇA COMERCIAL DO AGRO. **Balança 2016 / perspectiva 2017**. Apresenta compilação de dados referentes ao agronegócio. Disponível em: <[www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/05\\_balancacomercialagro.pdf](http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/05_balancacomercialagro.pdf)>. Acesso em: 05 dez. 2017.
- BERTOLDI, F. C. et al. **Biorremediação de nitrogênio e fósforo da solução hidropônica residual por meio da microalga *Chlorella vulgaris***. 2 ed. Joaçaba: Evidência, 2007. p. 85-92, v. 7.
- CUNHA, J. F. et al. **Balanco de nutrientes na agricultura brasileira – 2009 a 2012** : Informações agronômicas nº145. Brasil: International Plant Nutrition Institute, 2014. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/0FAA336F68608D3983257CB30071DE8C/\\$FILE/Page1-13-145.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/0FAA336F68608D3983257CB30071DE8C/$FILE/Page1-13-145.pdf)> . Acesso em: 20 out. 2017.
- DAROLT, M. R.; NETO, F. S. **Sistema de plantio direto em agricultura orgânica**. Curitiba, 1998. Disponível em: <<https://www.ciorganicos.com.br/wp-content/uploads/2013/09/Plantio.pdf>>. Acesso em: 13 jul. 2018.
- EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Livros da Terra, 1996. 178 p.
- HIRAKURI M. H. **Impactos econômicos de estresses bióticos e abióticos na produção de soja**. EMBRAPA: Circular técnica 105. Londrina, 2014.



ALCANTARA R. M. C. M. et al. **Mecanismos bioquímicos, fisiológicos e moleculares relacionados com a eficiência de uso de nitrogênio em leguminosas e gramíneas.** EMBRAPA Meio-Norte: documento 195. Teresina, 2009.

GASQUES, J. G. et al. **Desempenho e crescimento do agronegócio no Brasil:** texto para discussão nº 1009. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2004. Disponível em: <[http://www.en.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td\\_1009.pdf](http://www.en.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_1009.pdf)>. Acesso em: 09 nov. 2017.

GHEYI, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura:** estudos básicos e aplicados. 2. ed. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia em Salinidade, 2010. Disponível em: <[http://www.en.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td\\_1009.pdf](http://www.en.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_1009.pdf)>. Acesso em: 08 jun. 2018.

GORHAM, P. R. et al. **Isolation and culture of toxic strains of *Anabaena flos-aquae* (Lyngb.) de Breb.** Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie: Verhandlungen. Stuttgart, 1964. p. 796–804, v. 15.

IFA - International Fertilizer Industry Association. **Mineral fertilizer use and the environment.** Paris, feb. 2000.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Apresenta gráficos de temperatura média e umidade relativa. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 03 jun. 2018.

OLIVEIRA, W. C. et al. **Cianobactérias:** uma revisão sobre potencial nutricional e alguns aspectos biotecnológicos. 1 ed. Biochemistry and Biotechnology Reports, jan./ jun. 2013. p. 49-67, v. 2.

PANDEY, S. et al. **Proteomics combines morphological, physiological and biochemical attributes to unravel the survival strategy of *Anabaena* sp. PCC7120 under arsenic stress.** 3 ed. Journal of Proteomics, out. 2011. p. 921-937, v. 75.

RIPPKA, R. et al. **Generic Assignments, Strain Histories and Properties of Pure Cultures of Cyanobacteria.** Grã-Bretanha: Journal of General Microbiology, 15 fev. 1979. p. 1-61, v. 111.

RONCON, N. **A importância do setor agrícola para a economia brasileira.** 2011. 69 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Administração de Empresas) - Fundação Educacional do Município de Assis, São Paulo, 2011.

SIQUEIRA, D. B.; OLIVEIRA-FILHO, E. C. **Cianobactérias de água doce e saúde pública:** uma revisão. 1 ed. 2005. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Biomedicina) - Centro de Ensino Unificado de Brasília, Brasília, 2005. p. 109-127, v. 3.

VIGLIO, E. C. B. L. **Produtos orgânicos:** uma tendência para o futuro?. 12 ed. Rio de Janeiro: Agroanalysis, dez. 1996. p. 8-12, v. 16.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**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

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-287-6

