



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
FACULDADE DE BIOLOGIA  
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS

Fábio Osvaldo dos Santos Oliveira

**Desenvolvimento de *Capsicum chinense* Jacq (Solanaceae) em Solos  
Contaminados por Metais Pesados**

Belém – PA

2019

FABIO OSVALDO DOS SANTOS OLIVEIRA

DESENVOLVIMENTO DE *Capsicum chinense* JACQ (SOLANACEAE) EM  
SOLOS CONTAMINADOS POR METAIS PESADOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Modalidade Biologia da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciado em Biologia.

Orientadora: Profa. Dra. Sílvia Fernanda Mardegan

Co-orientadora: Profa. Dra. Roberta Macedo Cerqueira

BELÉM – PA

2019

FABIO OSVALDO DOS SANTOS OLIVEIRA

DESENVOLVIMENTO DE *Capsicum chinense* JACQ (SOLANACEAE) EM  
SOLOS CONTAMINADOS POR METAIS PESADOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Colegiado do Curso de Licenciatura em  
Ciências Biológicas, Modalidade Biologia da  
Universidade Federal do Pará, como requisito  
parcial para a obtenção do grau de Licenciado  
em Biologia.

Orientadora: Profa. Dra. Sílvia Fernanda  
Mardegan

Orientador: Profa. Dra. Sílvia Fernanda Mardegan

Co-orientadora: Profa. Dra. Roberta Macedo Cerqueira

Avaliador: Prof. Dr. Rosildo Santos Paiva

Avaliador: Prof. Dr. Marco Antonio Menezes Neto

BELÉM – PA

2019

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus, pela oportunidade, por me dar saúde e força nos momentos mais difíceis.

A toda minha família, pelo carinho eterno e compreensão, pois mesmo longe me auxiliaram e guiaram os meus caminhos em todos os momentos.

Agradeço aos professores do Laboratório de Sistemática e Ecologia Vegetal – LASE pela partilha de experiências e conhecimentos que me fez amar cada dia mais a área da botânica.

Agradeço aos meus amigos do lado esquerdo do peito da graduação: Amanda Santos, Leonam Gabriel, Cleide Bahia, Anderson Azevedo, Lorena Rosa, Letícia Fonseca, Ruy Santiago, Brisa Joplin, Gabriel Matos e Aliceane Aguiar os quais estiveram caminhando desde o início da graduação, pelas histórias e parceria.

Aos colegas de laboratório: Manuela, Fábio, Ariane e Júlia por toda a colaboração, amizade e apoio prestados durante o desenvolvimento do trabalho. Ao professor Rosildo Paiva pelo fornecimento das sementes e do solo para a continuação deste trabalho.

De maneira especial agradeço a minha orientadora prof. Sílvia Mardegan pela sempre receptividade, presteza, conselho, incentivo no amadurecimento dos meus conhecimentos e auxílios em todos os momentos.

Aos membros desta banca, desde já pela disposição em ler este trabalho e pelas críticas que contribuirão no melhoramento para sua publicação.

A realização deste trabalho resulta não só do empenho individual, mas resulta também da intervenção direta e indireta de cada um de vocês que ajudaram a fazer desta etapa um marco importante na minha vida pessoal e profissional. Fiquem com Deus. Amen. Me despeço levando no coração um imenso sentimento de GRATIDÃO.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	6
ABSTRACT .....	7
1 INTRODUÇÃO GERAL .....	8
2 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO .....	10
RESUMO .....	12
INTRODUÇÃO .....	14
MATERIAIS E MÉTODOS .....	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
AGRADECIMENTOS .....	22
REFERÊNCIAS .....	23
ANEXOS.....	34
ANEXO I – Normas para a submissão de artigo para a revista Acta Botanica Brasilica. ....	35
Anexo II – Valores brutos dos parâmetros avaliados por tratamento. ....	44

## RESUMO

O descarte de pilhas e baterias é um problema que vem se agravando nos últimos anos pelo crescimento de produtos portáteis que necessitam de pilhas como fonte de energia. O Brasil foi um primeiro dos países da América latina a elaborar uma legislação para regulamentar o descarte e tratamentos de pilhas e baterias, além de estabelecer limites de concentrações de metais pesados para que possam ser descartados. O descarte de pilhas junto com o lixo doméstico causa grande preocupação, pois, com o tempo, esse dispositivo pode oxidar e liberar substâncias tóxicas, incluindo os metais pesados. Este trabalho avaliou o efeito da contaminação do solo por resíduos de pilhas alcalinas no desenvolvimento de *Capsicum chinense* Jacq (Solanaceae). Para isso, determinou-se a massa seca total das plantas e de seus respectivos compartimentos (raiz, caule e folhas), bem como a razão entre elas; a produção de folhas; e o aumento de altura da planta após a aplicação da solução de resíduos. Foi realizado um experimento inteiramente casualizado, com um controle (sem adição de solução de resíduo) e três tratamentos (adição de solução de resíduos 1x, 3x e 5x). O efeito mais negativo foi observado nas raízes, onde concentrações mais altas da solução de resíduos refletiram na redução da massa seca das plantas e aumento da razão massa seca da raiz/ total. A relação massa seca do caule/total foi maior nas plantas que receberam a solução 5 vezes concentrada e menor no controle. As plantas que receberam a solução de resíduos 5 vezes concentrada também apresentaram o menor número de folhas produzidas e o menor aumento de altura. Estes resultados indicam que a baixa concentração de resíduos no solo (solução 1 vez concentrada) favoreceu o desenvolvimento de *C. chinense*, uma vez que estes resíduos são constituídos principalmente por micronutrientes essenciais. No entanto, a adição de concentrações mais altas refletiu em toxicidade para planta, restringindo seu desenvolvimento.

**Palavras-chave:** Massa seca; contaminação do solo; metais pesados; micronutrientes; pasta eletrolítica; pimenta-de-cheiro

## ABSTRACT

The disposal of batteries is a problem that has been worsening in recent years by the growth of portable products that need batteries as an energy source. Brazil was one of the first countries in Latin America to draw up legislation to regulate the disposal and treatment of cells and batteries, as well as to establish limits on concentrations of heavy metals so that they can be discarded. Disposal of batteries together with household waste is a major concern because, over time, this device can oxidize and release toxic substances, including heavy metals. This work evaluated the effect of soil contamination by residues of alkaline batteries in the development of *Capsicum chinense* Jacq (Solanaceae). For this, the total dry mass of the plants and their respective compartments (root, shoot and leaves) were determined, as well as the ratio between them; leaf production; and the height increase of the plant after the application of the waste solution. A completely randomized experiment was carried out, being one control (addition of no residue solution) and three treatments (addition of 1-, 3- and 5-times concentrated residue solution). The most negative effect was observed in the roots, where higher concentrations of residue solution applied reflected in the reduction of plant dry mass and increment of root/total dry mass ratio. The dry mass/total dry mass ratio was higher in plants that received the 5-time concentrated residue solution and lower in the control. Plants that received the 5-time concentrated residue solution also had smaller number of leaves produced and smaller height increment. These results indicate that the low concentration of battery residues in the soil (1-time concentrated solution) favored the development of *C. chinense*, since these residues are mainly constituted by essential micronutrients. However, the addition of higher concentrations reflected in plant toxicity, restricting its development.

**Keywords:** Dry mass; soil contamination; heavy metals; micronutrients; electrolytic paste; bonnet pepper

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

As pilhas são dispositivos eletroquímicos que convertem energia química em energia elétrica, por meio de uma reação de oxirredução, sendo fonte de energia de diversos equipamentos eletroeletrônicos. As pilhas alcalinas, foram desenvolvidas por Lewis Urry, no ano de 1950, para substituir as pilhas de Leclanché. Foram introduzidas na década seguinte e lideram, até os dias atuais, o mercado de segmento mundial de pilhas primárias (que são utilizadas apenas uma vez e, então, descartadas).

O descarte de pilhas e baterias é um problema que vem se agravando nos últimos anos pelo crescimento de produtos portáteis que necessitam de pilhas como fonte de energia. O Brasil foi um primeiro dos países da América latina a elaborar uma legislação para regulamentar o descarte e tratamentos de pilhas e baterias, além de estabelecer limites de concentrações de metais pesados para que possam ser descartados. O descarte de pilhas junto com o lixo doméstico causa grande preocupação, pois, com o tempo, esse dispositivo pode oxidar e liberar substâncias tóxicas, incluindo os metais pesados.

Os metais pesados estão presentes na vida dos seres humanos desde os primórdios das civilizações. Os metais pesados são elementos químicos com densidade relativa elevada que apresenta uma circulação natural no meio ambiente em baixas concentrações. Entretanto, ocorreu um aumento progressivo dos teores desses metais no ambiente, devido a atividades antrópicas, como o descarte incorreto de pilhas e baterias. Os metais pesados são classificados em três grupos: poucos tóxicos, cancerígenos e tóxicos. O primeiro grupo corresponde a metais de ocorrência baixa no meio ambiente por isso tidos como micronutrientes para as plantas. Entre representantes destacam o zinco (Zn), alumínio (Al), cobre (Co) e manganês (Mn). O segundo grupo, corresponde a metais cuja exposição elevada pode acarretar o desenvolvimento de câncer. Esse grupo é representado pelo arsênio (As), berílio (Be), cromo (Cr) e níquel (Ni). O terceiro grupo inclui os metais que apresentam um caráter tóxico, sendo representado pelo chumbo (Pb), cádmio (Cd), mercúrio (Hg) e telúrio (Te).

O solo tem suas propriedades bioquímicas e biológicas alteradas com a presença de metais pesados, que podem seguir diferentes vias de fixação, liberação ou transporte, acumulando-se no solo. No solo, esses metais tendem a ser tornar disponíveis para as raízes das plantas, que são as primeiras a sofrerem com sua elevada concentração. Isso é devido aos metais pesados se acumularem na camada superior do solo, ficando assim acessíveis às raízes. A grande maioria das espécies vegetais não consegue evitar a absorção dos metais pesados. Em alguns casos, ocorre a limitação da sua translocação e os metais pesados tendem a ficar

imobilizados nos tecidos vegetais, geralmente na raiz e no caule, retardando o retorno desses elementos no solo. As plantas podem responder de diferentes formas de desenvolvimento em ambientes contaminados por metais pesados. Podendo ser sensíveis ou desenvolver mecanismos para tolerar os efeitos desses elementos que possa comprometer o seu desenvolvimento. A tolerância de uma planta aos metais pesados pode variar de planta para planta, dentro de uma mesma espécie. Já as plantas que apresentam adaptações para se desenvolver em solos com excesso de metais pesados são denominadas metalófitas ou espécies exclusoras.

Este trabalho de conclusão de curso para o título de Graduação em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas será apresentado em formato de artigo, que será submetido à revista *Acta Botanica Basilica*. Seu objetivo foi investigar os efeitos dos metais pesados presentes em resíduos de pilhas alcalinas no desenvolvimento da pimenta de cheiro.

## 2 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

### ARTIGO ORIGINAL

#### DESENVOLVIMENTO DE *Capsicum chinense* JACQ (SOLANACEAE) EM SOLOS CONTAMINADOS POR METAIS PESADOS

**Autores:** Fabio Osvaldo dos Santos Oliveira; Arianne Flexa de Castro; Manoela Sena Avelar; Fabio Alexandre Oliveira Teixeira Filho; Rosildo Santos Paiva; Sílvia Fernanda Mardegan

**Revista:** Acta Botanica Brasilica (normas presentes no ANEXO I)

**Status:** não-submetido (necessita ser traduzido para o inglês)

1 **Tipo do artigo:** Artigo original

2

3 **Título informativo:** Efeito da contaminação do solo por metais pesados em pilhas  
4 alcalinas (pasta eletrolítica) no desenvolvimento de *Capsicum chinense* Jacq  
5 (Solanaceae)

6

7 **Título abreviado:** Desenvolvimento de *Capsicum chinense* Jacq (Solanaceae) em solos  
8 contaminados por metais pesados

9

10 **Autores:** Fabio Osvaldo dos Santos Oliveira<sup>1</sup>; Rosildo Santos Paiva<sup>2</sup>; Sílvia Fernanda  
11 Mardegan<sup>3,\*</sup>

12

13

14 <sup>1</sup>Laboratório de Sistemática e Ecologia Vegetal, Instituto de Ciências Biológicas,  
15 Universidade Federal do Pará – UFPA, Av. Perimetral, 2-224, CEP 66075-750, Guamá,  
16 Belém – PA;

17 <sup>2</sup> Laboratório de Botânica, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará –  
18 UFPA, Av. Perimetral, 2-224, CEP 66075-750, Guamá, Belém – PA;

19 <sup>3,\*</sup> Autor para correspondência: [silmardegan@gmail.com](mailto:silmardegan@gmail.com). Laboratório de Sistemática e  
20 Ecologia Vegetal, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará – UFPA,  
21 Av. Perimetral, 2-224, CEP 66075-750, Guamá, Belém – PA; [https://orcid.org/0000-0003-  
22 3057-8973](https://orcid.org/0000-0003-3057-8973).

## 1 **RESUMO**

2

3 Este trabalho avaliou o efeito da contaminação do solo por resíduos de pilhas alcalinas no  
4 desenvolvimento de *Capsicum chinense* Jacq (Solanaceae). Para tanto, determinou-se a massa  
5 seca total das plantas e de seus respectivos compartimentos (raiz, caule e folhas), bem como a  
6 razão entre elas; a produção de folhas; e o aumento de altura da planta após a aplicação da  
7 solução de resíduos. Foi realizado um experimento inteiramente casualizado, com um  
8 controle (sem adição de solução de resíduo) e três tratamentos (adição de solução de resíduos  
9 1, 3 e 5 vezes concentrada). O efeito mais negativo foi observado nas raízes, onde  
10 concentrações mais altas da solução de resíduos refletiram na redução da massa seca das  
11 plantas e aumento da razão massa seca da raiz/ total. A razão massa seca do caule/total foi  
12 maior nas plantas que receberam a solução 5 vezes concentrada e menor no controle. As  
13 plantas que receberam a solução de resíduos 5 vezes concentrada também apresentaram o  
14 menor número de folhas produzidas e o menor aumento de altura. Estes resultados indicam  
15 que a baixa concentração de resíduos no solo (solução 1 vez concentrada) favoreceu o  
16 desenvolvimento de *C. chinense*, uma vez que estes são constituídos por micronutrientes  
17 essenciais. No entanto, a adição de concentrações mais altas refletiu na toxicidade da planta,  
18 restringindo seu desenvolvimento.

19

20 **Palavras-chave:** Massa seca; contaminação do solo; metais pesados; micronutrientes; pasta  
21 eletrolítica; pimenta-de-cheiro

22

1 **ABSTRACT**

2

3 This work evaluated the effect of soil contamination by alkaline battery residues in the  
4 development of *Capsicum chinense* Jacq (Solanaceae). For this, plant total dry mass and from  
5 their respective compartments (root, stem and leaves) were determined, as well as the ratio  
6 between them; leaf production; and plant height increment after the application of the  
7 solution. A completely randomized experiment was carried out, with one control (without  
8 addition of residue solution) and three treatments (addition of 1-, 3- and 5-times concentrated  
9 residue solution). The most negative effect was observed in the roots, where higher  
10 concentrations of the residue solution reflected in the reduction of plant dry mass and increase  
11 of the root/total dry mass ratio. Plants that received the 5-times concentrated residue solution  
12 had higher stem/total dry mass ratio, lower number of leaves produced and lower plant height  
13 increment. These results indicate that the low concentration of alkaline battery residue  
14 solution in the soil (1-time concentrated) favored the development of *C. chinense*, since these  
15 are constituted by essential micronutrients. However, the addition of higher concentrations  
16 reflected in the toxicity of the plant, restricting its development.

17

18 **Keywords:** Dry mass; soil contamination; heavy metals; micronutrients; electrolytic paste;  
19 bonnet pepper.

20

21

22

## 1 INTRODUÇÃO

2

3 Nas últimas décadas, houve uma grande expansão do setor de eletroeletrônicos,  
4 principalmente como o uso de aparelhos eletroeletrônicos portáteis (Mombach A 2010), que  
5 utilizam pilhas como fonte de energia. As pilhas são um dispositivo eletroquímico, que  
6 apresenta um anodo (eletrodo negativo), um catodo (eletrodo positivo) e a pasta eletrolítica,  
7 onde ocorrem as reações químicas que produzem a corrente elétrica (Afonso et al 2003). As  
8 pilhas disponíveis no mercado possuem, em sua composição, principalmente metais como o  
9 manganês (Mn) e zinco (Zn), além de outros metais em porcentagens menores, como o  
10 cádmio (Cd) e o chumbo (Pb) (Agourakis DC et al 2006; Gozano et al 2009).

11 Dentre as pilhas de uso doméstico mais comum, encontram-se as pilhas alcalinas (Agourakis  
12 DC et al 2006; Júnior 2015 unpubl). Foram desenvolvidas na década de 50, para substituir as  
13 pilhas de Leclanché (Zn-C), sendo mais resistentes a altas temperaturas e mais seguras contra  
14 vazamentos (Silva BO et al 2011). É uma pilha considerada primária, ou seja, não  
15 recarregável. Além de Mn, Zn, Cd e Pb, as pilhas alcalinas também possuem cobalto (Co),  
16 cromo (Cr), cobre (Cu), níquel (Ni), selênio (Se), silício (Si), telúrio (Ti), vanádio (V),  
17 mercúrio (Hg) e arsênio (As) (Agourakis DC et al 2006). Nas pilhas alcalinas, o anodo é  
18 composto de Zn em pó (99,85 % a 99,90 %) e mais 0,04 a 0,06 % de Pb, para aumenta sua  
19 resistência à corrosão. O catodo é composto por dióxido de manganês (MnO<sub>2</sub>) (70 %) e grafite  
20 (10%), além de possuir hidróxido de potássio (KOH) como eletrólito (Gazano VSO et al  
21 2009; Júnior 2015 unpubl).

22 Os elementos que constituem a pilha alcalina (salvo o KOH) são denominados metais  
23 pesados, por apresentarem propriedades metálicas e número atômico maior que 20 (Tangahu  
24 BV et al 2011). Muitos metais pesados, como o Zn, Cu e Mn são componentes naturais do  
25 solo, sendo micronutrientes necessários para o crescimento das plantas (Pombo ICA 1992;

1 Tangahu BV et al 2011). Contudo, eles também são considerados tóxicos em diversos países,  
2 inclusive no Brasil (Bocchi N et al 2000), agravando a preocupação com os riscos à saúde  
3 humana e ao meio ambiente.

4 O crescimento no uso de pilhas alcalinas provocou a geração de grandes quantidades de  
5 resíduos ricos em metais pesados, os quais são normalmente descartados no solo de maneira  
6 incorreta. O destino de um elemento químico tóxico no solo é determinado pela competição  
7 entre os diferentes metais presente no solo e o sistema radicular da planta sendo os metais  
8 absorvidos, preferencialmente, na forma iônica, embora possa ser absorvido como complexo  
9 (Sposito G 2008). No entanto, a maior parte deles é prejudicial ao desenvolvimento de  
10 plantas, além do risco do seu uso na alimentação. Segundo as informações disponíveis no site  
11 Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE), o tempo de decomposição de  
12 pilhas e de 100 e até 500 anos. Segundo o art. 7, do Conselho Nacional do Meio Ambiente  
13 (CONAMA), o teor máximo permitido de Hg, Ca e Pb em pilhas alcalinas são 0,0005%,  
14 0,0002% e 0,1%, respectivamente (Conama 2008).

15 A contaminação de áreas por substâncias tóxicas presentes nas pilhas alcalinas quando  
16 descartada de maneira incorreta no ambiente, torna-se um agravante para a saúde dos seres  
17 vivos e prejudica a qualidade dos recursos naturais quando estão presentes em elevadas  
18 concentrações. No final da década de 1970 surgiram os primeiros sinais dos perigos do  
19 descarte incorreto junto aos resíduos comuns de pilhas e baterias (Reidler NMVL et al 2002).  
20 Segundo dados no ano de 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), a  
21 maior parte dos descartes dos resíduos domiciliares ocorre em locais que não possuem  
22 medidas de proteção ao meio ambiente e a saúde pública (Gozano et al 2009).

23 Com base no exposto acima, este trabalho visou analisar o desenvolvimento da pimenta-de-  
24 cheiro (*Capsicum chinense* Jacquin, Solanaceae) em solos contaminados com soluções de  
25 resíduos de pilha alcalina em diferentes concentrações. Nossa principal hipótese é que quanto

1 maior a concentração da solução de resíduos de pilha, mais restringindo seria o  
2 desenvolvimento das plantas de *C. chinense*, devido aos efeitos tóxicos dos metais pesados.

3

#### 4 **MATERIAIS E MÉTODOS**

5

6 **Delineamento amostral.** O presente trabalho foi conduzido na Universidade Federal do Pará  
7 (UFPA), Belém – PA, Brasil. O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente  
8 ao Laboratório de Biotecnologia, Núcleo de Meio Ambiente (NUMA). O experimento foi  
9 instalado em delineamento inteiramente casualizado, sendo composto por um tratamento  
10 controle (sem adição da solução de resíduos de pilha) e três tratamentos, contendo solução de  
11 resíduos de pilha em diferentes concentrações (aqui denominadas 1x, 3x e 5x). Cada  
12 tratamento possuía seis réplicas (vasos), nos quais foram plantadas cinco mudas de *C.*  
13 *chinense*.

14

15 **Preparo da solução de resíduos de pilha.** Para o preparo da solução de resíduos de pilha, foi  
16 necessária a extração da pasta eletrolítica de 55 pilhas alcalinas usadas, do tipo AA, marca  
17 Duracell. As pilhas, que tinham prazo de validade variando entre junho de 2015 e janeiro de  
18 2018, foram obtidas em pontos de coleta localizados em áreas comerciais da cidade Belém.

19 Cada pilha foi desmontada manualmente, para que seus componentes básicos fossem  
20 separados. Todo este procedimento foi realizado sob condições apropriadas de proteção (uso  
21 de luvas e máscaras). Com auxílio de um alicate, abriu-se cada pilha ao longo da costura e  
22 desenrolou-se a proteção de aço. Em seguida, retirou-se o bastão de carbono (carvão),  
23 encontrado no centro da pilha, e a pasta eletrolítica.

24 Com o auxílio de balança analítica, toda a pasta eletrolítica obtida foi pesada e dividida em  
25 três porções, as quais foram utilizadas no preparo das soluções com diferentes concentrações.

1 Para a solução 1x concentrada, foram dissolvidos 2,14266 g de pasta eletrolítica em 1 L de  
2 água destilada. Já para a solução 3x concentrada, foram dissolvidos 6,42798 g de pasta  
3 eletrolítica em 1 L de água destilada. Por fim, para a solução 5x concentrada, foram  
4 dissolvidos 10,71330 g de pasta eletrolítica em 1 L de água destilada.

5

6 **Espécie utilizada.** Para esse estudo, foi utilizada a espécie domesticada popularmente  
7 conhecida como pimenta de cheiro – *Capsicum chinense* Jacquin, que pertence à família  
8 Solanaceae (Carvalho SIC et al 2006; Moreira A 2010). A Amazônia é o maior centro da  
9 diversidade da espécie *C. chinense* (Luz FJDF 2007; Fonseca RM et al 2008), sendo essa  
10 espécie a mais predominante, dentre as cinco espécies do gênero *Capsicum*, na região norte  
11 do país (Domenico CI 2011). Ela foi originalmente encontrada na bacia do rio Amazonas,  
12 mas pode ser encontrada desde da América Central até o sul do Brasil, devido à sua  
13 adaptabilidade a diferentes solos (Carvalho SIC et al 2006; Monteiro 2008).

14 A pimenta de cheiro tem como tipos mais conhecidos a pimenta-de-cheiro, a pimenta-de-bode  
15 e a pimenta de cheiro (cumari) do Pará (Carvalho SIC 2006; Monteiro ER 2008; Moreira A  
16 2010; Domenico 2011). Para este estudo, utilizou-se o tipo pimenta de cheiro (cumari) do  
17 Pará. A pimenta de cheiro é uma planta arbustiva, que pode atingir até 1,40 m de altura  
18 (Moreira A 2010; Perreira BW de F 2014). Possui hábito ereto, folhas largas, macias ou  
19 rugosas, apresentando uma tonalidade verde-clara a escuro e de três a cinco flores por nó  
20 (Souza WR de N 2012). Sua corola pode variar da cor branca à branco-esverdeada e suas  
21 pétalas não apresentam pontuações (Barbosa RI et al 2002). Seu fruto pode apresentar uma  
22 grande variedade em tamanho, forma e cor, variando de amarelo ao vermelho quando maduro  
23 (Monteiro ER 2008) (Figura 1). Sua germinação demora entre 15 a 20 dias e a colheita dos  
24 frutos ocorre após um período de 50 a 60 dias (Souza WR de N 2012). Os poucos estudos  
25 acerca do desenvolvimento da pimenta de cheiro do Pará mostram que sua produtividade

1 sofre influência de alguns nutrientes, principalmente nitrogênio (N), além da acidez do solo  
2 (Lara FM 2008; Cardoso; Moreira A 2010 AA de S 2014).

3

4 **Obtenção das mudas e desenvolvimento do experimento.** Em dezembro/2017, sementes de  
5 *C. chinense* foram adicionadas a bandejas contendo areia lavada, por um período de 20 dias,  
6 até a emergência de plântulas. Após esse período, as mudas foram transplantadas para os  
7 vasos, com volume de 4,9 L. O substrato utilizado é classificado como terra vegetal  
8 comercial, geralmente denominada de terra preta, caracterizada pelo elevado teor de carbono  
9 orgânico, com elevados teores de fósforo, cálcio e micronutrientes (Tabela 2). Sua coloração é  
10 preta a bruno acinzentada muito escura, que é acentuada pela presença de carvão, maior pH e  
11 saturação por bases e menor teor de alumínio trocável (Madari et al 2009; Batista M de A et al  
12 2014).

13 Após um período de aclimação de 30 dias, os vasos receberam 600 mL da solução de  
14 resíduos de pilhas, conforme o tratamento a ser avaliado. Sua aplicação ocorreu em duas  
15 etapas (300 mL pela manhã e pela tarde), para evitar perda de material. O controle de pragas  
16 ou doenças nos vasos foi realizado diária- e manualmente.

17

18 **Coleta, preparo e análise do material coletado.** Ao longo do experimento, foram realizadas  
19 a contagem das folhas produzidas e a medição da altura das plantas, com auxílio de régua  
20 graduada. As amostragens foram realizadas duas vezes: antes da aplicação da solução de  
21 resíduos (fevereiro/2018) e após um período de cinco meses (julho/2018), quando o  
22 experimento foi finalizado. Ao final do experimento, após as amostragens, procedeu-se a  
23 colheita e separação de folhas, caules e raízes. Estes foram lavados com água de torneira, para  
24 remoção da terra aderida e, posteriormente, com água destilada. Após a lavagem, o material  
25 vegetal foi colocado em sacos de papel e secos em estufa, à temperatura de 50-55 °C, até peso

1 constate. Depois de seco, o material foi pesado, com auxílio de balança analítica, para  
2 determinação da massa seca de cada compartimento das plantas, a massa seca total e as razões  
3 entre cada compartimento (razões massa seca raiz/total; caule/total; e folha/total). Estes  
4 procedimentos foram realizados no Laboratório de Sistemática e Ecologia Vegetal – LASEV.

5  
6 **Análises estatísticas.** Os dados foram agrupados de acordo com a concentração de solução de  
7 resíduos aplicada. A normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk.  
8 Quando necessário, os dados foram transformados por meio do método do Box Cox (que  
9 fornece o valor  $\lambda$  para transformação dos dados), para que suas distribuições passassem a ser  
10 o mais próximo possível da normalidade. Para verificar se a concentração da solução de  
11 resíduos de pilha aplicada influenciou os parâmetros avaliados, foram realizadas análises de  
12 variância de um fator (one-way ANOVA), seguidas de testes *post hoc* de Tukey. As análises  
13 foram realizadas no pacote estatístico STATISTICA, versão 13 para Windows (STATSOFT,  
14 INC., 2015). Um nível de probabilidade de 0,05 foi utilizado como valor crítico de  
15 significância em todas as análises.

16

## 17 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

18

19 Houve uma redução de até 50% na massa seca de raiz à medida que as concentrações das  
20 soluções de resíduos de pilhas alcalinas foram aumentadas ( $P < 0,05$ ) (Figura 2A). Essa  
21 redução na massa seca de raiz refletiu na redução em torno de 60% da razão massa seca  
22 raiz/total ( $P < 0,05$ ) (Figura 2B). Inversamente, as plantas que receberam as soluções de  
23 resíduo com maiores concentrações (3 e 5x concentrada) tiveram um aumento de cerca de  
24 25% da razão massa seca caule/total, quando comparadas ao controle e à solução em menor  
25 concentração (1x concentração) ( $P < 0,05$ ) (Figura 2C).

1 Esses resultados se assemelham a muitos trabalhos em solos contaminados por metais pesados  
2 (Menegatti RD 2017;Grolli AL et al 2014; Chaves LHG 2010, Paiva HN 2001), onde a  
3 redução do desenvolvimento das raízes ocorre pelo fato de que uma das primeiras estratégias  
4 das plantas para amenizar os efeitos tóxicos dos metais pesados nas plantas, que é retê-los em  
5 suas raízes (Souza WR de N 2012). Com isso, evita-se a translocação destes para a parte aérea  
6 da planta. O excesso de excesso de metais pesados nas raízes acarreta um estresse oxidativo  
7 (Gomes MP 2011), resultando nas maiores concentrações das espécies reativas de oxigênio na  
8 raiz (Guimarães M de A et al 2008).

9 Com o aumento da exposição das plantas aos metais pesados, essa sua primeira barreira passa  
10 a não ser mais eficiente aos efeitos tóxicos dos metais, que passam, então, a ser translocados  
11 para a parte aérea. Dentre os metais presentes nos resíduos de pilha aplicados, em segunda  
12 maior concentração encontra-se o Pb, cuja absorção pelas plantas ocorre se modo passivo e,  
13 por não sofrer degradação microbiana, acaba se acumulando e sendo estocado nas paredes  
14 celulares (Ezaki S 2004; Moreira A 2010). Sua toxicidade ocasiona a diminuição do  
15 crescimento das raízes das plantas e, com a exposição prolongada, provocando a diminuição  
16 da parte aérea, que não foi observada no desenvolvimento *C.chinense*.Os primeiros sintomas  
17 da toxidez pelo Pb são uma coloração verde escura, o murchamento das folhas mais velhas,  
18 folhas atrofiadas e raízes pouco desenvolvidas (Zeitouni CF 2013).

19 Após a aplicação da solução de resíduos de pilhas alcalinas, também foi possível se verificar  
20 que as plantas que receberam a solução 3x concentrada produziram quase duas vezes mais  
21 folhas que o controle ( $P < 0,05$ ). A menor quantidade de folhas produzidas foi observada nas  
22 plantas que receberam a solução 5x concentrada, correspondendo a apenas 20% da quantidade  
23 observada no controle ( $P < 0,05$ ) (Figura 3A). Quanto à variação na altura das plantas, as  
24 plantas que receberam a solução 5x concentrada cresceram cerca de 60% menos que as  
25 plantas do controle e das demais concentrações de solução de resíduos ( $P < 0,05$ ) (Figura 3B).

1 O aumento na produção do número de folhas no tratamento no 3x (Figura 3A) pode ser em  
2 decorrência do estresse oxidativo induzido pelo excesso de Zn, que está presente em maior  
3 concentração na composição da pilha alcalina. Os metais pesados, cádmio (Cd) e chumbo  
4 (Pb) comprometem os níveis de clorofila e carotenoides da planta à inativa enzimas  
5 responsáveis pela biossíntese de elementos, comprometendo a atividade fotossintética da  
6 planta (Rodrigues ACD 2016). Como consequência, a planta tende a produzir novas folhas,  
7 como uma estratégia para aumentar sua capacidade fotossintética (Menegatti RD 2017).  
8 Embora o Zn seja um micronutriente indispensável para o crescimento das plantas, doses  
9 muito elevadas desse nutriente podem provocar efeitos tóxicos às plantas. Dentre os sintomas  
10 de toxidez observados na planta, encontra-se a redução no número de folhas produzidas,  
11 conforme observado no tratamento 5x (Menegatti RD et al 2017, Assunção SJR 2012).

12 Já a menor redução no crescimento das plantas, após aplicação da solução de resíduos 5x  
13 concentrada, deve-se aos efeitos do estresse provocado pelo excesso de Cd e Cu (Gonçalves  
14 Jr. AC et al 2015). Um dos mecanismos das plantas para tolerar o excesso de Cd é inseri-lo no  
15 vacúolo, limitando suas translocação para a parte aérea (Guimarães M de A 2008). Assim,  
16 quando Cd é absorvido em grandes quantidades, ele passa a ficar retido em sítios ativos  
17 localizados na parede celular (Pendias KA 2010). O excesso de Cd geralmente leva à redução  
18 na produtividade das plantas, pois influencia negativamente a produção de clorofila, as taxas  
19 de assimilação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), a eficiência do uso da água e condutância  
20 estomática (Amaral IL et al 2004), refletindo em menor massa seca em plantas expostas à  
21 elevadas concentrações (Perreira JMN 2006).

22 O Cu está envolvido em diversos processos, tais como fotossíntese, respiração, metabolismo  
23 de carboidratos e reprodução (Pendias KA 2010). Por essa razão, ao se desenvolverem em  
24 solos com baixas concentrações deste nutriente, as plantas não sofrem efeitos negativos em

1 seus processos metabólicos (Chaves LHG et al 2010). Já o excesso de Cu provoca o aumento  
2 na síntese de proteínas e enzimas envolvidas na defesa ao estresse oxidativo, além de  
3 alterações na fotossíntese e fotoinibição (Cambrollé et al 2015). O excesso de Cu também  
4 pode danificar a estrutura das raízes (Bochicchio R et al 2015), reduzindo a absorção de água  
5 e nutrientes e, conseqüentemente, o crescimento das plantas (Toselli M et al 2009). Seu  
6 excesso ainda acarreta outros sintomas de deficiência, como o amarelamento das folhas  
7 (clorose) (Rodrigues REAV et al 2014).

## 8 **CONCLUSÃO**

9 A pimenta de cheiro mostrou- se tolerante a contaminação por metais pesados presente na  
10 solução contaminante, sendo promissora para estudos sobre a reabilitação de áreas  
11 contaminadas com metais pesados.

## 12 **AGRADECIMENTOS**

13  
14 À Faculdade de Ciências Biológicas – FACBIO – UFPA, pelo auxílio na montagem do  
15 experimento; ao Laboratório de Biotecnologia, do Núcleo de Meio Ambiente –  
16 NUMA/UFPA, por ceder espaço na casa de vegetação, para realização do experimento; e ao  
17 Laboratório de Solos – Embrapa Amazônia Oriental – CPATU (Belém, PA), pela realização  
18 das análises de solo.

19

## 1 REFERÊNCIAS

- 2 Afonso JC, Barandas APMG, Silva GAP, Fonseca SG.2003.Processamento da pasta  
3 eletrolítica de pilhas usadas. *Química nova*, 26: 573-577.
- 4 Agourakis DC, Camargo IMC, Cotrim MB, Flues M. 2006. Comportamento de zinco e  
5 manganês de pilhas alcalinas em uma coluna de solo. *Química Nova*, 29: 960-964.
- 6 Amaral IL, Oliveira NA.2004. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na  
7 Amazônia Central, Amazonas, Braisil. *Acta Amazonica*, 21-34.
- 8 Ambrosini VG, Soriani HH, Rosa DJ, Tiecher TL, Giroto E, Simão GD, Melo GWB,  
9 Zalamena J, Brunetto G. 2016. Impacto do excesso de cobre e zinco no solo sobre videiras e  
10 plantas de cobertura. *Embrapa Uva e Vinho*,91-110.
- 11 Antonious GF ,Snyder JC ,Berke T ,Jarret RL . 2010. Screening *Capsicum chinense* Fruits  
12 for Heavy Metals Bioaccumulation. *Journal of Environmental Science and Health* . 45: 562 –  
13 571.
- 14 Assunção SJR. 2012. Seleção de plantas para fitorremediação de chumbo, cádmio e zinco, de  
15 uma área contaminada na bacia do rio subaé. Tese de mestrado, Universidade Federal do  
16 Recôncavo da Bahia, Brasil.
- 17 Barbosa RI, Luz FJF, Filho HR d N, Maduro CB.2002. Pimentas do gênero *Capsicum*  
18 cultivadas em roirama, amazônia brasileira.I. Espécies domesticas.
- 19 Batista M de A, Paiva DW, Marcolino A. 2014. Solos para todos: perguntas e respostas.  
20 Embrapa Solos, 87p.
- 21 Bocchi N, Ferracin LC, Biaggio SR.2000. Pilhas e baterias: funcionamento e impacto  
22 ambiental. *Química Nova na Escola*, 11:3-9.

- 1 Bochicchio R, Sofo A, Terzano R, Gattullo CE, Amato M, Scopa A. 2015. Root architecture  
2 and morphometric analysis of *Arabidopsis thaliana* grown in Cd/Cu/Zn-gradient agar dishes:  
3 A new screening technique for studying plant response to metals. *Plant Physiology and*  
4 *Biochemistry*, 91: 20-27.
- 5 Cambrollé J, García JL, Figueroa ME, Cantos M. 2015. Evaluating wild grapevine tolerance to  
6 copper toxicity. *Chemosphere*, 120: 171-178.
- 7 Carvalho CLM 2014. Avaliação de Métodos de Extração de Carotenoides de Pimenta  
8 (*Capsicum chinense*). Tese de doutorado. Universidade Federal do Pará, Brasil.
- 9 Carvalho SIC, Bianchetti L de B, Ribeiro CS da C, Lopes CA. 2006. *Capsicum* no Brasil.  
10 Documentos 94, v. 94, n. Dezembro, p. 1–15.
- 11 Carvallho SIC, Bianchetti L de B, Ribeiro CS da C, Lopes CA. 2006. Pimentas do Gênero.  
12 Embrapa, Brasil.
- 13 Chaves LHG, Mesquita EF, Araujo DL, França CP. 2010. Crescimento, distribuição e  
14 acúmulo de cobre e zinco em plantas de pilhão-manso. *Revista Ciência Agronômica* 41: 167-  
15 176.
- 16 Conama. 2008. Resolução Conama nº 401, de novembro de 2008. Alteração da resolução. Nº  
17 424, de 2010.
- 18 Domenico CI. 2011. Caracterização agrônômica e pungência em pimenta (*Capsicum chinense*  
19 Jacq.). Tese de mestrado. Universidade de Campinas, Brasil.
- 20 Erasmo EAL, Bianco S, Pitelli R. 1997. Estudo sobre crescimento de fedegoso. *Revista Planta*  
21 *Daninha*, 15: 170-179.

- 1 Ezaki S. 2004. Íons de Metais Pesados (Pb,Cu,Cr e Ni) Associados a Solos de Cobertura de  
2 Resíduos Sólidos em Dois Aterros Sanitários da Região Metropolitana de São Paulo –SP.  
3 Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil.
- 4 Fonseca RM ,Lopes R ,Barros WS ,Lopes MTG,Ferreira FM. 2008.Morphologic  
5 Characterization and Genetic Diversity of *Capsicum chinense* Jacq. Accessions Along The  
6 Upper Rio Negro – Amazonas. Brazilian Society of Plant Breeding. 8: 187-194.
- 7 Gazano VSO 2006. Contaminação de Solos por Metais Tóxicos Provenientes do Descartes  
8 Inadequados de Pilhas Zinco-Carbono, de Uso Doméstico. Tese de mestrado, Universidade  
9 de São Paulo, Brasil.
- 10 Gazano VSO, Carmago IMC, Flues M. 2009. Contaminação de um solo por Cd,Mn, Pb e Zn  
11 provenientes de pilhas comuns do tipo zinco – carbono. I Congresso de Águas Subterrâneas.  
12 Brasil.
- 13 Gomes MP 2011. Seleção de Plantas para a Fitorremediação de Chumbo,Cádmio e Zinco de  
14 uma Área Contaminada da Bacia do Rio Subaé. Tese de Mestrado, Universidade Federal do  
15 Recôncavo da Bahia, Brasil.
- 16 Gomes MP, Marques TCLS, Nogueira MOG, Guilherme Henrique Silva, Castro EM, Soares  
17 AM .2011. Efeitos dos rejeitos da indústria de zinco na anatomia e crescimento de plantas  
18 jovens de *Salix humboldtiana* Willd. (salgueiro). Hoehnea 38: 135-142.
- 19 Gonçalves Jr. AC, Yoshihara MM, Carvalho EA, Srey L, Moraes AJ. 2015. Teores de  
20 nutrientes e metais pesados em plantas de estragão submetidas a diferentes fertilizações.  
21 Revista de Ciências Agrônômicas, 46: 233-240.

- 1 Grolli AL, Sheid DL, Silva RF, Ohlweiler T. 2014. Influência do *Pisolithus microcarpus* no  
2 crescimento de *Eucalyptus grandis* em solo contaminados com cobre. Sociedade Brasileira de  
3 Ciência do Solo, 1: 1-3.
- 4 Guimarães MA, Santana TA 2008; Silva EV , Zenzen IL , Loureiro ME. 2008. Toxicidade e  
5 Tolerância ao Cádmio em Plantas. Revista Trópica 3: 1-58
- 6 Júnior HS de L, Araújo RVV.2015. Reciclagem de pilhas primárias: comum e alcalina.  
7 <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/915/1/helio.pdf>
- 8 Lara FM, Machado IE, Arjona RP, Lau NR, Antonio AG, Estevez MM. 2008. Influence of  
9 nitrogen and potassium fertilization on fruiting and capsaicin content in habanero pepper  
10 (*Capsicum chinense* Jacq.). Hort Science, v. 43, p. 1549-1554.
- 11 Luchesi AA. 1984. Utilização prática a análise de crescimento vegetal. Anais da E.S.A –  
12 Volume X, Brasil.
- 13 Luz FJDF. 2007. Caracterizações morfológicas e molecular de acessos de pimenta (*Capsicum*  
14 *chinense*). Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista, Brasil.
- 15 Melo GWB, Zalamena J, Brunetto G, Ceretta CA. 2016. Calagem, adubação e contaminação  
16 em solos cultivados com videiras. Embrapa Uva e Vinho.138 p.
- 17 Menegatti RD, Pereira AS, Oliveira L, Dorneles AOS, Dutra D, Deuner S .2017. Diferentes  
18 concentrações de zinco no desenvolvimento de plantas de *Phaseolus vulgaris* L. Evidência -  
19 Ciência e Biotecnologia 17: 1-23.
- 20 Mombach A. 2010. Determinação de metais pesados e metaloides em pilhas por ICP OES.  
21 Tese de graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.

- 1 Monteiro ER .2008. Identificação Botânica e Divergência Genética em Pimentas do Gênero  
2 *Capsicum* spp. Tese de mestrado. Universidade Federal do Piauí, Brasil.
- 3 Moreira A, Texeira PC, Zaninetti RA, Júnior CGP. 2010. Fertilizantes e Corretivos da Acidez  
4 do Solo em Pimenta-de-Cheiro (*Capsicum chinense*) Cultivada no Estado do Amazonas (1  
5 Aproximação). Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, Brasil.
- 6 Paiva HN, Carvalho JG, Siqueira JO. 2001. Efeito da aplicação de cádmio sobre o teor de  
7 nutrientes em mudas de cedro ( *Cedrela fissilis* VELL.). Ciência Florestal, 11: 153-162.
- 8 Pendias KA. 2010.Trace elements in soils and plants. 4th ed. Boca Raton: CRC Press, 505p.
- 9 Perreira BW de F ,Santos PC das M ,Silva DEM ,França SK ,Silva DB 2014; Luz LM  
10 ,Monteiro TMA ,Freitas JMN.2014. Comportamento Germinativo de Sementes de Pimenta de  
11 Cheiro com o Uso Teste de Envelhecimento Acelerado. Horticultura Brasileira 26: 1-15.
- 12 Perreira JMN.2006. Doses de Cd,Pb,Cu,Zn e Ni em latossolos: efeitos no solo e em plantas de  
13 alface e feijão. Teses de graduação. Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais Brasil.
- 14 Pombo ICA.1992. Absorção de metais pesados por plantas e métodos de avaliação da  
15 disponibilidade de cádmio no solo. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande  
16 do Sul, Porto Alegre, Brasil.
- 17 Rodrigues ACD, Santos AM, Santos FS, Pereira ACC,Sobrinho NMBA.2016 Mecanismos de  
18 Respostas das Plantas à Poluição por Metais Pesados: Possibilidade de Uso de Macrófitas  
19 para Remediação de Ambientes Aquáticos Contaminados. Revista Virtual de Química 8: 226-  
20 276.
- 21 Rodrigues REAV, Souza VLB, Frassinetti P .2014. Análise Foliar de Metais-Traço (Cu, Fe,  
22 Mn) em Espectrofotômetro de Absorção Atômica. Ciências biológicas e da saúde 1: 69-74.

- 1 Silva BO, Câmara SC, Afonso JC. 2011. Série histórica da composição química de pilhas
- 2 alcalinas e zinco-carbono fabricadas entre 1991 e 2009. *Química Nova*, 34: 812-818.
- 3 Souza WR de N 2012. Caracterização cariotípica de acessos de pimentas (*Capsicum* sp.)
- 4 Willame Rodrigues do Nascimento Sousa. [s.l.] Universidade Federal do Piauí, Brasil.
- 5 Sposito G.2008. *The chemistry of soil*. Segunda edição. Universidade de Oxford,New York.
- 6 Tangahu BV, Abdullah SRS, Basri H, Idris M, Anuar N, Mukhlisin.2011. A review on heavy
- 7 metals (As,Pb and Hg) uptake by plants through phyremediation. *Internation Journal of*
- 8 *Chemical Engineering*, 17:1-32
- 9 Toselli M, Baldi E, Marcolini G, Malaguti D, Quartieri M, Sorrenti G, Marangoni B.2009.
- 10 Response of potted grapevines to increasing soil copper concentration. *Australian Journal of*
- 11 *Grape and Wine Research*, 15: 85-92.
- 12 Zeitouni CF 2013. Eficiência de Espécies Vegetais como Fitoextratoras de Cádmio, Chumbo,
- 13 Cobre, Níquel e Zinco de um Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico. Tese de mestrado,
- 14 Instituto Agronômico (IAC), Campinas (SP), Brasil.
- 15 Reidler NMVL, Gunther QMR.2002. Impactos sanitários e ambientais devido aos resíduos
- 16 gerados por pilhas e baterias usadas. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y
- 17 Ambiental Cancún, México.

1 **LISTAS DE FIGURAS E TABELAS**

2

3 **Figura 1** – Aspecto do fruto e da flor da pimenta *Capsicum chinense* Jacq (Solanaceae)

4 Fonte: Sousa, 2012.

5

6 **Figura2** – Variação (média  $\pm$  erro-padrão) da massa seca de raiz (A) e das razões massa seca  
7 raiz/total (B) e caule/total (C) de mudas de *C. chinense* que receberam diferentes soluções de  
8 resíduo de pilhas alcalinas em diferentes concentrações (1, 3 e 5 vezes concentrada). Letras  
9 diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ; ANOVA seguida de  
10 teste *post hoc* de Tukey).

11

12 **Figura 3** – Variação (média  $\pm$  erro-padrão) do número de folhas produzidas (A) e da altura  
13 (B) de mudas de mudas de *C. chinense* que receberam diferentes soluções de resíduo de pilhas  
14 alcalinas em diferentes concentrações (1, 3 e 5 vezes concentrada). Letras diferentes indicam  
15 diferença estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ; ANOVA seguida de teste *post hoc* de  
16 Tukey).

17

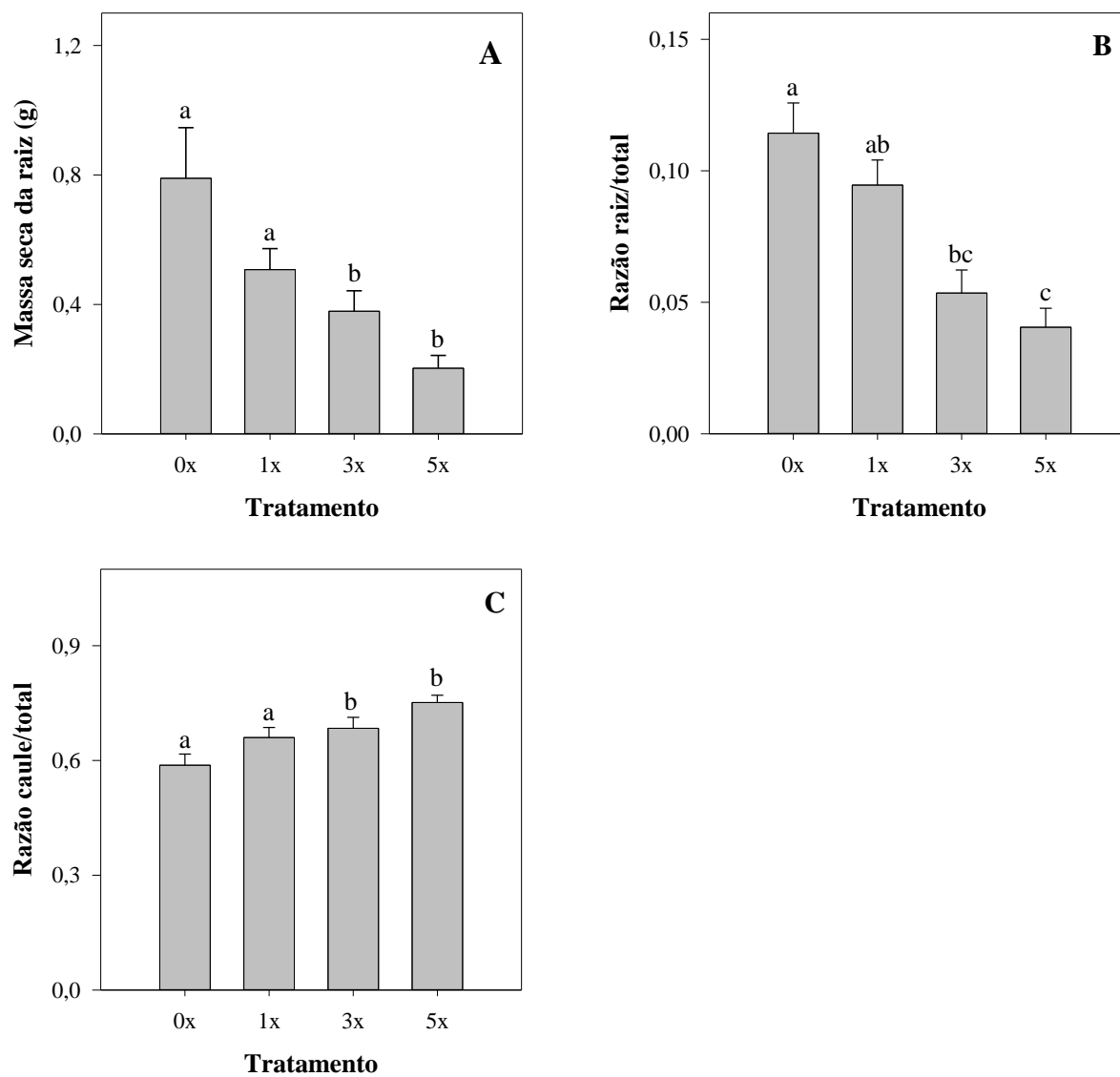
18 **Tabela 1** – Propriedades físico-químicas do solo utilizado no experimento.

19

1 **Figura 1**

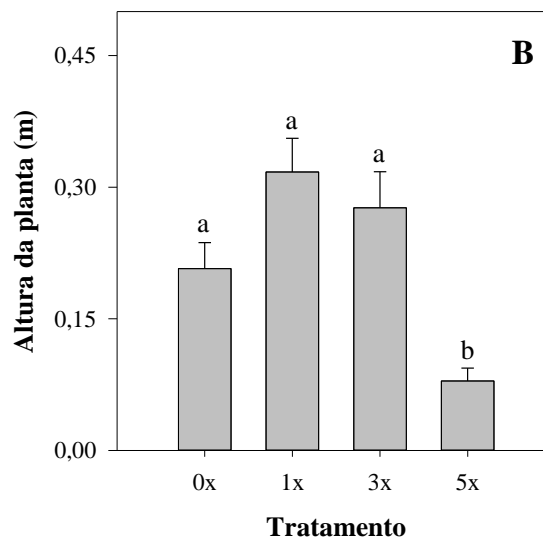
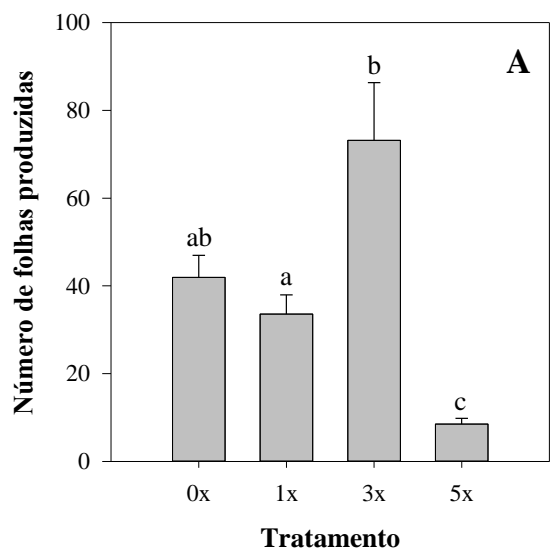


- 2
- 3
- 4
- 5

1 **Figura 2**

2

3

1 **Figura 3**

2

3

1 **Tabela 1**

Textura			N	P	K	Na	Ph	H+Al	Ca	CTC	V
Areia	Silte	Argila	(g kg <sup>-1</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )	(H <sub>2</sub> O)	(cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	(%)				
132	648	220	7,8	549	380	254	5,58	12,17	7,6	16,01	56,21

2 \*Análises realizadas no Laboratório de Solos – Embrapa Amazônia Oriental – CPATU

3 (Belém, PA)

**ANEXOS**

## ANEXO I – Normas para a submissão de artigo para a revista Acta Botanica Brasilica.

13/12/2018

Acta Bot. Bras. - Instructions to authors



ISSN 0102-3306 printed version  
ISSN 1677-941X online version

### INSTRUCTIONS TO AUTHORS

- [Scope of the journal](#)
- [Why publish in Acta Botanica Brasilica?](#)
- [Language editing](#)
- [Types of articles](#)
- [For Mycological Diversity Description \(MDD\)](#)
- [Summary of submission processes](#)
- [Cover letter](#)
- [Preparing the article file](#)
- [Preparing Figures, Tables and Supplementary material](#)
- [The review process](#)
- [Submitting a revised paper](#)
- [Publication and printing process](#)
- [Misconduct](#)

#### **Scope of the journal**

Experimental, theoretical and applied papers on all aspects of plant (including algae) and fungi biology are welcome. The submitted manuscript or its essential content must not have been published previously or be under consideration for publication elsewhere. Contributions should be substantial, written in English and show general interest. Manuscripts that report aspects of local interest are discouraged unless the implications of the findings are wide-reaching. Manuscripts with agronomic subjects are expected to contain a substantial amount of basic plant biology. Please see below some details for specific area.

Algae, cyanobacteria and fungi

Acta Botanica Brasilica considers studies on algae and cyanobacteria and all aspects of fungi and lichens. The main topics covered are biochemistry, cell and molecular biology, ecology (mainly interactions like mycorrhizas and endophytes), evolution, physiology and taxonomy. Hypothesis-driven papers and studies based on an interdisciplinary research are encouraged. The journal also welcome studies related to the development and test of new methodologies and those studies on practical themes, whose results are applicable, for example, in aquaculture or in environmental management and conservation. The manuscripts purely descriptive, such as those focused on species lists, are discouraged.

Mycological Diversity Description (MDD): the new modality for the publication of novel fungi diversity

Mycological Diversity Description (MDD) is a series of articles that describe new taxa (with or without keys), and new geographical, substrate and/or host records for fungi and related organisms. This series is intended to stimulate the publication of these discoveries using phylogenies based on morphological and molecular data.

Manuscripts submitted for MDD will be accumulated for up to 150 days, at which point they will be grouped together in a larger article, which will include the description of several taxa by numerous authors. The intention is to provide these taxa and the authors more visibility. The author of the first manuscript to be submitted will be the first author of the article, with the subsequent authors appearing in alphabetic order. The authorship of taxa will remain according to the submitted manuscripts, since the grouping of several authors will be limited to the entire article, not the individual descriptions of taxa.

#### Ecology

We welcome manuscripts spanning all ecological levels, from individuals to ecosystems. Experimental and observational studies with ecological basis/background of fungi, algae, and plant taxa from all biogeographic regions will be considered for publication. Interaction studies should be focused on the plants point of view. We encourage the submission of hypothesis-driven manuscripts that advance ecological knowledge, rather than submissions that describe particular cases that are too geographically or taxonomically-focused. Studies dealing with species conservation, management and restoration will also be considered for publication. Please define clearly the ecological context of the study, questions/hypotheses, scope and statistical methods reasoning, and advances obtained.

#### Ethnobotany

By recognizing ethnobotany as an area of interface between different fields of study, we welcome the submission of manuscripts where the botanical component is clearly present.

Whenever appropriate, manuscripts should present information regarding prior informed consent and the procedures related to the access to the traditional knowledge associated with

biodiversity. Essentially descriptive and regional studies will not be accepted, such as lists of useful species. We strongly recommend manuscripts with a clear theoretical framework and with innovative combinations of qualitative and quantitative methodologies.

#### Plant Physiology

Acta Botanica Brasilica publishes manuscripts concerning plant physiological studies related to aspects of germination, growth and development, plant nutrition, plant water relations, plant molecular biology, plant metabolism and biochemistry, ecophysiology, plant-environment and plant-biotic interactions. Merely descriptive studies or simply agricultural approaches without a substantial physiological mechanism, will not be considered for publication.

### Plant Structure (morphology and anatomy)

Acta Botanica Brasilica publishes original contributions on all aspects of plant structure (morphology and anatomy), including cell biology and palynology. Innovative research on plant structure, including studies related to evolution, ontogenesis (morphogenesis and embryogenesis) and taxonomy are welcomed. Illustrations must be of high quality for manuscripts to be considered. Purely descriptive manuscripts are discouraged.

### Taxonomy and Systematics

Acta Botanica Brasilica publishes original papers related to systematics, taxonomy, floristics, nomenclature and phytogeography, including theoretical papers and methodology, phylogeny, short monographs, revisions, history of botanical explorations, analyses of characters, phytogeographic studies, descriptions of new taxa and typification. Floras may be accepted provided they be of general interest and combine the results in an integrative way with other issues, such as taxonomy, conservation, ecology or biogeography.

### **Why publish in Acta Botanica Brasilica?**

- *Acta bot. bras.* is an indexed, open-access, peer-reviewed journal devoted to publishing high quality research in Plant Biology.
- There is no cost for publication.
- All manuscripts published by *Acta bot. bras.* are open-access, maximizing the impact of your research.
- The submissions are peer-reviewed by at least two experts who evaluate scientific quality and novelty.
- Our review process is very efficient. It will only take about two months for the first decision on your manuscript.
- The manuscripts are advertised to all members of the SBB, available in the journal website, in the SciELO database and in social media.
- *Acta bot. bras.* is indexed in Scopus and Web of Science among others.
- Increasing impact factor: *Acta bot. bras.* IF has been increasing in the last evaluations (from 0.374 in 2012 to 0.545 in 2014).

### **Language editing**

If English is not your first language, it is strongly recommended to have your manuscript edited for language before submission. This is not a mandatory step, but may help to ensure that the academic content of your paper is fully understood by journal editors and reviewers. Language editing does not guarantee that your manuscript will be accepted for publication. Authors are liable for all costs associated with such services.

### **Types of articles**

#### **Original Articles**

**Reviews****Viewpoints****Methods****Short Communications****MDD*****For Mycological Diversity Description (MDD)***

Instructions for the text and figures for this publication follow all the currently established guidelines. The body of the text of descriptions of new taxa will include:

taxon name, authorities (up to five), etymology, MycoBank number(s) (<http://www.mycobank.org/>), description, material examined (including holotype, culture ex-type, etc. deposited in reference herbarium and/or culture collections), notes, GenBank accession number(s) for DNA sequences, authors names (full name), e-mail addresses, affiliations, acknowledgements, references, and figure legend (mainly photo plates with macro- and/or microscopic characteristics and phylogeny. Other photos, such as of hosts, environments, etc., may be added upon pre-approval by the Editor).

New records should follow the instructions for the description of new taxa, with the exception of the exclusion of an etymology and MycoBank number(s). For phylogenetic analyses, at least one region of the DNA should be used, but multilocus analyses are encouraged. Authors are requested to include, in the legend for the phylogeny, information about the analyses used to verify the phylogenetic relationships of the relevant taxon(a) and to use only black, grey and/or green for the layout of the tree. For the caption for images with macro- and/or microscopic characteristics, it is requested the addition of a brief methodology, such as reagents, culture media, etc. Please consult the most recent issue of Acta Botanica Brasilica for layout and style and access the journal's website to find a model.

***Summary of submission processes***

Submission management and evaluation of submitted manuscripts will involve the Journal's online manuscript submission system. The manuscript text should be prepared in English (see **PREPARING THE ARTICLE FILE** below for details) and submitted online (<http://mc04.manuscriptcentral.com/abb-scielo>). Figures, tables and other types of content should be organized into separate files for submission (see **Preparing Tables, Figures and Supplementary**

**material** below for details). If you are using the online submission system for the first time please go to the login page and generate a login name and password after clicking on the "**New user - register here**" link. If you are already registered but need to be reminded of your login name or password please go to the login page and inform your email in "**password help**". Please never create a new account if you are already registered.

If you are unable to access our web-based submission system, please contact the Editorial Office ([acta@botanica.org.br](mailto:acta@botanica.org.br))

### Cover letter

All manuscripts must be submitted with a cover letter, which should include an approximately 80 word summary of the scientific strengths of the paper that the authors believe qualify it for consideration by *Acta Botanica Brasilica*. The cover letter should also include a statement declaring that the manuscript reports unpublished work that it is not under active consideration for publication elsewhere, nor been accepted for publication, nor been published in full or in part (except in abstract form).

### Preparing the article file

(Please consult a last issue of **Acta Botanica Brasilica** for layout and style)

All manuscripts must follow these guidelines: the text should be in **Times New Roman font, size 12, double-spaced throughout and with 25 mm margins; the paper size should be set to A4 (210 x 297 mm)**. All pages should be numbered sequentially. Each line of the text should also be numbered, with the top line of each page being line 1. For text files .doc, .docx and .rtf are the only acceptable formats. Files in Adobe® PDF format (.pdf files) will not be accepted. When appropriate, the article file should include a list of figure legends and table heads at the end. This article file should not include any illustrations or tables, all of which should be submitted in separate files. Do not include field code either.

The **first page** should state the type of article (Original Article, Review, Viewpoint, Method, Short communication or MDD) and provide a concise and informative full title followed by the names of all authors. Each name should be followed by the Orcid number an identifying superscript number (<sup>1</sup>, <sup>2</sup>, <sup>3</sup> etc.) associated with the appropriate institutional address to be entered further down the page. Only one corresponding author should be indicated with an asterisk and should always be the submitting author. The institutional address(es) of each author should be listed next, each address being preceded by the superscript number where appropriate. The address must be synthetic and in English with institution, postal code, city, state and country. Do not translate laboratory, department and university. Titles and positions should not be mentioned. This information is followed by the e-mail address of the corresponding author.

The **second page** should contain a structured **Abstract** not exceeding 200 words in a single paragraph without references. The Abstract should outline the essential content of the manuscript, especially the results and discussion, highlighting the relevance of main findings.

The Abstract should be followed by between five and ten **Key words**. Note that essential words in the title should be repeated in the key words.

Original articles should be divided into sections presented in the following order:

**Title page**  
**Abstract**  
**Introduction**  
**Materials and methods**  
**Results**  
**Discussion**  
**Acknowledgements**  
**References**  
**Tables and Figure legends**  
**Supplementary Data** (if applicable)

**Material and methods** and **Results** should be clear and concise. The **Discussion** section should avoid extensive repetition of the results and must finish with some conclusions. This section can be combined with results (**Results and discussion**), however, we recommend authors consult the Editorial Board for a previous evaluation.

**Plant names** must be written out in full in the abstract and again in the main text for every organism at first mention but the genus is only needed for the first species in a list within the same genus (e.g. *Hymenaea stigonocarpa* e *H. stilbocarpa*). The authority (e.g., L., Mill., Benth.) is required only in Material and Methods section. Use The International Plant Names Index ([www.ipni.org](http://www.ipni.org)) for correct plants names. Cultivars or varieties should be added to the scientific name (e.g. *Solanum lycopersicum* 'Jumbo'). Authors must include in Material and Methods a reference to voucher specimen(s) and voucher number(s) of the plants or other material examined.

**Abbreviations** must be avoided except for usual cases (see recent issues) and all terms must be written out in full when used to start a sentence. Non-conventional abbreviations should be spelled out at first mention.

**Units of Measurement.** *Acta bot. bras.* adopts the *Système International d'Unités* (SI). For volume, use the cubic metre (e.g.  $1 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ ) or the litre (e.g. 5  $\mu\text{L}$ , 5 mL, 5 L). For concentrations, use  $\mu\text{M}$ ,  $\mu\text{mol L}^{-1}$  or  $\text{mg L}^{-1}$ . For size and distance use meters (cm, mm,  $\mu\text{m}$ , etc) and be consistent in the manuscript.

**Numbers** up to nine should be written out unless they are measurements. All numbers above ten should be in numerals unless they are starting sentences.

**Citations in the text** should take the form of Silva (2012) or Ribeiro & Furr (1975) or (Mayer & Wu 1987a; b; Gonzalez 2014; Sirano 2014) and be ordered chronologically. Papers by three or more authors, even on first mention, should be abbreviated to the name of the first author followed by *et al.* (e.g. Simmons *et al.* 2014). If two different authors have the same last name, and the article have the same year of publication, give their initials (e.g. JS Santos 2003). Only refer to papers as 'in press' if they have been accepted for publication in a named journal, otherwise use the terms 'unpubl. res.', giving the initials and last name of the person concerned (e.g., RA Santos unpubl. res.).

**References** should be arranged alphabetically based on the surname of the author(s). Where the same author(s) has two or more papers listed, these papers should be grouped in year order. Letters 'a', 'b', 'c', etc., should be added to the date of papers with the same citation in the text. Please provide DOI of 'in press' papers whenever possible.

For papers with **six** authors or fewer, please give the names of *all* the authors. For papers with **seven** authors or more, please give the names of the *first three* authors only, followed by *et al.*

Please follow the styles:

*Books*

Smith GM. 1938. Cryptogamic botany. Vol. II Bryophytes and Pteridophytes. 2nd. edn. New York, McGraw-Hill Book Company.

*Chapters in books*

Schupp EW, Feener DH. 1991. Phylogeny, lifeform, and habitat dependence of ant-defended plants in a Panamanian forest. In: Huxley CR, Cutler DC. (eds.) Ant-plant interactions. Oxford, Oxford University Press. p. 175-197.

*Research papers*

Alves MF, Duarte MO, Oliveira PEAM, Sampaio DS. 2013. Self-sterility in the hexaploid *Handroanthus serratifolius* (Bignoniaceae), the national flower of Brazil. Acta Botanica Brasilica 27: 714-722.

*Papers in press (ahead of print)*

Alves JJ, Sampaio MTY. 2015. Structure and evolution of flowers. Acta Botanica Brasilica (in press). doi: 10.1590/0102-33062015abb3339

*Online-only journals*

Wolkovich EM, Cleland EE. 2014. Phenological niches and the future of invaded ecosystems with climate change. AoB Plants 6: plu013 doi:10.1093/aobpla/plu013

*Thesis (citation should be avoided)*

Souza D. 2014. Plant growth regulators. PhD or MSc Thesis, University of Brazil, Brazil.

*Websites and other sources (citation should be avoided)*

Anonymous. 2011. Title of booklet, leaflet, report, etc. City, Publisher or other source, Country.

References to websites should be structured as: author(s) name author(s) initial(s). year. Full title of article. Full URL. 21 Oct. 2014 (Date of last successful access).

**Acknowledgements** should be preferably in fewer than 80 words. Be concise: "we thank..." is preferable to "The present authors would like to express their thanks to...". Funding information should be included in this section.

*The following example should be followed:*

We acknowledge the Center of Microscopy (UFMG) for providing the equipment and technical support for experiments involving electron microscopy. We also thank J.S. Santos for assistance with the statistical analyses. This work was supported through a research grant from the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (ID number).

For **SHORT COMMUNICATIONS** note that the editorial guidelines applying to original papers must also applying here. In general, the difference between original papers and short communications is the **lack of subsections in the text** and limited space for illustrations in the latter. Figures and tables can be present, assuming that the overall size of the manuscript does not exceed the five printed page limit (supplementary material can be added). The abstract (as described for original articles) must be followed by a "running text" (a single section,

without subheadings), followed by the acknowledgments and references.

### **Preparing Figures, Tables and Supplementary material**

All figures (photographs, maps, drawings, graphs, diagrams, etc.) and tables must be cited in the text, in ascending order. Citations of figures in the text should appear in an abbreviated, capitalized form (e.g., Fig. 1, Fig. 2A-D, Fig. 3A, Figs. 3A, 4C, Tab.1).

The maximum dimensions of individual figures should be 170 × 240 mm. The width of an individual component can be 170 mm or 85 mm, without exception, whereas the height can be ≤ 240 mm. For continuous tone images (e.g., photographs), please supply TIFF files at 300 dpi. More complex drawings, such as detailed botanical illustrations will not be redrawn and should be supplied as 600 dpi TIFF files.

Grouping of related graphics or images into a **single figure** (a plate) is strongly encouraged. When a block of illustrative material consists of several parts, each part should be labelled with sequential capital letters, in the order of their citation in the text (A, B, C, etc.). The letters that identify individual images should be inserted within white circles in the lower right-hand corner. For separate the grouped images, authors should insert white bars (1mm thickness).

Individual images (not grouped as a plate) should be identified with sequential Arabic numerals, in the order of their citation in the text (Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3, etc.), presented in the same manner as the letters identifying individual images (described above).

The number that identifies a grouped figure (e.g., Fig. 2) should not be inserted into the plate but should rather be referenced only in the figure caption and the text (e.g., Fig. 2A-C).

Scale bars, when required, should be positioned in the lower right-hand corner of the figure. The scale bar units should be given either at the end of the figure caption or, when a figure contains multiple scale bars with different units, above each bar. Details within a figure can be indicated with arrows, letters or symbols, as appropriate.

Tables should be preceded by titles, indicated with sequential Arabic numerals (Table 1, 2, 3, etc.; do not abbreviate). Tables should be created using the Table function of Microsoft Word™. Columns and rows should be visible, although no dark lines should be used to separate them. Horizontal rules should be used only at the top (below the title) and bottom (below the final row) of the table. Do not use fills, shading or colors in the tables.

When appropriate, excess (but important) data can be submitted as Supplementary Files, which will be published online and will be made available as links. This might include additional figures, tables, or other materials that are necessary to fully document the research contained in the paper or to facilitate the readers' ability to understand the work.

Supplementary Materials are linked from the main article webpage. They can be cited using the same DOI as the paper.

Supplementary Materials should be presented in appropriate .doc file for text and tables and .tiff file at 300dpi for figures and graphics. The full title of the paper and author names should be included in the header. All supplementary figures and tables should be referred in the manuscript body as "Table S1" and/or "Figure S1".

*Acta bot. bras.* intends to maintain archives of Supplementary Materials but does not guarantee their permanent availability. *Acta bot. bras.* reserves the right to remove Supplementary Materials from a published article in the future.

### **The Review Process**

All authors will receive an email acknowledging the submission of the manuscript, with its correspondent reference number. The Editor-in-Chief will evaluate manuscript adherence to instructions, quality and novelty and will decide on the suitability for peer reviewing. Manuscripts failing to adhere to the format will be returned to the authors. Manuscripts are sent to at least two anonymous referees that are given 21 days to return their reports.

### **Submitting a revised paper**

After peer review, go to "click here to submit a revision" and upload the new manuscript version. Remember to delete the documents in duplicate.

### **Publication and printing process**

After acceptance, a PDF proof will be sent to corresponding authors as an e-mail attachment. Corrected proofs should be returned within 72 h. It is the sole responsibility of the corresponding author to check for errors in the proof.

Each article is identified by a unique DOI (Digital Object Identifier), a code used in bibliographic referencing and searching.

The dates of submission and acceptance will be printed on each paper.

The corresponding author will receive a free PDF or URL that gives access to the article online and to a downloadable PDF.

The corresponding author is responsible for distributing this PDF or URL to any co-authors.

### **Misconduct**

Misconduct on submitted manuscripts will lead to immediate rejection. Duplicate publication, plagiarism, figure manipulation, dual-submission, and any other fraudulent method will not be tolerated.

If misconduct is detected after the manuscript publication, the article will be retracted and a retraction note will be published.

Submitted manuscripts can be scanned to detect plagiarism and verify the papers' originality.

[\[Home\]](#) [\[About this journal\]](#) [\[Editorial board\]](#) [\[Subscription\]](#)



All the content of the journal, except where otherwise noted, is licensed under a [Creative Commons License](#)

1  
2**Anexo II – Valores brutos dos parâmetros avaliados por tratamento.**

<b>Massa seca (g)</b>				<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa</b>	<b>Número de folhas</b>	<b>Variação na altura</b>
<b>Raiz</b>	<b>Caule</b>	<b>Folha</b>	<b>Total</b>	<b>raiz/total</b>	<b>caule/total</b>	<b>seca folha/total</b>	<b>produzidas</b>	<b>da planta (g)</b>
<i>Tratamento: Controle</i>								
0,86	4,98	2,46	8,30	0,10	0,60	0,30	88,00	0,37
0,78	2,52	1,25	4,55	0,17	0,55	0,27	27,00	0,21
0,53	3,27	1,46	5,26	0,10	0,62	0,28	55,00	0,32
0,49	4,28	1,23	6,00	0,08	0,71	0,21	70,00	0,18
1,46	2,76	0,92	5,14	0,28	0,54	0,18	55,00	0,10
0,43	2,56	1,53	4,52	0,10	0,57	0,34	43,00	0,10
0,55	1,13	2,18	3,86	0,14	0,29	0,56	11,00	0,24
1,52	6,40	2,19	10,11	0,15	0,63	0,22	70,00	0,44
0,46	3,78	2,13	6,37	0,07	0,59	0,33	45,00	0,14
0,24	2,37	1,03	3,64	0,07	0,65	0,28	28,00	0,04

<b>Massa seca (g)</b>				<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa</b>	<b>Número de folhas</b>	<b>Variação na altura</b>
<b>Raiz</b>	<b>Caule</b>	<b>Folha</b>	<b>Total</b>	<b>raiz/total</b>	<b>caule/total</b>	<b>seca folha/total</b>	<b>produzidas</b>	<b>da planta (g)</b>
0,71	3,38	1,56	5,65	0,13	0,60	0,28	24,00	0,53
1,55	5,28	4,47	11,30	0,14	0,47	0,40	80,00	0,12
0,71	4,11	1,65	6,47	0,11	0,64	0,26	61,00	0,17
0,65	2,48	0,86	3,99	0,16	0,62	0,22	34,00	0,29
1,23	8,86	0,65	10,74	0,11	0,82	0,06	75,00	0,57
0,30	2,46	0,83	3,59	0,08	0,69	0,23	26,00	0,19
0,27	3,34	0,86	4,47	0,06	0,75	0,19	14,00	0,25
3,69	7,49	5,10	16,28	0,23	0,46	0,31	61,00	0,36
0,01	0,11	0,30	0,42	0,02	0,26	0,71	6,00	0,01
0,22	1,45	0,86	2,53	0,09	0,57	0,34	17,00	0,08
0,30	2,06	1,02	3,38	0,09	0,61	0,30	12,00	0,06
2,25	8,46	2,73	13,44	0,17	0,63	0,20	82,00	0,17
0,28	0,45	1,35	2,08	0,13	0,22	0,65	28,00	0,03

<b>Massa seca (g)</b>				<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa</b>	<b>Número de folhas</b>	<b>Varição na altura</b>
<b>Raiz</b>	<b>Caule</b>	<b>Folha</b>	<b>Total</b>	<b>raiz/total</b>	<b>caule/total</b>	<b>seca folha/total</b>	<b>produzidas</b>	<b>da planta (g)</b>
0,26	2,46	0,88	3,60	0,07	0,68	0,24	23,00	0,24
0,77	5,36	1,33	7,46	0,10	0,72	0,18	51,00	0,17
0,01	1,11	0,30	1,42	0,01	0,78	0,21	4,00	0,03
<i>Tratamento: Solução de resíduos de pilha 1 vez concentrada (1x)</i>								
0,20	5,08	2,50	7,78	0,03	0,65	0,32	56,00	0,25
0,41	5,55	0,18	6,14	0,07	0,90	0,03	20,00	0,44
1,05	6,48	1,43	8,96	0,12	0,72	0,16	40,00	0,51
0,64	6,70	1,30	8,64	0,07	0,78	0,15	62,00	0,21
0,05	0,69	0,33	1,07	0,05	0,64	0,31	31,00	0,79
0,86	5,30	2,02	8,18	0,11	0,65	0,25	31,00	0,24
0,55	6,67	2,96	10,18	0,05	0,66	0,29	52,00	0,40
0,55	3,80	1,13	5,48	0,10	0,69	0,21	34,00	0,51
0,80	9,05	1,12	10,97	0,07	0,82	0,10	31,00	0,25

<b>Massa seca (g)</b>				<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa</b>	<b>Número de folhas</b>	<b>Varição na altura</b>
<b>Raiz</b>	<b>Caule</b>	<b>Folha</b>	<b>Total</b>	<b>raiz/total</b>	<b>caule/total</b>	<b>seca folha/total</b>	<b>produzidas</b>	<b>da planta (g)</b>
0,44	2,00	0,15	2,59	0,17	0,77	0,06	81,00	0,52
0,74	4,94	1,82	7,50	0,10	0,66	0,24	34,00	0,28
0,65	3,01	1,42	5,08	0,13	0,59	0,28	55,00	0,40
0,17	3,77	1,83	5,77	0,03	0,65	0,32	39,00	0,57
0,37	3,75	1,66	5,78	0,06	0,65	0,29	37,00	0,35
0,34	5,90	1,19	7,43	0,05	0,79	0,16	76,00	0,26
0,94	3,24	1,49	5,67	0,17	0,57	0,26	16,00	0,14
0,79	3,09	1,18	5,06	0,16	0,61	0,23	9,00	0,08
0,26	1,70	0,48	2,44	0,11	0,70	0,20	9,00	0,09
0,25	1,01	0,53	1,79	0,14	0,56	0,30	6,00	0,06
0,16	0,26	0,52	0,94	0,17	0,28	0,55	12,00	0,19
1,19	6,62	0,63	8,44	0,14	0,78	0,07	26,00	0,45
0,02	0,40	0,49	0,91	0,02	0,44	0,54	17,00	0,03

<b>Massa seca (g)</b>				<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa</b>	<b>Número de folhas</b>	<b>Variação na altura</b>
<b>Raiz</b>	<b>Caule</b>	<b>Folha</b>	<b>Total</b>	<b>raiz/total</b>	<b>caule/total</b>	<b>seca folha/total</b>	<b>produzidas</b>	<b>da planta (g)</b>
0,37	2,65	0,79	3,81	0,10	0,70	0,21	29,00	0,44
0,38	2,91	1,92	5,21	0,07	0,56	0,37	3,00	0,20
<i>Tratamento: Solução de resíduos de pilha 3 vezes concentrada (3x)</i>								
0,79	6,40	2,62	9,81	0,08	0,65	0,27	71,00	0,45
0,42	11,29	1,47	13,18	0,03	0,86	0,11	166,00	0,60
0,01	4,16	1,06	5,23	0,00	0,80	0,20	28,00	0,43
0,01	0,29	1,56	1,86	0,01	0,16	0,84	6,00	0,14
0,29	5,17	2,67	8,13	0,04	0,64	0,33	63,00	0,23
0,50	4,85	1,62	6,97	0,07	0,70	0,23	79,00	0,34
0,03	4,25	1,60	5,88	0,01	0,72	0,27	85,00	0,21
0,18	4,83	1,57	6,58	0,03	0,73	0,24	61,00	0,39
0,38	5,54	1,43	7,35	0,05	0,75	0,19	88,00	0,31
0,30	4,46	1,57	6,33	0,05	0,70	0,25	41,00	0,05

<b>Massa seca (g)</b>				<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa</b>	<b>Número de folhas</b>	<b>Variação na altura</b>
<b>Raiz</b>	<b>Caule</b>	<b>Folha</b>	<b>Total</b>	<b>raiz/total</b>	<b>caule/total</b>	<b>seca folha/total</b>	<b>produzidas</b>	<b>da planta (g)</b>
0,66	7,95	4,15	12,76	0,05	0,62	0,33	81,00	0,06
0,01	0,92	0,44	1,37	0,01	0,67	0,32	5,00	0,08
0,75	4,60	0,49	5,84	0,13	0,79	0,08	83,00	0,04
0,88	2,89	0,44	4,21	0,21	0,69	0,10	37,00	0,02
0,47	11,90	1,55	13,92	0,03	0,85	0,11	33,00	0,02
0,16	3,10	1,71	4,97	0,03	0,62	0,34	36,00	0,04
0,25	5,52	1,45	7,22	0,03	0,76	0,20	54,00	0,03
0,46	6,80	1,33	8,59	0,05	0,79	0,15	112,00	0,31
0,44	6,24	1,67	8,35	0,05	0,75	0,20	22,00	0,35
0,18	2,35	1,06	3,59	0,05	0,65	0,30	55,00	0,38
0,35	2,59	1,66	4,60	0,08	0,56	0,36	17,00	0,31
0,11	1,94	0,57	2,62	0,04	0,74	0,22	149,00	0,42
1,34	10,93	1,82	14,09	0,10	0,78	0,13	314,00	0,47

<b>Massa seca (g)</b>				<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa</b>	<b>Número de folhas</b>	<b>Variação na altura</b>
<b>Raiz</b>	<b>Caule</b>	<b>Folha</b>	<b>Total</b>	<b>raiz/total</b>	<b>caule/total</b>	<b>seca folha/total</b>	<b>produzidas</b>	<b>da planta (g)</b>
0,23	1,45	1,59	3,27	0,07	0,44	0,49	16,00	0,43
0,28	4,34	1,89	6,51	0,04	0,67	0,29	127,00	0,80
<i>Tratamento: Solução de resíduos de pilha 5 vezes concentrada (5x)</i>								
0,25	5,85	1,50	7,60	0,03	0,77	0,20	9,00	0,08
0,24	6,38	1,93	8,55	0,03	0,75	0,23	3,00	0,16
0,32	3,12	1,33	4,77	0,07	0,65	0,28	9,00	0,08
0,01	0,03	0,02	0,06	0,17	0,50	0,33	3,00	0,27
0,28	7,03	1,30	8,61	0,03	0,82	0,15	6,00	0,12
0,24	4,09	1,17	5,50	0,04	0,74	0,21	3,00	0,18
0,36	3,91	1,58	5,85	0,06	0,67	0,27	5,00	0,09
0,30	4,66	0,85	5,81	0,05	0,80	0,15	12,00	0,06
0,02	3,68	1,09	4,79	0,00	0,77	0,23	3,00	0,16
0,02	7,61	2,06	9,69	0,00	0,79	0,21	0,00	0,11

<b>Massa seca (g)</b>				<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa</b>	<b>Número de folhas</b>	<b>Variação na altura</b>
<b>Raiz</b>	<b>Caule</b>	<b>Folha</b>	<b>Total</b>	<b>raiz/total</b>	<b>caule/total</b>	<b>seca folha/total</b>	<b>produzidas</b>	<b>da planta (g)</b>
0,04	3,81	1,64	5,49	0,01	0,69	0,30	3,00	0,15
0,20	5,53	1,33	7,06	0,03	0,78	0,19	4,00	0,04
0,12	5,00	0,98	6,10	0,02	0,82	0,16	15,00	0,01
0,35	5,04	1,28	6,67	0,05	0,76	0,19	12,00	0,09
0,01	7,62	1,62	9,25	0,00	0,82	0,18	16,00	0,12
0,20	3,30	1,05	4,55	0,04	0,73	0,23	4,00	0,10
0,13	4,47	1,58	6,18	0,02	0,72	0,26	11,00	0,10
0,95	11,29	0,48	12,72	0,07	0,89	0,04	31,00	0,00
0,21	3,85	0,50	4,56	0,05	0,84	0,11	8,00	0,00
0,15	1,82	0,84	2,81	0,05	0,65	0,30	9,00	0,00
0,12	0,88	0,48	1,48	0,08	0,59	0,32	9,00	0,00
0,01	1,20	0,44	1,65	0,01	0,73	0,27	9,00	0,00
0,18	6,13	0,50	6,81	0,03	0,90	0,07	11,00	0,00

<b>Massa seca (g)</b>				<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa seca</b>	<b>Razão massa</b>	<b>Número de folhas</b>	<b>Varição na altura</b>
<b>Raiz</b>	<b>Caule</b>	<b>Folha</b>	<b>Total</b>	<b>raiz/total</b>	<b>caule/total</b>	<b>seca folha/total</b>	<b>produzidas</b>	<b>da planta (g)</b>
0,16	6,58	0,98	7,72	0,02	0,85	0,13	9,00	0,00