

**Alan Mario Zuffo**  
**Jorge González Aguilera**  
Organizadores

# **Pesquisas agrárias e ambientais**

Volume XIII



2022

**Alan Mario Zuffo**  
**Jorge González Aguilera**  
Organizadores

**Pesquisas agrárias e ambientais**  
**Volume XIII**



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

**Editor Chefe:** Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

**Editores Executivos:** Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

**Diagramação:** A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

### Conselho Editorial

#### Grau acadêmico e Nome

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos  
Prof. MSc. Adriana Flávia Neu  
Prof. Dra. Allys Ferrer Dubois  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior  
Prof. MSc. Aris Verdecia Peña  
Prof. Arisleidis Chapman Verdecia  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva  
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo  
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu  
Prof. Dr. Carlos Nick  
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos  
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva  
Prof. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos  
Prof. MSc. David Chacon Alvarez  
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira  
Prof. Dra. Denise Silva Nogueira  
Prof. Dra. Dennyura Oliveira Galvão  
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins  
Prof. Dr. Fábio Steiner  
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza  
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez  
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles  
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira  
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto  
Prof. MSc. João Camilo Sevilla  
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales  
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski  
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira  
Prof. Dra. Keyla Christina Almeida Portela  
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez  
Prof. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann  
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior  
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos  
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla  
Prof. MSc. Mary Jose Almeida Pereira  
Prof. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes  
Prof. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira  
Prof. Dra. Patrícia Maurer  
Prof. Dra. Queila Pahim da Silva  
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty  
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke  
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva  
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes  
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)  
Prof. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos  
MSc. Tayronne de Almeida Rodrigues  
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca  
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira  
Prof. Dra. Yilan Fung Boix  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

#### Instituição

OAB/PB  
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã  
UO (Cuba)  
IF SUDESTE MG  
Facultad de Medicina (Cuba)  
ISCM (Cuba)  
UFESSPA  
UEA  
UNEMAT  
UFV  
AJES  
UFGD  
UEMS  
IFPA  
UNICENTRO  
IFMT  
UFMG  
URCA  
ISEPAM-FAETEC  
IFG  
UEMS  
UFF  
(Colômbia)  
UNAM (Peru)  
IFRR  
UCG (México)  
Mun. Rio de Janeiro  
UNMSM (Peru)  
UFMT  
Mun. de Chap. do Sul  
IFPR  
Tec-NM (México)  
Consultório em Santa Maria  
UFJF  
UEG  
FAQ  
UNAM (Peru)  
SEDUC/PA  
IFB  
IFPA  
UNIPAMPA  
IFB  
UO (Cuba)  
UFMS  
UFPI  
UFG  
UEMA  
IFB  
UFPI  
FURG  
UO (Cuba)  
UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
P472	Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume XIII / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2022. 93p.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web ISBN 978-65-81460-61-7 DOI <a href="https://doi.org/10.46420/9786581460617">https://doi.org/10.46420/9786581460617</a>  1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente. 3.Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González. CDD 630
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

## **Apresentação**

As áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais são importantes para a humanidade. De um lado, a produção de alimentos e do outro a conservação do meio ambiente. Ambas, devem ser aliadas e são imprescindíveis para a sustentabilidade do planeta. A obra, vem a materializar o anseio da Editora Pantanal na divulgação de resultados, que contribuem de modo direto no desenvolvimento humano.

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume XIII” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas: cinética de dessorção de P com uso de fitas-Fe em Neossolo; matéria orgânica como condicionante do solo; contribuições e desafios do agronegócio cooperativo; clonagem de espécies arbóreas; aplicação de nitrogênio nos componentes de produtividade do milho; produção de biocarvão e sua influência na fertilidade do solo, crescimento e produção de pimentão verde; e, agroecologia aplicada no barlavento do tabuleiro. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

Aos autores dos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos na área de Ciência Agrárias e Ciências Ambientais Volume XIII, os agradecimentos dos Organizadores e da Pantanal Editora. Por fim, esperamos que este ebook possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias e avanços para as áreas de Ciências Agrárias e Ciências Ambientais. Assim, garantir uma difusão de conhecimento fácil, rápido para a sociedade.

**Os organizadores**


## **Sumário**

<b>Apresentação</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo 1</b>	<b>6</b>
Cinética de dessorção de P com uso de fitas-Fe em Neossolo Regolítico do Agreste paraibano	6
<b>Capítulo 2</b>	<b>16</b>
Contribuições e Desafios do Agronegócio Cooperativo	16
<b>Capítulo 3</b>	<b>27</b>
Clonagem de espécies arbóreas como estratégia para implantação de povoamentos de alta produtividade	27
<b>Capítulo 4</b>	<b>36</b>
Aplicação de nitrogênio nos componentes de produtividade do milho no Bioma Amazônia	36
<b>Capítulo 5</b>	<b>47</b>
Produção de biocarvão e sua influência na fertilidade do solo, crescimento e produção de pimentão verde	47
<b>Capítulo 6</b>	<b>62</b>
Agroecologia aplicada no barlavento do tabuleiro de Tucano Norte – Bahia	62
<b>Capítulo 7</b>	<b>80</b>
Matéria orgânica como condicionante do solo	80
<b>Índice Remissivo</b>	<b>92</b>
<b>Sobre os organizadores</b>	<b>93</b>


# Produção de biocarvão e sua influência na fertilidade do solo, crescimento e produção de pimentão verde

Recebido em: 14/10/2022

Aceito em: 17/20/2022

 10.46420/9786581460617cap5

Beatriz Gomes da Silva<sup>1</sup> 

Josely Dantas Fernandes<sup>2</sup> 

Yuri dos Santos Silva<sup>3</sup> 

Lúcia Helena Garófalo Chaves<sup>4\*</sup> 

Antonio Fernandes Monteiro Filho<sup>5</sup> 

Elida Barbosa Correa<sup>6</sup> 

## INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.), pertencente à família das solanáceas, é uma das hortaliças mais importantes do mercado brasileiro, tanto em valor quanto em volume comercializado (Souza et al., 2018). Esta hortaliça possui alto valor nutricional, sendo rico em vitamina E e C, esta última atua como antioxidante e é encontrada em altos teores, chega a 1,5 g por 100 g de massa seca, contém, ainda, em sua composição, vitaminas A, B1 e B2 e minerais como o Ca, Fe e P, além de uma baixa quantidade de proteínas e calorías (Filgueira, 2013). É consumida na forma de frutos verdes, maduros e industrializados na forma de pó (Silva et al., 2014).

O pimentão é muito exigente quanto às características químicas e físicas do solo, com boa resposta à adubação, obtendo considerável rendimento quando cultivada com a combinação de fertilizantes orgânicos e minerais (Sediyama et al., 2009). Um dos principais obstáculos para o cultivo do pimentão é o declínio da fertilidade do solo devido ao uso intensivo da terra sem o esforço de devolução do material orgânico. Portanto, os esforços para restaurar a fertilidade do solo com matéria orgânica são essenciais no cultivo do pimentão.

No estado da Paraíba, devido à importância econômica da avicultura, uma considerável quantidade de resíduo (cama de aviário) é gerada. Este resíduo pode ser reciclado por compostagem ou por incorporação direta ao solo, no entanto, estas práticas podem resultar em uma rápida decomposição e liberação de nutrientes, emissões de gases de efeito estufa (CO<sub>2</sub>) e a necessidade de adições anuais de

---

<sup>1,2,5</sup> Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Campina Grande – PB.

<sup>3,4</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Campina Grande – PB.

<sup>6</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Campina Grande – PB.

\*Autora correspondente: lhgafalo@hotmail.com

material orgânico ao solo para manter a fertilidade (Severino et al., 2005). Uma abordagem alternativa que pode ser mais sustentável é a conversão de resíduos em biocarvão e, em seguida, utilizá-lo como condicionador de solo (Kamara et al., 2015).

Biocarvão é um produto sólido rico em carbono feito a partir de biomassa vegetal ou animal por meio do processo de pirólise em um ambiente com limitação de oxigênio (Singh et al., 2010; Lehmann et al., 2011). Estima-se, dependendo do tipo e das condições de produção, que o biocarvão permanece no solo por vários anos (Zimmerman, 2010; Lehmann, 2007). Isso ocorre porque a forma estável do carbono presente no biocarvão apresenta predominância de estrutura aromática resistente à decomposição (Baldock; Smernik, 2002; Amonette; Joseph, 2009). Assim, o uso de biocarvão como condicionador irá conferir propriedades ao solo com efeitos mais duradouros se comparada a biomassa in-natura (Tito et al., 2021).

No contexto da aplicação, o uso de biocarvão em solos pode contribuir para um aumento no pH do solo e na capacidade de troca catiônica (Beesley et al., 2011; Bozzolo et al., 2017, Mendes et al., 2021a), o que geralmente teria benefícios na germinação e no rendimento das plantas (Glaser et al., 2002). Segundo Sikder e Joardar (2019), avaliando o crescimento visual de espinafre aquático (*Ipomoea aquatica*) sob solo tratado com cama de aviário compostado (CCA) e biocarvão de cama de aviário (BCA), observaram que o crescimento das plantas aumentou gradativamente com o aumento da taxa de aplicação de CCA e BCA. Contudo, o crescimento médio (altura e biomassa) das plantas cultivadas com BCA foi significativamente maior quando comparado a aplicação de CCA. Achados semelhantes também foram relatados por Bhattarai et al. (2015) cultivando ervilha com a aplicação de 10 t ha<sup>-1</sup> de BCA. Em um experimento realizado em vaso com a cultura do arroz, em relação ao tratamento controle, o uso de 20 g de BCA por kg<sup>-1</sup> de solo promoveu aumento na altura da planta (Maru et al., 2015). Avaliando a fitomassa de mudas de melão sob doses de biocarvão de cama de aviário, Laurentino et al. (2021), concluíram que a utilização do biocarvão de cama de aviário no substrato constitui uma alternativa viável para o desenvolvimento de mudas de melão. A aplicação de biocarvão de cama de aviário também promoveu aumento nos teores foliares de N, P e K, resultando em melhorias no estado nutricional das plantas de milho (Mendes et al., 2021b).

O uso de biocarvão para melhorar as propriedades físico-químicas do solo e a produtividade das colheitas atraiu o interesse de pesquisadores, formuladores de políticas e agricultores em todo o mundo, estando recentemente no centro de várias pesquisas. No Brejo Paraibano, a cultivar Yolo Wonder (verde) é a mais cultivada, possuindo alta aceitabilidade e valor de mercado. Embora a própria cama de aviário tenha sido usada como fertilizante orgânico, na literatura são escassos os trabalhos relacionando o cultivo de pimentão com doses de biocarvão de cama de aviário. Sendo assim, esforços para aumentar a produção do pimentão em solos de baixa fertilidade com o uso de biocarvão, incrementando a renda do agricultor, são sempre importantes.



De acordo com o exposto, objetivou-se com a realização deste estudo produzir e caracterizar quimicamente um biocarvão de cama de aviário utilizando forno do tipo “tambor duplo”, como também, avaliar a influência deste biocarvão nas propriedades químicas do solo e no crescimento e produção de pimentão verde.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Caracterização da área experimental*

O experimento foi conduzido em condições de campo na área experimental pertencente ao Departamento de Agroecologia e Agropecuária do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA), Campus II da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca, Paraíba, Brasil. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo tropical chuvoso, com estação seca no verão (Diniz et al., 2014). Amostras de solo foram coletadas e encaminhadas ao Laboratório de Irrigação e Salinidade LIS/UFCG para caracterização química (Donagemma et al., 2011), cujos resultados foram: pH = 6,25; P = 9,3 mg dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica = 12,45 g dm<sup>-3</sup>. E em Cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>: Ca = 2,77; Mg = 1,50; Na = 0,06; K = 0,33; H + Al = 1,33 e CTC = 5,99. A densidade aparente do solo é 1,3 kg dm<sup>-3</sup>.

### *Preparo e caracterização do biocarvão de cama de aviário (BCA)*

A cama de aviário utilizada no preparo do biocarvão foi coletada no Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, CAMPUS II, UEPB. O biocarvão foi produzido neste mesmo centro utilizando forno artesanal do tipo “tambor duplo” (Figura 1A) (Guerra, 2014). Para o processo de pirólise, utilizou-se recipientes de ferro de 20 L onde foram acomodados a cama de aviário (Figura 1B), termômetro para acompanhar a variação da temperatura no interior do forno (Figura 1C) e lenha de sabiá para a queima.



**Figura 1.** Forno do tipo “tambor duplo” (A), recipiente de 20L (B) e termômetro (C).

Amostras da cama de aviário e do BCA foram caracterizadas quimicamente segundo metodologia proposta por (BRASIL, 2014).

### ***Influência do BCA na fertilidade do solo***

Para avaliar o efeito do biocarvão nas propriedades químicas do solo, utilizou-se o método de incubação, em que inicialmente as amostras de solo (coletadas na área experimental) e biocarvão foram passadas por uma peneira de 10 malhas (2 mm); em seguida, as amostras de solo de 1,0 kg foram colocadas em sacos plásticos (parcelas experimentais), misturados ao biocarvão de acordo com os tratamentos (0; 1,15; 2,30; 3,45 e 4,60 g, correspondentes a 0; 3,0; 6,0; 9,0 e 12,0 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente) e incubados por 100 dias com água deionizada a cerca de 60% da capacidade de campo. Ao término do experimento, amostras de solo de cada parcela foram coletadas e caracterizadas quimicamente (Donagemma et al., 2011). O experimento de incubação foi conduzido utilizando o delineamento inteiramente casualizado com três repetições.

## **CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DO PIMENTÃO VERDE ADUBADO COM BCA**

### ***Delineamento Experimental***

O experimento foi conduzido em blocos casualizados (DBC) com seis tratamentos, sendo cinco doses de biocarvão (0; 3,0; 6,0; 9,0 e 12,0 t ha<sup>-1</sup> o que correspondeu a uma aplicação de 0; 34,61; 69,22; 103,83 e 138,44 g por planta) e uma adubação mineral (em fundação: 30, 120 e 20 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, e em cobertura: 90 e 20 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O, respectivamente, na forma de sulfato de amônio, superfostato simples e cloreto de potássio), com três repetições. Para evitar o uso direto na área, as plantas adubadas com a adubação mineral foram plantadas em recipientes plásticos de 20L.

A cultura utilizada no experimento foi o pimentão Yolo Wonder (pimentão verde). Cada parcela foi constituída por três plantas.

### ***Instalação e condução do experimento***

As mudas de pimentão foram preparadas em bandejas de isopor, sendo distribuídas três sementes por célula. O substrato utilizado para o enchimento das bandejas foi o húmus de minhoca. O plantio foi realizado no espaçamento de 1,0 m x 0,45 m em leirões de 8,1 m de comprimento, 0,4 m de altura e distanciadas 1,0 m entre si. Quando as mudas apresentaram seis folhas definitivas, realizou-se o desbaste deixando-se 1 planta por cova.

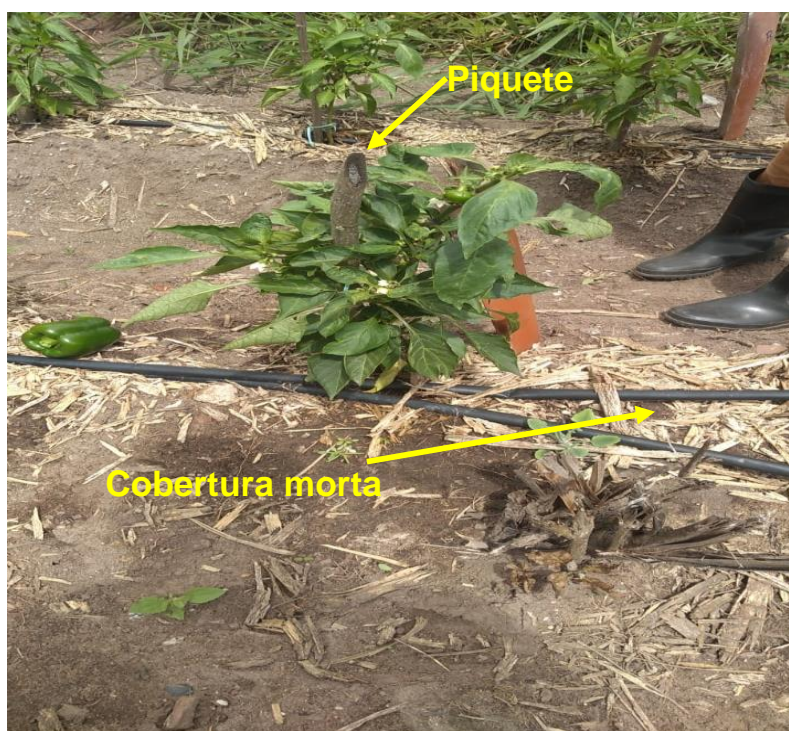
O sistema de irrigação utilizado foi o gotejamento, um gotejador por planta, modelo Katif, com vazão unitária de 3,75 L h<sup>-1</sup>. A lâmina de irrigação foi aplicada com frequência diária, com quantificação a partir de leituras de evaporação do Tanque Classe A e das precipitações no período, adotando-se um coeficiente de tanque (K<sub>p</sub>) igual a 0,75 (Doorenbos e Pruitt, 1975). Para o cálculo da ET<sub>c</sub>, utilizou-se a Equação (1), aplicada para sistema de irrigação localizado (Pizarro, 1996):

$$ET_c = ET_0 \times K_c \times K_L \quad (1)$$

Em que:  $ET_c$  - evapotranspiração da cultura,  $\text{mm dia}^{-1}$ ;  $ET_0$  - evapotranspiração de referência,  $\text{mm dia}^{-1}$ ;  $k_c$  - coeficiente de cultivo, adimensional;  $k_L$  - coeficiente de localização.

Durante toda a condução do experimento, todos os tratamentos foram irrigados com a mesma lâmina (100% da  $ET_c$ ). A água utilizada na irrigação foi captada de um açude próximo da área experimental.

A fim de auxiliar na sustentação das plantas, montou-se um sistema de tutoramento, amarrando a planta a um piquete instalado ao lado da mesma (Figura 2). A fim de manter a umidade do solo, aplicou-se uma cobertura morta de bagaço de cana-de-açúcar (Figura 2).



**Figura 2.** Tutoramento e cobertura morta utilizada na condução do experimento.

A cultura foi mantida livre de ervas invasoras, por meio de capinas realizadas com uso da enxada manual. Para o controle de moscas-brancas (*Bemisia tabaci*) e pulgões (*Macrosiphum euphorbiae*) que incidiram no cultivo, aplicou-se óleo de neem diluído a 5% em água e aplicado via pulverização foliar.

### ***Variáveis Agronômicas de crescimento e produção***

As variáveis de crescimento e produção foram determinadas considerando apenas uma planta útil por parcela. A altura da planta foi determinada medindo-se a distância vertical entre a superfície do solo e o ápice da planta, com auxílio de uma régua. Para a determinação do diâmetro do caule utilizou-se um paquímetro digital, na altura do solo. A área foliar foi determinada utilizando-se a equação (2) de Tivelli et al. (1997).

$$AF = K + L + C \tag{2}$$

onde K corresponde ao coeficiente de correlação de valor 0,60; L à largura da folha e C ao comprimento.

Para a determinação da área foliar total da planta, a área foliar unitária foi multiplicada pelo número de folhas presentes na planta. Também foram avaliadas a produção de matéria seca da planta inteira (menos raízes) e a produtividade de frutos. Todas as variáveis foram determinadas durante o surgimento da última frutificação.

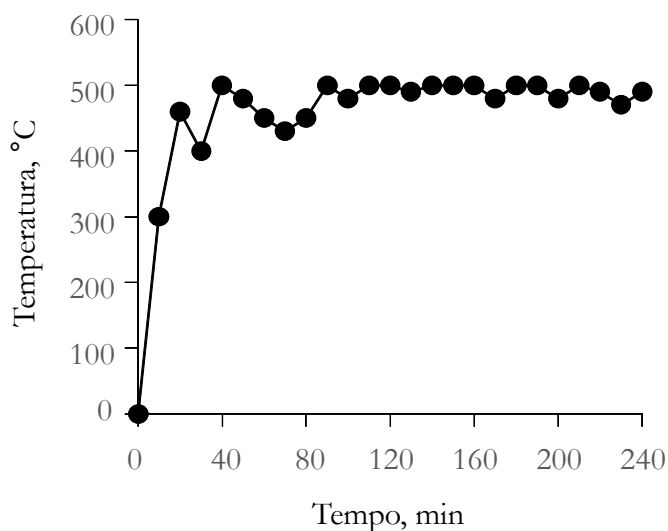
### **Análise estatística**

Uma vez atendidos os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias pelos testes de Shapiro-Wilk e Cochran e Bartlett, respectivamente, os resultados obtidos para fertilidade do solo, crescimento e produção do pimentão foram submetidos à análise de variância e de regressão. Os contrastes (doses de biocarvão *versus* o tratamento adubação mineral) entre as médias foram avaliados pelo teste "F" (5 % de probabilidade) e comparadas pelo teste t. Os dados de fósforo no solo não seguiram as pressuposições dos testes para serem submetidos à ANOVA, portanto as médias foram comparadas pela estatística não paramétrica de Kruskal e Wallis. O software estatístico utilizado neste trabalho foi o SISVAR 5.4 (Ferreira, 2011).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### ***Produção e caracterização química do biocarvão de cama de aviário (BCA)***

Durante a pirólise da cama de aviário em “forno duplo”, a temperatura no interior do forno aumentou rapidamente, alcançando 300°C em 10 min e manteve-se elevada e praticamente constante em 492,5°C entre o intervalo de tempo de 90 a 240 min. A temperatura máxima observada durante o processo de pirólise correspondeu a 500°C (Figura 3).



**Figura 3.** Temperatura registrada durante o processo de pirólise da cama de aviário em forno do tipo “forno duplo”.

Ainda com relação a Figura 3, verifica-se que 95,84% do tempo de queima manteve-se acima de 300°C. Esta informação é importante porque segundo Carvalho (2016), a degradação térmica da celulose e hemicelulose ocorre em temperaturas superiores a 300°C. Tal informação corrobora com Pereira et al. (2021), que constataram que a temperatura de 300 °C empregada na pirólise de cama de aviário foi insuficiente para a degradação desta biomassa.

A caracterização química da cama de aviário in natura (CA), assim como do biocarvão proveniente desta biomassa (BCA), encontra-se na Tabela 1. Com exceção do teor de nitrogênio e umidade, quando comparado a CA, verificou-se que o BCA obteve um aumento em todos os parâmetros analisados. A diminuição no teor de nitrogênio era esperada uma vez que em altas temperaturas de pirólise parte do N é perdido por volatilização (Ameloot et al., 2015). O BCA, quando comparado a CA in natura, apresentou um maior caráter alcalino, com aumento do pH em 39,5%. Este resultado corrobora Gondek e Hersztek (2016), e Sikder e Joardar (2019).

**Tabela 1.** Caracterização química da cama de aviário (CA) e do biocarvão de cama de aviário (BCA) pirolisado em forno do tipo “Tambor”.

Sub.	pH	U	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	C	C/N
-----%-----									
CA	8,6	7,7	1,3	1,7	1,1	4,9	0,4	11,5	8,6
BCA	12,0	1,6	0,4	2,6	1,9	7,3	0,6	12,3	31,5

Sub.= Substrato; U = Teor de umidade

### *Influência do BCA na fertilidade do solo*

O solo, após incubação com o biocarvão de cama de aviário (BCA), apresentou alteração na sua composição química. O BCA influenciou a nível de 1% o potencial hidrogeniônico pH, sódio (Na), potássio (K) e acidez potencial (H+Al) e a nível de 5% de probabilidade a soma de bases e a capacidade de troca catiônica (Tabela 2).

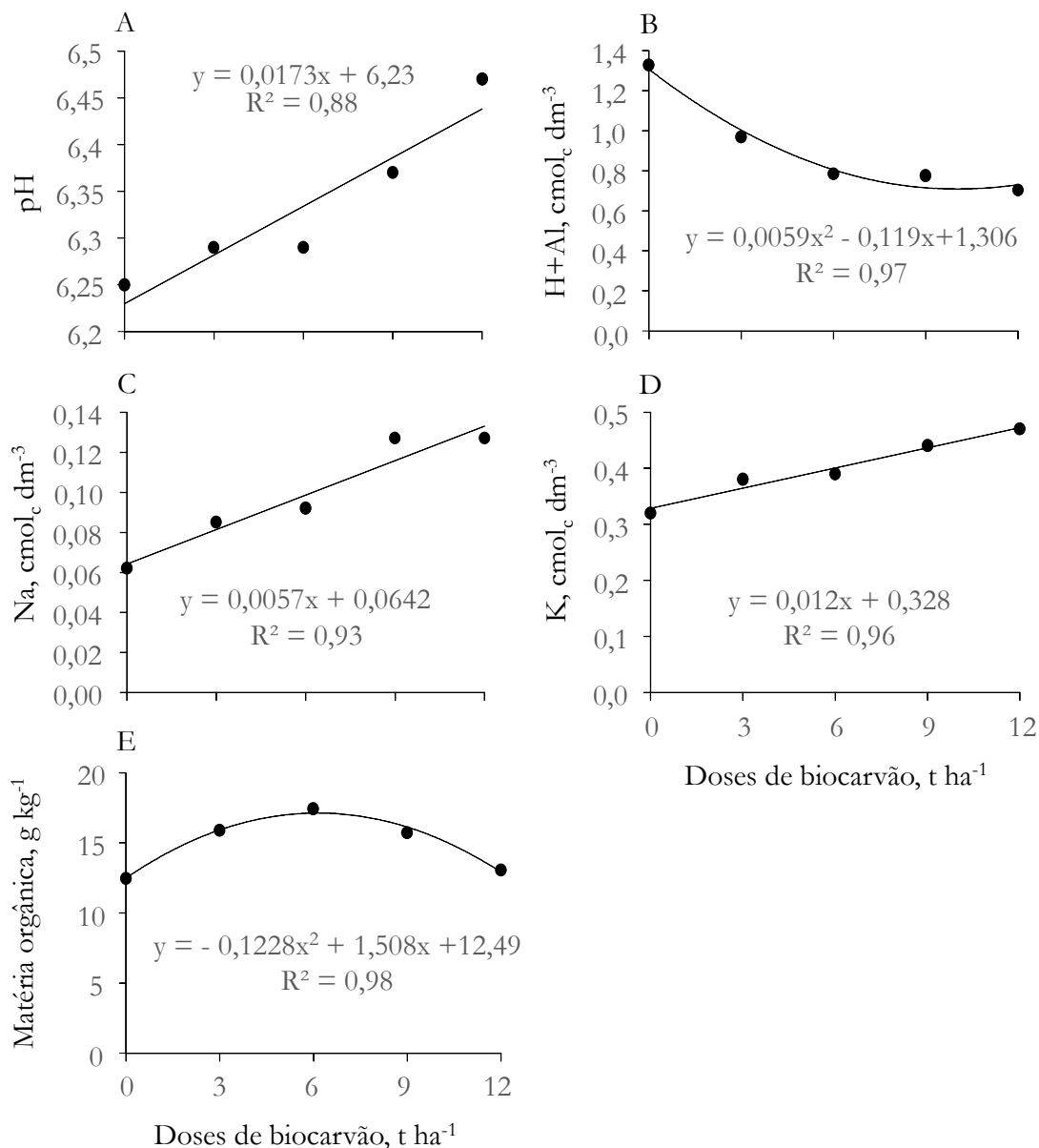
O biocarvão aumentou o pH do solo a uma taxa de 0,0173 unidades para cada tonelada de BCA/ha aplicado (Figura 4A). A reação de neutralização da acidez do solo observado neste estudo corrobora Silva et. al. (2017) e Fernandes et al. (2018).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância relacionada ao potencial hidrogeniônico pH, acidez potencial (H+Al), matéria orgânica (MO), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K) e capacidade de troca catiônica (CEC) do solo incubado com diferentes doses de biocarvão aplicadas.

FV	GL	-----Quadrado médio-----							
		pH	MO	Ca	Mg	Na	K	H+AL	CTC
Dos	4	0,02**	13,1 <sup>ns</sup>	9e <sup>-4ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	2,4e <sup>-3**</sup>	1,0e <sup>-2**</sup>	0,19**	0,16**
Lin	1	0,07**	0,33 <sup>ns</sup>	-	-	8,9e <sup>-3**</sup>	3,9e <sup>-2**</sup>	0,62**	0,37**
Qua	1	7e <sup>-3ns</sup>	51,2**	-	-	8,0e <sup>-5ns</sup>	7,0e <sup>-5ns</sup>	0,12**	1e <sup>-3ns</sup>
Des	2	1e <sup>-3ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	-	-	2,9e <sup>-4*</sup>	6,2e <sup>-4ns</sup>	9e <sup>-3ns</sup>	0,14*
Erro	10	2e <sup>-3</sup>	4,72	0,023	0,03	4,0e <sup>-5</sup>	3,0e <sup>-4</sup>	9e <sup>-3</sup>	0,02

FV	GL	-----Quadrado médio-----							
		pH	MO	Ca	Mg	Na	K	H+AL	CTC
CV(%)		0,85	14,57	5,45	10,88	6,67	4,57	10,60	2,68
MG	6,33	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----							
			14,91	2,79	1,59	0,09	0,41	0,91	5,80

(\*\*, \*, ns) Significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente, pelo Teste F. Fonte de variação (FV); Grau de liberdade (GL); Doses (Dos); Linear (Lin); Quadrático (Qua); Desvio (Des) e Coeficiente de variação (CV).



**Figura 4.** Composição química do solo após período de incubação com diferentes doses de biocarvão de cama de aviário.

Analisando a Figura 4B, percebe-se que houve uma redução da acidez potencial do solo até 0,706 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> aplicando-se 10,08 t ha<sup>-1</sup>. Este valor é 45,95% menor quando comparado ao tratamento controle. Segundo Sparks (2003), com o aumento do pH do solo, os cátions provenientes do biocarvão deslocam o alumínio (Al) dos sítios de troca de argila e/ou matéria orgânica e então reagem com espécies



monoméricas solúveis de Al. Além disso, dependendo da biomassa a ser utilizada na preparação do biocarvão, cátions básicos como Ca, K, Mg e Si podem formar óxidos alcalinos ou carbonatos durante o processo de pirólise e, uma vez liberados no meio ambiente, reagem com  $H^+$  e monoméricos de Al, aumentando o pH do solo e diminuindo a acidez do solo (Novak et al., 2009).

Os teores de sódio e potássio aumentaram a uma taxa de 0,0057 e 0,012  $cmol_c dm^{-3}$  para cada tonelada de BCA/ha aplicado, respectivamente, (Figuras 4C e 4D). Mesmo comportamento não foi observado para os nutrientes Ca e Mg, que não foram influenciados significativamente pelas doses de biocarvão, discordando de Fernandes et al. (2018). O fósforo, mesmo aplicando o teste não paramétrico de Kruskal Wallis, não foi influenciado pelas doses do biocarvão, apresentando um teor médio de 0,947  $mg 100g^{-1}$ , tal resultado não corrobora Fernandes et al. (2022a) que observaram aumento na concentração de fósforo do solo com a aplicação de biocarvão de cama de aviário.

Quanto a capacidade de troca catiônica, apesar de ser influenciada pelas doses de biocarvão (Tabela 2) com tendência de aumento, o resultado não foi apresentado de forma gráfica devido ao baixo valor do coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,564$ ) obtido com o ajuste do modelo de regressão de primeiro grau.

O aumento da fertilidade do solo, devido à aplicação de biocarvão, dependerá da biomassa utilizada na pirólise (Fernandes et al., 2022b). É importante ressaltar que a cama de frango utilizada neste estudo é composta por bagaço de cana-de-açúcar, fezes de frango e ração (mistura de milho, soja, calcário, fosfato bicálcico e suplemento vitamínico mineral aminoácido), desperdiçados na proporção de 1:0,165, na base úmida.

O teor de carbono do BCA de 12,3%, equivalente a 21,20% de matéria orgânica (MO), contribuiu para que ocorresse incremento da MO do solo, cuja maior média correspondeu a 17,12  $g kg^{-1}$  com a dose de 6,14  $t ha^{-1}$ . Esta média é 37,02% maior se comparada ao valor observado no tratamento testemunha, ou seja, 12,49  $g kg^{-1}$  (Figura 4E). Estudos têm demonstrado que a MO proveniente do biocarvão, quando comparada a biomassa utilizada na sua produção, é mais eficaz para o sequestro de carbono (Tito et al., 2021), aumentando a fertilidade do solo (Chaves et al., 2020) e melhorando o potencial de calagem de solos ácidos (Yuan et al., 2011).

### ***Crescimento e produção do pimentão verde adubado com BCA***

A adubação do pimentão verde com o biocarvão de cama de aviário (BCA) influenciou significativamente as variáveis de crescimento e produção conforme verificado na Tabela 3.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para altura da planta (ALT), diâmetro caulinar (DIA), matéria seca da planta inteira (MSECA), área foliar total (AFT) e produtividade (PROD) de frutos de pimentão verde em função da aplicação de diferentes doses de BCA, como também, dos contrastes para doses de biocarvão *versus* o tratamento adubação mineral

FV	GL	Quadrado médio				
		ALT	DIA	MSECA	AFT	PROD
Tratamento	5	174,7*	4,35**	158,40**	3,4e <sup>-3**</sup>	35,29**
Bloco	2	1,25 <sup>ns</sup>	0,013 <sup>ns</sup>	65,32**	1e <sup>-5ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>
Doses	4	120,4*	3,86**	129,59*	2,1e <sup>-3**</sup>	28,61*
Linear	1	34,13 <sup>ns</sup>	3,36**	40,2 <sup>ns</sup>	3e <sup>-4ns</sup>	52,98*
Quadrático	1	354,4**	11,9*	439,0**	7,3e <sup>-3**</sup>	55,79*
Desvio	2	46,60 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	19,5 <sup>ns</sup>	4e <sup>-4ns</sup>	2,84 <sup>ns</sup>
D0 <i>vs</i> Min	1	14,00 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	46,38*	1e <sup>-3*</sup>	0,29 <sup>ns</sup>
D3 <i>vs</i> Min	1	436,3**	4,44**	379,89**	11e <sup>-3**</sup>	51,68*
D6 <i>vs</i> Min	1	563,8**	11,8**	500,56**	9e <sup>-3**</sup>	70,86**
D9 <i>vs</i> Min	1	230,2*	8,18**	140,97**	5e <sup>-3**</sup>	72,38**
D12 <i>vs</i> Min	1	172,4 <sup>ns</sup>	2,27**	12,42 <sup>ns</sup>	1e <sup>-3*</sup>	48,05*
Resíduo	10	40,11	0,261	4,73	2e <sup>-4</sup>	5,51
CV(%)		14,49	5,83	8,35	13,74	33,20
Média geral		43,7cm	8,7mm	26,05g	0,101m <sup>2</sup>	7,1tha <sup>-1</sup>

(\*\*, \*, ns) Significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente, pelo Teste F. Fonte de variação (FV); Grau de liberdade (GL); D0, D3, D6, D9 e D12 correspondem as doses de biocarvão aplicadas em t ha<sup>-1</sup>; Adubação mineral (Min); Coeficiente de variação (CV).

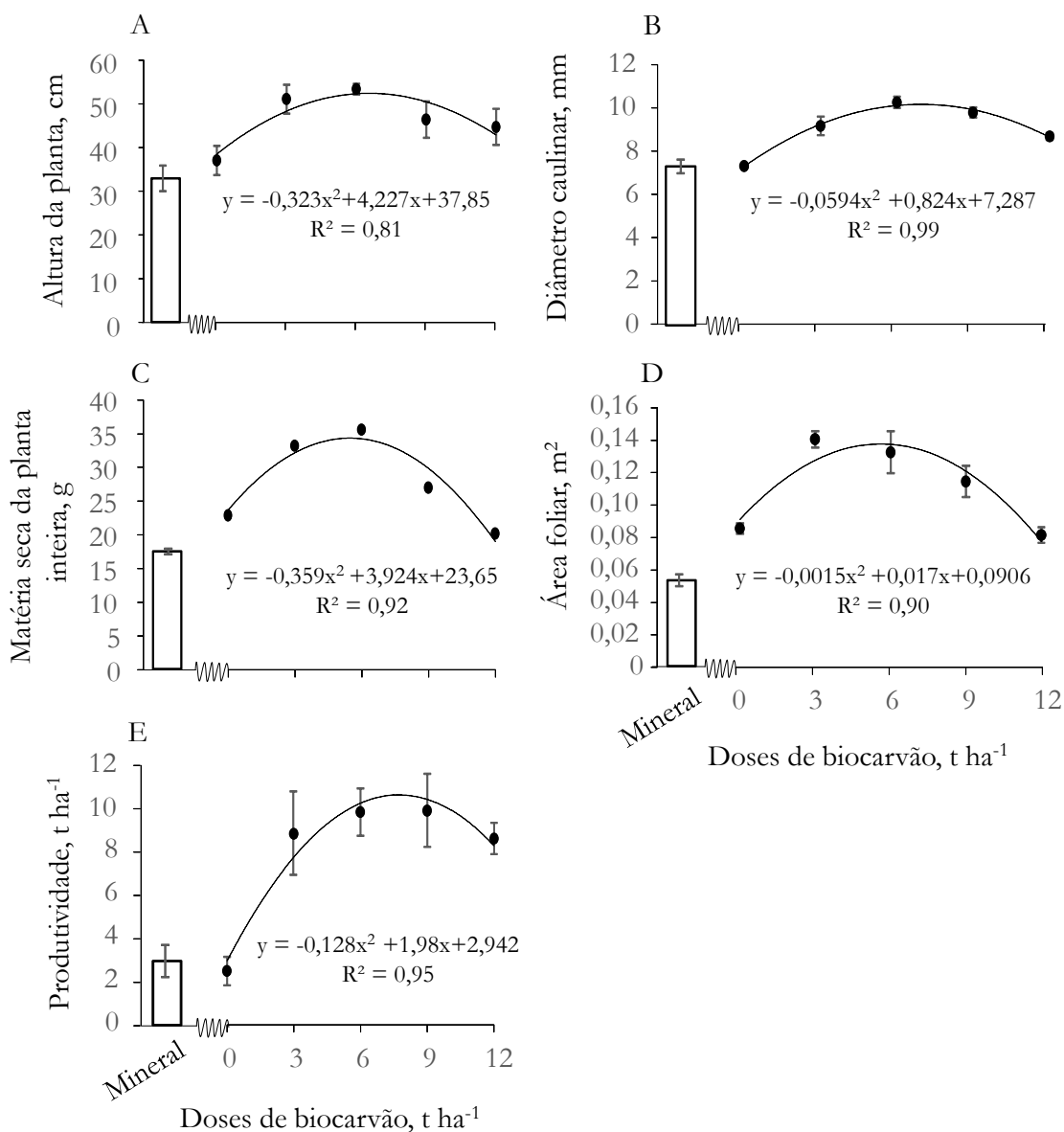
Ainda observando a Tabela 3, verifica-se que as médias de todas as variáveis analisadas se ajustaram significativamente ao modelo de regressão polinomial de segundo grau com valores de coeficiente de determinação significativos, com exceção da altura da planta, superiores a 0,9.

A maior altura de planta correspondeu a 51,70 cm com a aplicação de 6,55 t ha<sup>-1</sup> de BCA (Figura 5A). O pimentão adubado com NPK apresentou uma altura da planta estaticamente semelhante se comparada aquela que recebeu a aplicação de 0 e 12 t ha<sup>-1</sup> de BCA (Tabela 3).

O maior diâmetro caulinar (DC), equivalente a 10,15 mm foi obtido na dose 6,93 t ha<sup>-1</sup> de BCA (Figura 5B). Com relação aos contrastes, verifica-se que as plantas que receberam os tratamentos adubação mineral e 0 t ha<sup>-1</sup> de BCA apresentaram médias de DC estatisticamente semelhantes entre si (Tabela 3).

As maiores médias de matéria seca da planta inteira, áreas foliar e produtividade corresponderam a 34,37 g, 0,14 m<sup>2</sup> e 10,59 t ha<sup>-1</sup> com a aplicação de 5,46; 5,53 e 7,73 t ha<sup>-1</sup> de BCA, respectivamente (Figuras 5C, 5D e 5E). Quanto aos contrastes, verificou-se que a adubação mineral diferiu estatisticamente da dose de 0 e 12 t ha<sup>-1</sup> de BCA para produtividade e massa fresca da planta inteira, respectivamente. Já para a área foliar, independente da dose aplicada, suas médias foram superiores quando comparadas ao tratamento adubação mineral (Tabela 3).





**Figura 5.** Altura da planta, diâmetro caulinar, matéria seca da planta inteira, área foliar total e produtividade em função das diferentes doses de BCA e da adubação mineral. Barras verticais representam o erro padrão

Os aumentos verificados até a concentração máxima de BCA podem ser atribuídos à oferta crescente de nutrientes para as plantas, resultando em uma nutrição mais equilibrada das plantas, com consequente aumento do crescimento em altura e produção (Lima et al., 2019; Wisnubroto et al., 2017).

O baixo crescimento e produção verificados nas plantas que receberam a adubação mineral podem estar associados a virose, devido à presença de insetos vetores como mosca branca (*B. tabaci*) e pulgões (*M. euphobiae*). Também se verificou a presença destes vetores nas plantas que receberam o BCA, porém, com menor incidência da doença. Os principais sintomas observados foram: bronzeamento de folíolos apicais, redução da área foliar, curvatura do ponteiro, presença de anéis cloróticos e necróticos em folhas e frutos, com paralisação do crescimento da planta.

## CONCLUSÕES

A temperatura no interior do forno tipo “tambor duplo” esteve em 492,5 °C durante quase todo processo de pirólise, obtendo-se um biocarvão alcalino e com teores, exceto nitrogênio e umidade, maiores se comparados a cama *in natura*.

O pH, e os teores de matéria orgânica, sódio e potássio do solo aumentaram em função das doses de biocarvão, comportamento inverso foi observado para acidez potencial.

Todas variáveis de crescimento e produção foram influenciadas pela aplicação de BCA, cuja maior produtividade foi de 10,59 t ha<sup>-1</sup> na dose 7,73 t ha<sup>-1</sup>.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica PIBIC/CNPq-UEPB.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amonette, J., & Joseph, S. (2009). Characteristics of Biochar: Micro Chemical Properties. In: Lehmann, J., & Joseph, S., Eds., *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*, Earthscan, London, 33-52.
- Baldock, J. A., & Smernik, R. J. (2002). Chemical Composition and Bioavailability of Thermally Altered *Pinus resinosa* (Red Pine) Wood. *Organic Geochemistry*, 33: 1093-1109. Chemical Composition and Bioavailability of Thermally Altered *Pinus resinosa* (Red Pine). DOI: 10.1016/S0146-6380(02)00062-1.
- Beesley, L. et al. (2011). Review of biochars’ potential role in the remediation, revegetation and restoration of contaminated soils. *Environmental Pollution*, 159: 3269–3282.
- Bhattarai, B. et al. (2015). Effect of biochar from different origin on physio-chemical properties of soil and yield of garden pea (*Pisum sativum* L.) at Paklihawa, Rupandehi, Nepal. *World Journal of Agricultural Research*, 3(4): 129–138. DOI: 10.12691/wjar-3-4-3.
- Bozzolo, A. et al. (2017). Effects of moderate and high rates of biochar and compost on grapevine growth in a greenhouse experiment. *AIMS Agriculture and Food*, 2(1): 113-128. doi: 10.3934/agrfood.2017.1.113.
- BRASIL (2014). *Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Coordenação Geral de Apoio Laboratorial, Murilo Carlos Muniz Veras (Org.) – Brasília: MAPA/SDA/CGAL, 220 p.

- Carvalho, W. S. (2016). Pirólise rápida do bagaço de sorgo sacarino: Influência da temperatura de aditivos e de catalizadores. Universidade Federal de Uberlândia, MG. 228 p. DOI: 10.14393/ufu.te.2016.30.
- Chaves, L. H. G. et al. (2020). Characterization of poultry litter biocarvão for agricultural use. *Sylwan*, 164(6): 468-487.
- Diniz, J. M. T. et al. (2014). Variabilidade espaço-temporal da temperatura e difusividade térmica do solo de Lagoa Seca-PB. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 9(4): 722-736. DOI: 10.4136/ambi-agua.1474.
- Donagemma, G. K. et al. (2011). Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 230p.
- Doorenbos, J., & Pruitt, J. O. (1975). Guidelines for predicting crop water requirements. Rome: FAO, (Irrigation and Drainage Paper, 24), 192 p.
- Fernandes, J. D. et al. (2022b). Thermal treatment of poultry litter: Part I. Characterization by immediate analysis and gravimetric yield. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 26(9): 633-639. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v26n9p633-639.
- Fernandes, J. D. et al. (2018). Soil Chemical Amendments and the Macronutrients Mobility Evaluation in Oxisol Treated With Biochar. *Journal of Agricultural Science*, 10(10): 238-247. DOI:10.5539/jas.v10n10p238.
- Fernandes, J. D. et al. (2022a). Phosphorus availability in soil incubated with biochar: adsorption study. *Revista Caatinga*, 35(1): 206-215. DOI: 10.1590/1983-21252022v35n121rc.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência Agrônômica*, 35: 1039-1042. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001.
- Filgueira, F. A. R. (2013). Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. rev. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 421p.
- Glaser, B., Lehmann, J., & Zech, W. (2002). Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal—A review. *Biology and Fertility of Soils*, 35: 219–230. DOI: 10.1007/s00374-002-0466-4.
- Gondek, K., & Hersztek, M. M. (2016). Effect of thermal conversion of pig manure and poultry litter on the content and mobility of Mn and Fe in biochars and in soil after their application. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 7(3): 349–355. DOI: 10.4067/S0718-58392016000300013.
- Guerra, P. (2014). Producción y caracterización de Biochar a partir de la biomasa residual de sistemas agroforestales y de agricultura convencional en la Amazonía Peruana. Tesis de Grado. Universidad Nacional Agraria La Molina, p. 101.
- Kamara, A. et al. (2015). Effect of Rice Straw Biochar on Soil Quality and the Early Growth and Biomass Yield of Two Rice Varieties. *Agricultural Sciences*, 6: 798-806. DOI: 10.4236/as.2015.68077.
- Laurentino, L. G. S. et al. (2021). Melon Seedlings Phytomass under Poultry Litter Biochar Doses. *Agricultural Sciences*, 12: 181-197. DOI: 10.4236/as.2021.123012.

- Lehmann, J. (2007). A Handful of Carbon. *Nature*, 447: 143-144. DOI: 10.1038/447143a
- Lehmann, J. et al. (2011). Biochar Effects on Soil Biota—A Review. *Soil Biology and Biochemistry*, 43: 1812-1836. DOI: 10.1016/j.soilbio.2011.04.022.
- Lima, W. B. et al. (2019). Growth and Development of Bell Peppers Submitted to Fertilization with Biochar and Nitrogen. *Agricultural Sciences*, 10(6): 753-762. DOI: 10.4236/as.2019.106058.
- Maru, A. et al. (2015). Coapplication of chicken litter biochar and urea only to improve nutrients use efficiency and yield of *Oryza sativa* L. cultivation on a tropical acid soil. *The Scientific World Journal*, 9: 1-12. DOI: 10.1155/2015/943853.
- Mendes, J. S. et al. (2021a). Chemical and Physical Changes of Soil Amended with Biochar. *Water air and soil pollution*, 232: 338-350. DOI: 10.1007/s11270-021-05289-8.
- Mendes, J. S. et al. (2021b). Effect of poultry litter biochar on the nutritional status of corn. *Revista Caatinga*, 34: 916-925. DOI: 10.1590/1983-21252021v34n419rc.
- Novak, J. M. et al. (2009). Impact of biochar amendment on fertility of a southeastern Coastal. *Soil Science*, 174: 105-112. DOI: 10.1097/SS.0b013e3181981d9a.
- Pereira, M. E. et al. (2021). Biochar produced from poultry litter waste. *Research, Society and Development*, 10(11): 1-13. DOI: 10.33448/rsd-v10i11.19704.
- Pizarro, F. (1996). Riegos localizados de alta frecuencia: goteo, microaspersión, exudación. 3. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 513p.
- Sediyama, M. A. N. et al. (2009). Rendimento de pimentão em função da adubação orgânica e mineral. *Horticultura Brasileira*, 27: 294-299. DOI: 10.1590/S0102-05362009000300006.
- Severino, L. S. et al. (2005). Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 5(1): 1-6.
- Sikder, S., & Joardar, J. C. (2019). Biochar production from poultry litter as management approach and effects on plant growth. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8: 47–58. DOI: 10.1007/s40093-018-0227-5.
- Silva, I. C. B. et al. (2017). Biochar from different residues on soil properties and common bean production. *Scientia Agricola*, 74(5): 378-382. DOI: 10.1590/1678-992X-2016-0242.
- Silva, J. L. A. et al. (2014). Teores foliares no pimentão submetido à estresse salino em diferentes solos. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 10: 77-82.
- Singh, B. et al. (2010). Characterisation and Evaluation of Biochars for Their Application as a soil Amendment. *Australian Journal of Soil Research*, 48: 516-525. DOI: 10.1071/SR10058.
- Souza, I. L. et al. (2018). Parasitoids Diversity in Organic Sweet Pepper (*Capsicum annuum*) Associated with Basil (*Ocimum basilicum*) and Marigold (*Tagetes erecta*). *Brazilian Journal of Biology*, 79: 603-611. DOI: 10.1590/1519-6984.185417.
- Sparks, D. L. (2003). Environmental soil chemistry. Academic Press, San Diego, CA, USA. 352p. DOI: 10.1016/B978-0-12-656446-4.X5000-2.

- Tito, G. A. et al. (2021). Organic carbon mineralization of the biochar and organic compost of poultry litter in an Argisol. *Semina ciências agrárias*, 42(6): 3167-3184. DOI: 10.5433/1679-0359.2021v42n6p3167.
- Wisnubroto, E. I. et al. (2017). Residual Effect of Biochar on Growth and Yield of Red Chili (*Capsicum Annum* L.). *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 4(1): 28-31. DOI: DOI: 10.18178/joaat.4.1.28-31.
- Yuan, J. H. et al. (2011). Amendment of acid soils with crop residues and biochars. *Pedosphere*, 21: 302-308. DOI: 10.1016/S1002-0160(11)60130-6.
- Zimmerman, A. R. (2010). Abiotic and Microbial Oxidation of Laboratory-Produced Black Carbon (Biochar). *Environmental Science & Technology*, 44: 1295-1301. DOI: 10.1021/es903140c.

## Índice Remissivo

### A

adubação, 36, 38, 40, 43  
agroecologia, 69

### C

cinética de dessorção, 6, 11

### E

Economia, 21, 22

### F

fertilizantes, 36

### G

grãos, 38, 39, 40, 41, 42, 43

### M

matéria orgânica, 81, 87  
melhoramento genético, 46

### P

produção, 36, 39, 42, 43

### T

tabuleiro, 69

## Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (2010) na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). Mestre (2013) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal do Piauí (UFPI). Doutor (2016) em Agronomia - Fitotecnia (Produção Vegetal) na Universidade Federal de Lavras (UFLA). Pós - Doutorado (2018) em Agronomia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS). Atualmente, possui 165 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 127 resumos simples/expandidos, 66 organizações de e-books, 45 capítulos de e-books. É editor chefe da Pantanal editora e revisor de 18 revistas nacionais e internacionais. Professor adjunto na UEMA em Balsas. Contato: alan\_zuffo@hotmail.com.



  **Jorge González Aguilera**

Engenheiro Agrônomo, graduado em Agronomia (1996) na Universidad de Granma (UG), Bayamo, Cuba. Especialista em Biotecnologia (2002) pela Universidad de Oriente (UO), Santiago de Cuba, Cuba. Mestre (2007) em Fitotecnia na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Doutor (2011) em Genética e Melhoramento de Plantas na Universidade Federal do Viçosa (UFV), Minas Gerais, Brasil. Pós - Doutorado (2016) em Genética e Melhoramento de Plantas na EMBRAPA Trigo, Rio Grande do Sul, Brasil. Professor Visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no campus Chapadão do Sul (CPCS), MS, Brasil. Atualmente, possui 74 artigos publicados/aceitos em revistas nacionais e internacionais, 29 resumos simples/expandidos, 50 organizações de e-books, 37 capítulos de e-books. É editor da Pantanal Editora e da Revista Agrária Acadêmica, e revisor de 19 revistas nacionais e internacionais. Contato: j51173@yahoo.com, jorge.aguilera@ufms.br.



**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000  
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil  
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)  
<https://www.editorapantanal.com.br>  
[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

