



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA**

**ODEANE VIRIATO MAIA**

**EFEITO DO BIOCÁRVÃO NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DO  
MARACUJAZEIRO AMARELO**

Cruz das Almas - BA

2018

**ODEANE VIRIATO MAIA**

**EFEITO DO BIOCÁRVÃO NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DO  
MARACUJAZEIRO AMARELO**

Trabalho de conclusão de curso submetido ao Colegiado de Graduação de Tecnologia em Agroecologia do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Agroecologia.

Orientador: Paula Angela Umbelino Guedes Alcoforado  
Coorientador: Francisco Alisson da Silva Xavier

Cruz das Almas - BA

2018

**ODEANE VIRIATO MAIA**

**EFEITO DO BIOCARVÃO NO DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DO  
MARACUJAZEIRO AMARELO**

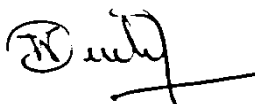
Monografia defendida e aprovada pela banca examinadora

Aprovado em 27/08/2018




---

Prof Dra. Paula Ângela Umbelino Guedes Alcoforado  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB



---

Prof.Dr. Washigton Luiz Cotrim Duete  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB



---

Pesquisador Dr. Francisco Alisson da Silva Xavier  
Embrapa Mandioca e Fruticultura

A Deus, a minha mãe  
e em especial a minha avó  
que não está mais entre nós,  
minha gratidão é eterna.

Vos Dedico.

## **AGRADECIMENTOS**

Por este momento especial da minha vida agradeço primeiramente a Deus por ter me transmitido força e proteção ao longo desses anos e que não me permitiram desistir de alcançar minha meta, obrigada Deus por sempre se fazer presente na minha vida.

A UFRB por ter me recebido de braços abertos e ter me proporcionado dias de muita aprendizagem, aproveitando agradeço a todos os mestres do curso que compartilharam um pouco dos seus conhecimentos e que foi de grande valia para minha formação, um agradecimento especial ao professor Francisco Alisson por ter me dado a oportunidade de aprimorar meus conhecimentos, serei eternamente grata.

A minha família por ter me dado apoio, principalmente a minha mãe por ter acreditado em mim e hoje posso dizer com toda certeza que sem ela não estaria aqui escrevendo esse agradecimento, obrigada mãe por ser essa mulher guerreira. Quero agradecer também aos meus amigos que se fazem presentes em minha vida Jéssica, Júlio, Luana e a Bruna pela sua parceria e um agradecimento especial ao meu namorado Leonardo pelo amor, paciência, dedicação, por estar ao meu lado em todos os momentos e por sempre acreditar em mim.

Enfim, agradeço a todas pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para este momento.

“Deixe-me onde a luz está”

John Mayer

## RESUMO

O biocarvão é uma alternativa para produção de mudas devido as suas características favoráveis ao substrato, como: aumento de porosidade, aeração e capacidade de retenção de água. O presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em substratos compostos da mistura solo: biocarvão em diferentes proporções com adição de fontes mineral e orgânica de N. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de seis doses de BC (0, 10, 20, 40, 60 e 100%) e três fontes de N (N orgânico, N mineral e sem N). As fontes orgânica e mineral foram cama de aviário e sulfato de amônio, respectivamente. Considerou-se como tratamento testemunha o substrato comercial Vivatto Slim Plus®. Aos 91 dias foi feito a análise dos parâmetros morfológicos: altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC), massa seca de raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e o índice de qualidade de Dickson (IQD). A maioria das variáveis analisadas foram significativamente influenciadas pela adição de BC no solo, porém a viabilidade do uso de BC como substrato para produção de mudas de maracujazeiro depende da complementação de uma fonte de nitrogênio, sendo a cama de aviário a que melhor se ajustou ao BC produzindo mudas similares às produzidas em substrato comercial.

**Palavras chave:** Maracujazeiro; Índice de Qualidade de Dickson; biocarvão.

## **ABSTRACT**

Biocarbon is an alternative for seedling production due to its substrate-favorable characteristics, such as: porosity increase, aeration and water retention capacity. The objective of the present study was to evaluate the growth of yellow passion fruit seedlings in substrates composed of the soil: biochar in different proportions with addition of mineral and organic N sources. The experiment was conducted in a greenhouse of Embrapa Mandioca and Fruticultura, in Cruz das Almas, BA. The experimental design was completely randomized, in a factorial scheme with four replications. The treatments consisted of six doses of BC (0, 10, 20, 40, 60 and 100%) and three sources of N (organic N, N mineral and without N). The experiment was conducted in a greenhouse of Embrapa Cassava and Fruticultura, in Cruz das Almas, BA. The experimental design was completely randomized, in a factorial scheme with four replications. The treatments consisted of six doses of BC (0, 10, 20, 40, 60 and 100%) and three sources of N (organic N, N mineral and without N). The organic and mineral sources were avian litter and ammonium sulfate, respectively. The commercial substrate Vivatto Slim Plus® was considered as the control treatment. At 91 days the analysis of the morphological parameters: plant height (AP), stem diameter (DC), root dry mass (MSR), dry shoot mass (MSPA), total dry mass Dickson quality index (IQD). Most of the analyzed variables were significantly influenced by the addition of BC in the soil, but the viability of the use of BC as a substrate for the production of passion fruit seedlings depends on the complementation of a nitrogen source, being the aviary bed that best fit the BC producing seedlings similar to those produced under commercial substrate.

**Key words:** Passion fruit; Dickson Quality Score; biochar.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Mistura dos componentes biocarvão, solo e cama de frango na formulação do substrato com fonte orgânica de N (a); adubação de cobertura com solução de sulfato de amônio nos tratamentos associadas a fonte de nitrogênio mineral (b) .....19
- Figura 2** - Médias de altura de planta (A), diâmetro do caule (B), massa seca da parte aérea (C), massa seca de raízes (D), massa seca total (E) e índice de qualidade de Dickson (F) de mudas de maracujazeiro-amarelo em função do uso de substratos compostos pela mistura solo:biocarvão em diferentes proporções e aplicação de fontes mineral e orgânica de nitrogênio.....23

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Análise química do horizonte AB de um Latossolo Amarelo Distrocoeso utilizado como componente de um substrato com diferentes doses de biocarvão e fontes de N na produção de mudas de maracujazeiro..... 19
- Tabela 2** - Códigos e descrição dos substratos compostos pela mistura de um Latossolo Amarelo com diferentes proporções de biocarvão (BC) e fontes de nitrogênio. Cruz das Almas, 2018.....20
- Tabela 3** – Estimativas dos contrastes ortogonais entre tratamentos versus testemunha para as variáveis: altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca foliar (MSF), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) .....26



# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
2.1 Objetivo Geral .....	14
2.2 Objetivos Específicos .....	14
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
3.1 Aspectos Gerais da Cultura .....	15
3.2 Biocarvão.....	16
3.2.1 Origem do Biocarvão.....	16
3.2.2 Aspectos Gerais do Biocarvão na Agricultura .....	16
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
4.1 Preparo do Substrato.....	19
4.2 Delineamento e Instalação do Experimento.....	20
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>27</b>
<b>7 REFERÊNCIAS .....</b>	<b>28</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis*) pertence a família Passifloraceae. Com base nos parâmetros botânicos é classificado como uma planta herbácea, trepadeira, providas de gavinhas e alto vigor vegetativo (JOLY, 2002). Atualmente, no setor agroindustrial, a cadeia produtiva do maracujá destaca-se na área alimentícia, cosmética e medicinal (COSTA et al, 2011).

Segundo Cavalcante et al (2012) o maracujá-amarelo em relação a comercialização, vem sendo propagado via sementes sem substrato padrão no ponto de vista econômico, onde vem motivando pesquisadores como Mesquita et al. (2010) e Silva et al (2010). As mudas dessa frutífera são predominantemente produzidas via sementes, em tubetes, sacos plásticos ou bandejas, completando com variados substratos, como solo ou até mesmo substratos orgânicos. (SIQUEIRA & PEREIRA, 2001).

A produção de mudas em geral, mais especificamente as espécies frutíferas tropicais, são considerados pré-requisitos para o melhoramento de empreendimentos agrícolas. Assim, no decorrer do processo, é necessário a adoção de alguns critérios, principalmente em relação ao substrato com o melhor balanceamento para obtenção mais adequada da nutrição mineral para as mudas (HARTMANN et al, 2002). Baseado nisso, Lima et al (2013) afirmam que a utilização de substratos comerciais é bastante significativa na formação de mudas de alto padrão, contudo, possuem um elevado custo. Por isso, o uso de substratos alternativos é uma opção para amenizar os custos da produção (OLIVEIRA et al 2008). As práticas de reutilização de resíduos agroindustriais é um processo de extrema importância, pois possibilita um significativo retorno de produções em geral. A reciclagem desses materiais que possuem propriedades agricultáveis serve para produção de mudas, atuando como substratos.

O Brasil é responsável por cerca de 38,5% da produção mundial do carvão vegetal, sendo que de toda sua produção anual, 15% é dissipado na forma de finos de carvão (MAIA, 2010). O fino de carvão é um tipo de biocarvão considerado como resíduo do setor industrial, especialmente siderurgias, e atualmente representa um passivo ambiental para algumas dessas empresas (MAIA, 2010). É gerado a partir da classificação dos carvões utilizando peneiras acopladas a vibradores mecânicos (ALVES, 2006). Desta forma, o fino de carvão pode ser considerado um BC bastante promissor para a utilização agrícola (ZANETTI, et al. 2003; ALVES, 2006).

Segundo Petter et al (2012) o biocarvão é uma alternativa para utilização como um componente para produção de mudas, pois possui características favoráveis ao substrato, como: aumento da porosidade, aeração e capacidade de retenção de água (ZANETTI ET AL.2003). Tais características os tornam um excelente condicionante de solo ou substrato para melhoramento da qualidade das mudas. Porém, alguns trabalhos ponderam que somente ele pode não ter uma ação efetiva para a nutrição das mudas. Ribeiro (2016) aponta que é necessário a complementação com outros nutrientes, entre eles o nitrogênio (N), para assim fornecer uma adequada nutrição para as mudas.

Como alternativa de complementação para esse material que proporciona melhorias para as condições físicas do solo, a associação do mesmo com uma fonte de N (mineral ou orgânica) pode acarretar na melhoria das características químicas do substrato, refletindo na produção de mudas de maior qualidade.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar o crescimento de mudas de maracujazeiro amarelo em substratos compostos da mistura solo com biocarvão em diferentes proporções com adição de fontes mineral e orgânica de N.

### **2.2 Objetivos Específicos**

Comparar as fontes de Nitrogênio (N<sub>0</sub>, N mineral e N orgânico) com a diferentes doses de biocarvão;

Verificar as possibilidades do uso das doses do biocarvão com as fontes de N e suas eficiências comparativas ao substrato comercial vivo.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Aspectos Gerais da Cultura

O maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis*) pertence a família Passifloraceae. Com base nos parâmetros botânicos é classificado como uma planta herbácea, trepadeira, providas de gavinhas e alto vigor vegetativo (JOLY, 2002), possui um rápido crescimento, podendo alcançar mais de 10 metros de comprimento, e apresenta uma considerável produção após 6 meses do plantio (MELLETTI, 2000). As folhas possuem formas variadas, simples e alternadas, apresentando brácteas foliáceas desenvolvidas nas gavinhas e base, cujo as mesmas são responsáveis pela fixação da planta; os ramos são trepadores, semiflexíveis onde possuem a função de sustentar flores, frutos, gavinhas e folhas; apresentam flores hermafroditas composta por cinco sépalas, cinco pétalas, com filamentos formando a corona. (MANICA et al., 1997).

O maracujá-amarelo é originário da América Tropical, sendo uma das frutíferas mais cultivadas no Brasil. Destacando-se no mercado mundial nos anos 70 por consequência das favoráveis condições para o seu cultivo e a sua crescente evolução da área destinada ao plantio, onde houve instalação de indústrias para aceitação de fruta in natura e beneficiamento de suco (MATTA, 2005).

Atualmente, no setor agroindustrial, a cadeia produtiva do maracujá destaca-se na área alimentícia, cosmética e medicinal (COSTA et al., 2011). Baseado nisso há uma grande necessidade de garantir uma maior produção dessa cultura em relação aos aspectos: da propagação de sementes, devido a importância para o conhecimento da própria capacidade de conservação e o adequado manejo de germoplasma (OLIVEIRA et al., 1984), fazendo com que as mudas do maracujá sejam mais vigorosas e precoces do que as originadas por enxertia (MALDONADO, 1991), além da utilização dos insumos de baixo custo, como resíduos domésticos e industriais (PRADO e NATALE, 2004).

Segundo estimativas, 60% de uma boa produção de uma determinada cultura está em implantar mudas de qualidade que sejam capazes de proporcionar altos índices de produtividade e frutos de qualidade (RIBEIRO et al., 2005; ZACCHEO et al., 2013). Sobre a propagação por sementes, o substrato tem a função de propiciar melhores condições à germinação e desenvolvimento inicial da muda. Com isso, um bom substrato apresenta condições que proporcionam condições adequadas em relação à germinação e ao desenvolvimento radicular da muda em formação (RAMOS et al., 2002).

A utilização de substratos comerciais tem se mostrado eficiente na formação de mudas de alto padrão, porém, o custo é elevado (LIMA et al., 2013). De acordo com Oliveira et al. (2008), o uso de substratos alternativos é uma opção para diminuir os custos de produção. Entre os produtos alternativos para compor substratos que podem ser viáveis para a produção de mudas de maracuzajeiro está o biocarvão. Este tem sido utilizado como substrato alternativo para a produção de mudas de beterraba (LIMA et al., 2013), eucalipto (PETTER et al., 2012), teca (REZENDE et al., 2016) dentre outras, porém, poucos estudos foram desenvolvidos para frutíferas em geral.

## **3.2 Biocarvão**

### **3.2.1 Origem do biocarvão:**

Há relatos que cerca de 30 mil anos atrás já havia produção de carvão a partir da queima de biomassa em um amontoado de solo (ANTAL JR.; GRONLI, 2003). Normalmente o biocarvão está relacionado aos solos de origem antropogênica, por causa da semelhança com o processo de formação, por meio da decomposição térmica do material vegetal. Porém sabe-se que solos antropogênicos são formados em milhares de anos, fazendo com que tenha uma reposição contínua da matéria orgânica no solo. Alguns pesquisadores fazem ligação do biocarvão com a “Terra preta do índio” que é um solo extremamente fértil, principalmente pela capacidade de troca de cátions devido às altas taxas de reposição de matéria orgânica e nutrientes, como nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio (NOVOTNY et al., 2009).

A “Terra preta do índio” é formada na região Amazônica, através da decomposição de resíduos de plantas e animais. Nesses solos há grandes quantidades de carbono pirogênico, indicando alta e prolongada entrada de matéria orgânica carbonizada. Os materiais carbonizados são provenientes da combustão incompleta de materiais orgânicos, que mantém os altos níveis de matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes da “Terra preta do índio” (GLASER et al., 2001; GLASER et al., 2002).

### **3.2.2 Aspectos Gerais do Biocarvão na Agricultura**

A nomenclatura Biocarvão, ou “*Biochar*” em inglês, é estabelecida mundialmente que para qualquer fonte de biomassa carbonizada para uso no solo que possua como finalidade: sequestrar carbono e aumentar a qualidade agrônômica do solo (MAIA, 2010). O biocarvão é um produto derivado da combustão incompleta provenientes de material orgânico que possui



alto teor de carbono e grande área superficial por causa da porosidade em consequência do processo de queima (MADARI et al., 2009).

A composição química e estrutural do biocarvão é altamente heterogênea, com a exceção do pH, que em sua normalidade é maior que 7. Há propriedades que estão presentes com maior frequência no biocarvão, como o alto teor de C e o grau de aromaticidade, explicando assim o seu alto nível de recalcitrância. Porém a composição química e estrutural do biocarvão depende da combinação da matéria prima com as condições de pirólise. Suas características químicas e físicas, podem ocasionar em uma alteração significativa das propriedades físicas e os processos do solo fazendo com que seja considerado importantes para uso no solo (VERHEIJEN et al., 2009).

Segundo Novotny et. al (2015) há diversos interesses no uso do biocarvão, porém, deve-se destacar o seu potencial de melhoramento de fertilidade dos solos e crescimento de culturas e controle de poluição do solo.

O que confere o potencial do biocarvão como condicionador de solo são constatações sobre os efeitos da sua utilização sobre alguns atributos físicos, químicos e biológicos do solo fundamentais para a sua funcionalidade, tais como redução da densidade, aumento de porosidade, retenção de água, formação de agregados e aumento da atividade microbiana (BARROS et al., 2017; LIMA et al., 2013; MEDEIROS et al., 2008)

O biocarvão é um produto proveniente do processo de pirólise, onde a biomassa vegetal com alto teor de carbono é decomposta em atmosfera com ausência completa ou parcial de oxigênio, com temperatura que pode variar de 350 a 700 °C (LEHMANN, 2009). Esse processo gera três produtos: 1) bio-óleo (líquido); 2) biocarvão (sólido) e 3) um produto gasoso não condensável, contendo monóxido de carbono, dióxido de carbono, hidrogênio, metano e outros hidrocarboneto (MCCARL et al., 2009). As proporções destes produtos dependem do tipo do tempo e da temperatura de pirólise adotada, além das características da biomassa utilizada (Lehmann et al., 2006; Brown, 2009; Ghani et al., 2013). Assim, as características do biocarvão dependem da matéria prima usada e do método de processamento a que foi submetido a biomassa inicial (BRICK & LYUTSE, 2010).

O rendimento de processo de pirólise pode passar por variações de 12 a 35%, dependendo do reator utilizado e do processo que o mesmo produz, podendo ser pirólise lenta ou rápida (BRIDGWATER, 1991). A pirólise rápida é um tipo de conversão térmica da biomassa em energia, onde são utilizadas altas temperaturas em um ambiente inerte (LABEGALINI, 2013). Chhiti e Kemiha (2013) afirmam que o processo de pirólise rápida a baixas temperaturas pode chegar a uma média de rendimento que varia de 60 a 75 % de bio-

óleo, 15 a 25 % de biocarvão e 10 a 20 % de gases não condensáveis. Já a pirólise lenta (podendo ser designada por carbonização) utiliza baixas taxas aquecimento (menores que 2°C/s), baixas temperaturas (menores que 500°C) e tempos de residência da elevação dos produtos, maximizando assim a produção dos resíduos sólidos, como o biocarvão (VARDON et al, 2012).

O N possui função estrutural na planta, tem como essencialidade o crescimento vegetativo, pois causa estímulos para o desenvolvimento das gemas floríferas e frutíferas, além de aumentar a produção de fotoassimilados e conseqüentemente a produção (Bhella & Wilcox, 1986). Pesquisas demonstram respostas positivas à aplicação de fertilizantes nitrogenados em relação a qualidade dos frutos, influenciando na cor da casca, no tamanho e na quantidade das frutas (LEAL et al., 2007).

A cama de aviário é um material rico em N, geralmente apresenta na sua mistura a maravalha, que é utilizada para fazer uma espécie de cama para as aves. Esta se decompõe com o processo de fermentação gerado pelo alto teor de N (AGNOL, 2013).

Existem relatos na literatura que apontam crescimento significativo de mudas de maracujazeiro-amarelo com a utilização de até 40% de cama de aviário misturado com solo (PEIXOTO et al., 1999; DAVID et al., 2008). Segundo Agnol (2013) os principais benefícios provenientes do uso da cama de aviário é o fornecimento de nutrientes como N, Ca, P, Mg.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em Casa de Vegetação na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, BA (12°40'19" S, 39°06'22" W, altitude de 220 m). De acordo com a classificação de Koppen o clima da região é do tipo BSA com precipitação média anual de 1.200 mm, temperatura média de 24°C e umidade relativa do ar média anual de 80%.

### **4.1. Preparo do substrato**

Para compor os substratos utilizou-se o horizonte AB de um Latossolo Amarelo Distrocoeso (LAd1), localizado na Área 2 do Setor de Campos Experimentais da Embrapa Mandioca e Fruticultura, na profundidade de 0,15 a 0,35 m de textura argila arenosa. O solo foi beneficiado em peneira de 2,0 mm e seco ao ar (TFSA). A análise química do solo encontra-se na Tabela 1. O biocarvão foi obtido da FERBASA – Cia de Ferro e Ligas da Bahia, onde o

carvão é separado por peneiras de 8 mm, sendo os menores do que 8 mm descartados como “fino de carvão”, considerados inadequados para entrar nos fornos siderúrgicos.

**Tabela 1:** Análise química do horizonte AB de um Latossolo Amarelo Distrocoeso utilizado como componente de um substrato com diferentes doses de biocarvão e fontes de N na produção de mudas de maracujazeiro.

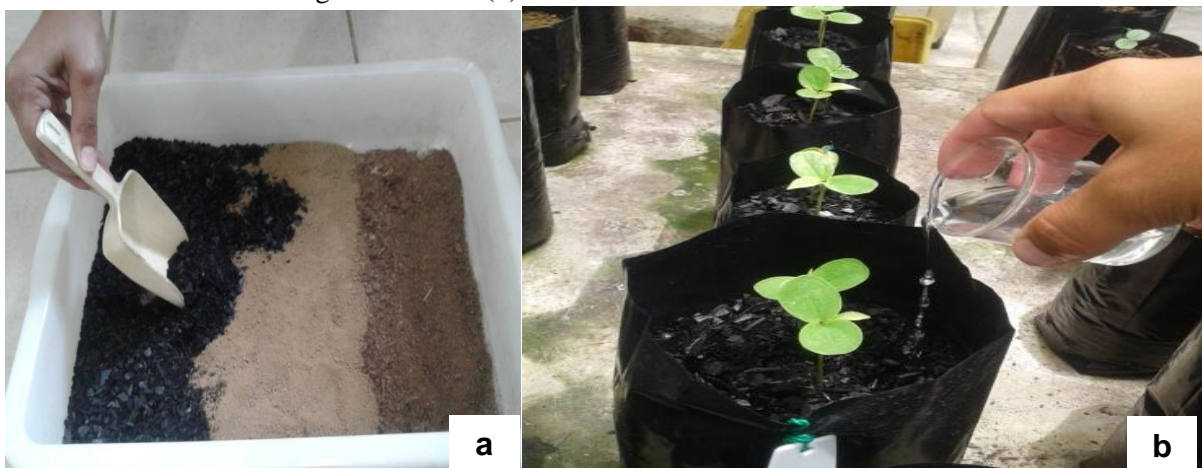
											MO
pH	P	K	Ca	Mg	Al	Na	H+Al	SB	CTC	V	
H <sub>2</sub> O	mg/dm <sup>3</sup>	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	g/kg
4,9	1	0,09	0,50	0,29	1,3	0,03	3,63	0,91	5,54	20	13,0

Fonte: A Autora, 2018.

Antes da formulação dos substratos, o solo teve acidez corrigida com a aplicação de calcário dolomítico de forma a aumentar o valor da saturação por bases para 70%, aplicando-se dose na proporção de 2,26 ton por hectare. Trinta dias após calagem, foram realizadas as misturas solo: biocarvão acrescentando ao solo as doses: 0, 10, 20, 40, 60 e 100% de biocarvão em base de volume, para cada fonte de nitrogênio utilizada.

Para os tratamentos com fonte orgânica de N considerou-se a a adição de cama de aviário na proporção 2:1 (substrato: cama de aviário) em base de volume (**Figura 1**). Para os tratamentos com fonte mineral de N, foram acrescentados 100 ml da solução de sulfato de amônio ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) a 2% como adubação de cobertura aos 30 e 44 dias após semeadura.

**Figura 1.** Mistura dos componentes biocarvão, solo e cama de frango na formulação do substrato com fonte orgânica de N (a); adubação de cobertura com solução de sulfato de amônio nos tratamentos associadas a fonte de nitrogênio mineral (b).



Fonte: Odeane Viriato, pesquisa de campo, 2018.

As misturas foram reservadas em sacos de nylon e considerado um tempo de incubação de 20 dias de modo a oferecer uma melhor interação entre os componentes misturados.

#### 4.2 Delineamento e instalação do experimento

O experimento foi organizado em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial  $6 \times 3 + 1$ , com quatro repetições, sendo: seis níveis de biocarvão, três níveis de nitrogênio e uma testemunha utilizando o substrato comercial Vivatto Slim Plus® (Technes). As descrições dos tratamentos estão apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2.** Códigos e descrição dos substratos compostos pela mistura de um Latossolo Amarelo com diferentes proporções de biocarvão (BC) e fontes de nitrogênio. Cruz das Almas, 2018

Tratamentos	Descrição
Testemunha	Substrato comercial Vivatto Slim Plus®
T1	Solo + 0% de BC sem adição de N
T2	Solo + 10% de BC sem adição de N
T3	Solo + 20% de BC sem adição de N
T4	Solo + 40% de BC sem adição de N
T5	Solo + 60% de BC sem adição de N
T6	100% de BC sem adição de N
T7	Solo + 0% de BC com adição de N mineral
T8	Solo + 10% de BC com adição de N mineral
T9	Solo + 20% de BC com adição de N mineral
T10	Solo + 40% de BC com adição de N mineral
T11	Solo + 60% de BC com adição de N mineral
T12	100% de BC com adição de N mineral
T13	Solo + 0% de BC com adição de N orgânico
T14	Solo + 10% de BC com adição de N orgânico
T15	Solo + 20% de BC com adição de N orgânico
T16	Solo + 40% de BC com adição de N orgânico
T17	Solo + 60% de BC com adição de N orgânico
T18	100% de BC com adição de N orgânico

As sementes para produção das mudas do maracujazeiro-amarelo azedo (*Passiflora edulis*) (BGP 418) ou foram obtidas do do Banco Ativo de Germoplasma de Maracujazeiro da Embrapa Mandioca e Fruticultura. O início do Experimento foi em 20/09/2017 com a realização da sementeira, sendo feita em sacos de polietileno preto com dimensões de 2,5 cm de altura e 12 cm de diâmetro com capacidade de 2 litros de substrato, utilizando-se duas sementes por saco.

Após a emergência e estabelecimento das plântulas foi realizado o desbaste, permanecendo nos sacos apenas uma planta. As mudas foram molhadas periodicamente de acordo com a necessidade, feito o controle manual das plantas espontâneas. A adubação de cobertura para os tratamentos com fonte mineral de nitrogênio foi realizada aos 30 e 44 dias após sementeira.

Baseado no período que é preestabelecido como necessário para produção de mudas do maracujazeiro em viveiros comerciais foi feita avaliação das mudas no dia 11/12/2017, 90 dias após a sementeira. As variáveis analisadas foram: altura da planta (AP), massa seca da parte aérea (MSPA, massa seca de raiz (MSR), e massa seca total da planta (MST) e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) Em seguida, houve separação da parte aérea e raiz, sendo que a parte aérea passou por uma estufa de secagem com circulação forçada de ar a  $65^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , até peso constante para determinação da massa seca.

As raízes passaram pelo processo de lavagem em peneiras com abertura de 2,0 mm recebendo um fluxo suave de água com o intuito de ocorrer a separação das raízes com o substrato. Logo após foram parcialmente secas sobre bancada exposta a temperatura ambiente, as mesmas foram pesadas. Baseado nas análises realizadas obteve-se o índice de qualidade de Dickson (IQD) (Dickson et al., 1960), que inclui relações entre os parâmetros morfológicos da planta, podendo ser utilizado como indicador da qualidade de mudas (Saraiva et al., 2014). O IQD foi obtido pela fórmula:

$$\text{IQD} = \frac{\text{MST}}{\left(\frac{\text{AP}}{\text{DC}} + \frac{\text{MSPA}}{\text{MSR}}\right)}$$

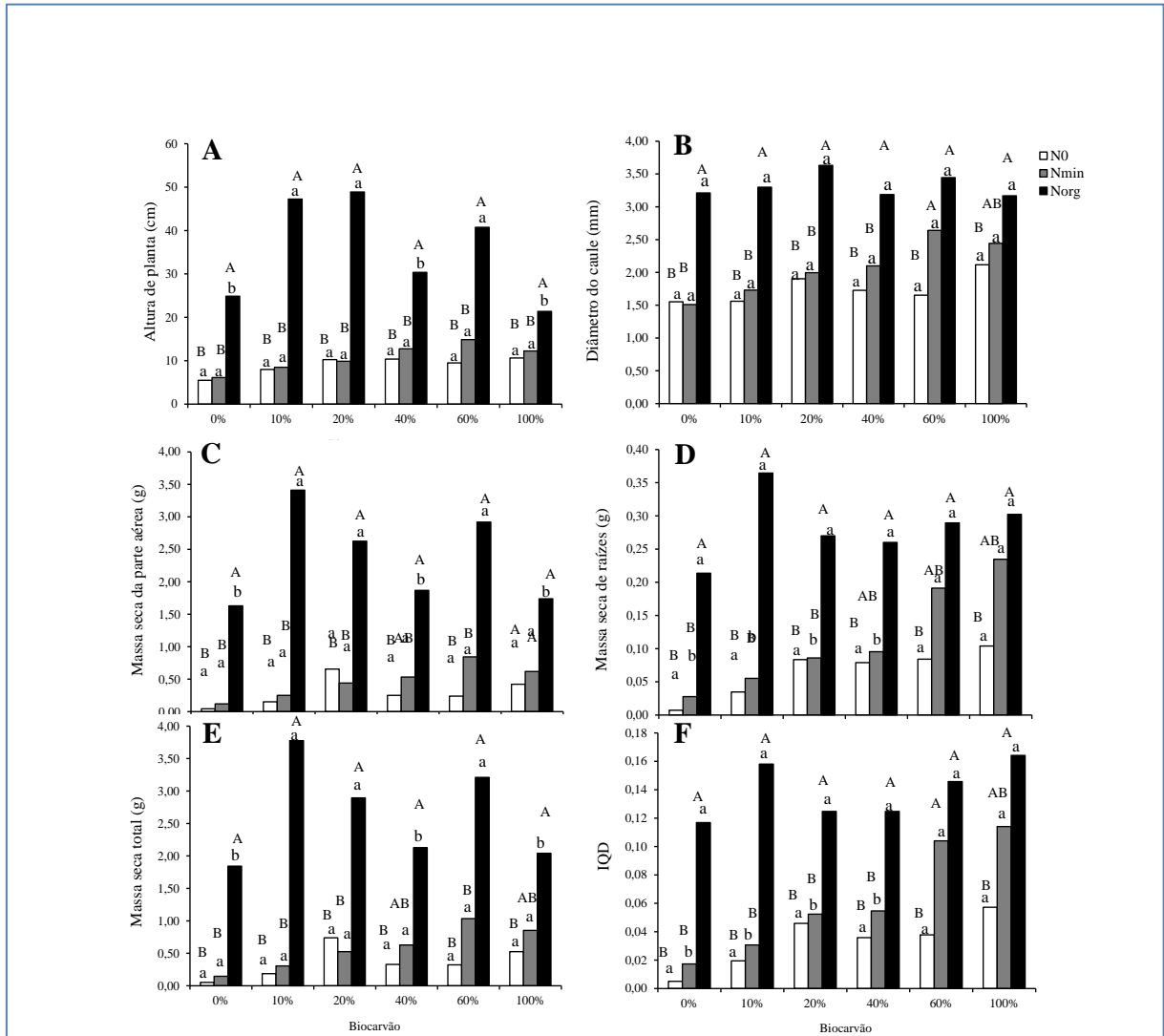
Onde: MST é a massa seca total (g); AP a altura da planta (cm); DC o diâmetro do colo (mm); MSPA a massa seca da parte aérea (g) e MSR a massa seca da raiz (g).

Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa estatístico computacional Sisvar (REF). Quando o valor de F da interação dose de biocarvão versus fonte de N foi significativo, aplicou-se teste de regressão para os níveis de biocarvão dentro de cada fonte de N, e o teste Tukey à 5 e 1% de probabilidade para avaliar o desdobramento de fontes de N dentro de cada nível de biocarvão. Não havendo ajuste de um modelo de regressão significativo para os níveis de biocarvão, foi aplicado o teste de Scott-Knott a 5% para este desdobramento. As médias de cada tratamento foram comparadas com a média da testemunha por meio de contrastes ortogonais, aplicando o teste t de Dunnett a 5% de probabilidade.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável altura de planta, não houve efeito significativo da adição de biocarvão nos substratos quando utilizadas as fontes N0 e Nmin (**Figura 2A**). Entretanto, quando houve aplicação da cama de aviário (Norg) as proporções 10, 20 e 60% de biocarvão apresentaram maiores valores de altura de planta em relação às demais. Avaliando o efeito das fontes de N, observou-se que para todas as proporções de biocarvão avaliadas, mudas que receberam o tratamento com Norg apresentaram maiores alturas (**Figura 2A**). Estes resultados demonstram que somente adubação mineral como fonte de N não é capaz de influenciar positivamente na altura das mudas de maracujazeiro, e que a interação do biocarvão com uma fonte orgânica parece ser a melhor opção para gerar mudas de maior tamanho.

**Figura 2.** Médias de altura de planta (A), diâmetro do caule (B), massa seca da parte aérea (C), massa seca de raízes (D), massa seca total (E) e índice de qualidade de Dickson (F) de mudas de maracujazeiro-amarelo em função do uso de substratos compostos pela mistura solo:biocarvão em diferentes proporções e aplicação de fontes mineral e orgânica de nitrogênio.



Fonte: Odeane Viriato, pesquisa de campo, 2018.

Assim como para a variável altura de planta, não verificou-se efeito significativo do biocarvão no diâmetro do caule das mudas de maracujazeiro independente da fonte de N adicionada (**Figura 2B**). Para as proporções de biocarvão até 40% a adição da fonte Norg promoveu mudas com maior diâmetro do caule em relação às fontes N0 e Nmin. Nas proporções 60 e 100% de biocarvão os valores de diâmetro do caule foram semelhantes entre as fontes Nmin e Norg.

Lima et al. (2016) afirmam que a adição isolada de fontes minerais de N e P implicam negativamente na qualidade da muda causando o estiolamento. A associação do biocarvão, por sua vez, melhora as relações alométricas das plantas formando mudas de melhor qualidade.

Diferente do presente trabalho, Boechat et al. (2010) observaram que o aumento da dose de biocarvão em substratos para produção de mudas de maracujazeiro levou ao aumento do diâmetro do caule, especialmente na proporção de 50%.

A massa seca da parte aérea (MSPA) variou de 0,04 a 3,41 g planta<sup>-1</sup> (**Figura 2C**). Não houve efeito significativo da adição de biocarvão para os diferentes substratos utilizando as fontes N0 e Nmin. Entretanto, similar ao padrão verificado para a variável altura de planta (**Figura 2A**), maiores valores de MSPA no tratamento utilizando fonte Norg ocorreram nas proporções 10, 20 e 60% de biocarvão (**Figura 2C**). Assim como para as demais variáveis, mudas que receberam a adição de fonte orgânica de N apresentaram maiores valores de MSPA em todas as proporções de biocarvão em relação às fontes N0 e Nmin, com exceção do tratamento 100% de biocarvão. Este resultado indica que o uso combinado do biocarvão com um componente orgânico resulta em mudas de maior vigor, verificado pelo maiores valores de altura de planta, diâmetro do caule e MSPA em relação às mudas que utilizaram somente uma fonte mineral de N ou àquelas tratadas somente com biocarvão.

Novotny et al. (2009) afirmam que, mesmo sendo um material inerte, o biocarvão possui uma estrutura que apresenta sítios com capacidade de troca iônica, que podem contribuir para o aumento da capacidade de troca catiônica dos substratos, e com isso, proporcionar maior disponibilidade de nutrientes para as plantas. Souza et al. (2006) observaram que o substrato produzido com biocarvão associado a cama de aviário no cultivo de crajiru (*Arrabidaea chica* Verlot) pode substituir o substrato comercial Plantmax® por apresentar medias semelhantes para MSPA, além do baixo custo em relação aos substrato comerciais.

Os valores de massa seca de raízes (MSR) variaram de 0,01 a 0,36 g planta<sup>-1</sup> (**Figura 2D**). Não houve efeito significativo da adição de biocarvão nos tratamentos utilizando as fontes N0 e Norg para esta variável. Para os substratos que receberam a fonte Nmin houve aumento significativo da MSR nas proporções 60 e 100% de biocarvão.

A massa seca total das mudas variou de 0,05 a 3,78 g planta<sup>-1</sup> (**Figura 3E**). Assim como ocorreu para a MSPA, não houve efeito significativo do biocarvão sobre a a massa seca total das mudas nos tratamentos que utilizaram as fontes N0 e Nmin. Já para a fonte Norg, as proporções 10, 20 e 60% de biocarvão foram as que apresentaram maior peso total da matéria seca, corroborando com os resultados anteriores. De modo geral, mudas que receberam o tratamento com cama de aviário apresentaram maior massa seca total em relação aos tratamentos No e Nmin em praticamente todas as proporções de biocarvão (**Figura 2E**). A massa seca total é usada para expressar a produtividade da planta (PEIXOTO et al. 2011). Os resultados do presente estudo indicam que a interação do biocarvão com uma fonte orgânica de



N, pode formar um substrato que proporcione mudas de qualidade similares ou superiores aos substratos comerciais. Segundo Zanetti et al. (2003), quando misturado ao solo, o biocarvão contribui para o aumento da porosidade, aeração, capacidade de retenção de água, entre outros benefícios, que podem estar associados com os resultados obtidos.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) é utilizado como indicador de qualidade de mudas, por adicionar em seu cálculo relações entre os parâmetros morfométricos, tais como: altura da planta, massa seca da parte aérea e raízes, diâmetro do caule entre outros, pressupondo o favorecimento da sobrevivência das mudas em condições de campo (SARAIVA et al., 2014).

Não houve efeito significativo da adição de biocarvão sobre o IQD para os tratamentos que utilizaram as fontes N0 e Norg (**Figura 2F**). Já para os substratos que utilizaram fonte mineral de N, houve incremento significativo do IQD quando as proporções de biocarvão nos substratos aumentaram para 60 e 100%. Nas proporções de 0 a 40 % de biocarvão o aumento do IQD não foi significativo. Avaliando o efeito das fontes de N, observou-se que nos substratos que possuíram até 40% de biocarvão as mudas que receberam aplicação de cama de aviário apresentaram maiores IQD quando comparada àquelas que receberam N mineral ou nenhum aporte de N (**Figura 2F**). Nas proporções 60 e 100 % de biocarvão, o IQD das mudas foram semelhantes entre as fontes Nmin e Norg. Estes resultados sugerem que a associação do biocarvão com uma fonte orgânica aumenta substancialmente a qualidade da muda, apontando que o uso isolado do biocarvão como substrato não deve ser indicado. Utilizar uma fonte mineral de N só produziu aumento na qualidade da muda quando a proporção de biocarvão no substrato foi igual ou superior à 60%. Lima et al. (2016), avaliando a qualidade de mudas de angico a partir de doses crescentes de biocarvão, observaram que a associação do biocarvão com uma fonte N mineral mostrou o aumento do IQD com níveis de biocarvão acima de 25%.

A tabela 3 apresenta as comparações de médias dos substratos em relação às médias da testemunha que utilizou o substrato comercial Vivatto®. Para praticamente todas as variáveis analisadas, independente da proporção de biocarvão, substratos que utilizaram a fonte mineral de N (Nmin) ou que não adicionaram N (N0) não superaram as médias apresentadas pelas mudas desenvolvidas no substrato comercial.

**Tabela 3.** Estimativas dos contrastes ortogonais entre tratamentos versus testemunha para as variáveis: altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca foliar (MSF), massa seca de raiz (MSR), massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD)

Contraste	Tratamentos	AP (cm)	DC (mm)	MSPA (g)	MSF (g)	MSR (g)	MST (g)	IQD
1	0% BC + N0	-60,4**	-2,4**	-3,9**	-2,4**	-0,4**	-4,2**	-0,16**
2	10% BC + N0	-57,9**	-2,4**	-3,8**	-2,3**	-0,4**	-4,1**	-0,15**
3	20% BC + N0	-55,6**	-2,0**	-3,2**	-2,2**	-0,3**	-3,5**	-0,12**
4	40% BC + N0	-55,6**	-2,0**	-3,2**	-2,3**	-0,3**	-4,0**	-0,13**
5	60% BC + N0	-56,4**	-2,3**	-3,7**	-2,3**	-0,3**	-4,0**	-0,13**
6	100% BC + N0	-55,2**	-1,8**	-3,4**	-2,3**	-0,3**	-3,8**	-0,10**
7	0% BC + Nmin	-59,7**	-2,4**	-3,8**	-2,4**	-0,4**	-4,1**	-0,15**
8	10% BC + Nmin	-57,4**	-2,2**	-3,7**	-2,2**	-0,4**	-4,0**	-0,13**
9	20% BC + Nmin	-56,0**	-1,9**	-3,4**	-2,1**	-0,4**	-3,8**	-0,11**
10	40% BC + Nmin	-53,1**	-1,8**	-3,3**	-2,0**	-0,3**	-3,7**	-0,11**
11	60% BC + Nmin	-51,0**	-1,3**	-3,0**	-0,4 <sup>ns</sup>	-0,2**	-3,2**	-0,06*
12	100% BC + Nmin	-53,6**	-1,5**	-3,2**	-2,0**	-0,2*	-3,4**	-0,05 <sup>ns</sup>
13	0% BC + Norg	-41,0**	-0,7 <sup>ns</sup>	-2,2**	-1,1**	-0,2**	-2,4**	0,04 <sup>ns</sup>
14	10% BC + Norg	-18,6*	-0,6 <sup>ns</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	-0,1 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	-0,5 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>
15	20% BC + Norg	-17,0*	-0,3 <sup>ns</sup>	-1,3 <sup>ns</sup>	-0,7 <sup>ns</sup>	-0,1 <sup>ns</sup>	-1,4*	0,04 <sup>ns</sup>
16	40% BC + Norg	-35,5**	0,7 <sup>ns</sup>	-2,0**	-1,1**	-0,1*	-2,1**	0,04 <sup>ns</sup>
17	60% BC + Norg	-25,1*	-0,6 <sup>ns</sup>	-0,9 <sup>ns</sup>	-0,4 <sup>ns</sup>	-0,1 <sup>ns</sup>	-1,0**	0,02 <sup>ns</sup>
18	100% BC + Norg	-44,5**	-0,8 <sup>ns</sup>	-2,1**	-1,1**	-0,1 <sup>ns</sup>	-2,3**	0,05 <sup>ns</sup>

Fonte: Odeane Viriato, pesquisa de campo, 2018.

Legenda - N0, Nmin e Norg representam os tratamentos sem adição de N, com adição de N mineral (sulfato de amônio) e com adição de N orgânico (cama de aviário), respectivamente. Testemunha utilizando substrato comercial VivattoSlim Plus®. ns, \*, \*\*: não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste t de Dunnett, respectivamente.

Nos substratos onde foi adicionada a cama de aviário como fonte orgânica de N (contrastes 13 ao 18), observaram-se que para muitas variáveis, com exceção da altura de planta, não houve diferença significativa quando comparadas à média da testemunha. Estes resultados sugerem que a combinação do biocarvão com a cama de aviário é capaz de produzir mudas com a qualidade tão boa quanto àquelas produzidas com o substrato comercial. Destaca-se o substrato que utilizou 10 % de biocarvão na sua composição com adição da fonte orgânica de N (Tabela 3, contraste 14). Este tratamento não diferiu do tratamento testemunha em praticamente todas as variáveis analisadas, com exceção da altura de planta. Análise similar pode ser feita em relação às doses 20 e 60 % de biocarvão (Tabela 3, contrastes 15 e 17). Avaliando o IQD, observou-se que para todos os substratos que utilizaram a cama de aviário na sua composição não diferiram significativamente do substrato comercial, indicando que a

formulação de um substrato à base de solo, biocarvão e cama de aviário poderá gerar mudas de igual qualidade à produzida com o produto comercial.

## **6 CONCLUSÕES**

O uso do biocarvão do tipo ‘fino de carvão’ para compor substratos para produção de mudas de qualidade de maracujazeiro-amarelo é viabilizado somente se associado à adição de cama de aviário na proporção de 2:1 (substrato : fonte orgânica, v/v).

Substratos compostos com a mistura de solo e biocarvão nas proporções de 10, 20 e 60 %, com adição de cama de aviário, são os tratamentos mais recomendados para a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo de qualidade similar ao substrato Vivatto Slim plus®.

## **7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGNOL, S. **Esterco de galinha e seus benefícios**. Disponível em: <<http://ruralatual.blogspot.com.br/2013/08/esterco-de-galinha-seus-beneficios.html>>. Acesso em :05 julho. 2018.

ALVES, M. **Impactos da utilização de fino de carvão e estrato pirolenhoso na agricultura**. 2006. 43 pag. Dissertação de metrado em Agronomia (produção vegetal). Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal. São Paulo, 2006.

ANTAL JR, M. J; GRONLI, M. **The art, science, and technology of charcoal production**. Industrial & Engineering Chemistry Research. v. 42, p. 1619-1640, 2003.

BARROS, D. L.; REZENDE, F. A.; CAMPOS, A. T.; MAIA, C. M. B. F. **Biochar of Sawdust Origin in Passion Fruit Seedling Production**. Revista Journal of Agricultural Science. Vol. 9, nº 5. 2017.

BHELLA, M.; WILCOX, G.E. **Yield and composition of muskmelon as influenced by preplant and trickle applied nitrogen**. Hort Science, v.21, p.86-88, 1986.

Boechat, C.L., A.M. Teixeira, A.S.V. Costa & A.P.S.B. Souza. 2010. **Influência de substratos associados à adubação mineral sobre o crescimento inicial de duas cultivares de maracujazeiro-amarelo**. Revista Caatinga 23:19-25.

Bridgwater, A. V. (1991). **Review of Thermochemical Biomass Conversion**. Report B 202, Energy Technology Support Unit (UK).

BRICK, S. & LYUTSE, S. **Biochar: Assessing the promise and risks to guide**. US policy. Natural Resources Defense Council, 2010.

BROWN, R. **Biochar production technology. Biochar for environmental management: Science and Technology**, 127-146, 2009.

CAVALCANTE, Lucena et al. **Biochar no substrato para produção de mudas de maracujazeiro amarelo**. Revista de La Facultad de Agronomía, La Plata, v. 111, n. 1, p.41-47, 13 ago. 2012.

CHHITI, Y.; KEMIHA, M., Thermal. **Conversion of Biomass, Pyrolysis and Gasification: A Review**. 2013. The International Journal of Engineering And Science, v. 2, n.3 p. 75-85.

DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. **Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries**. Forestry Chronicle, v.36, p.10-13, 1960.

GHANI, W.A.W.A.K.; MOHD, A.; da SILVA, G.; BACHMANN, R.T.; TAUFIQ-YAP, Y.H.; RASHID, U. & AL-MUHTASEB, A.A.H. **Biochar production from waste rubberwood-sawdust and its potential use in C sequestration: Chemical and physical characterization**. Industrial Crops and Products, 44: 18-24, 2013.

GHANI, W.A.W.A.K.; MOHD, A.; da SILVA, G.; BACHMANN, R.T.; TAUFIQ-YAP, Y.H.; RASHID, U. & AL-MUHTASEB, A.A.H. **Biochar production from waste rubberwood-**

sawdust and its potential use in C sequestration: Chemical and physical characterization. *Industrial Crops and Products*, 44: 18-24, 2013.

GLASER, B.; LEHMANN, J.; ZECH, W. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – a review, *Biology and Fertility of Soils*, v. 35, p. 219–230, 2002.

LABEGALINI, André. **Obtenção do biochar a partir da pirólise rápida da torta de pinhão-manso: uso como adsorvente e suporte**. 2013. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroquímica, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

LEAL, Renata Moreira et al. Adubação nitrogenada na implantação e na formação de pomares de caramboleira. **Pesq. Agropec. Bras**, Brasília, v. 42, n. 8, p.1111-1119, ago. 2007.

LEHMANN, J.; GAUNT, J. & RONDON, M. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems—a review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 11: 395- 419, 2006.

LEHMANN, J., LIANG, B.Q., SOLOMON, D., LEROTIC, M, LUIZÃO, F., KINYANGI, J., SCHAFER, T., WIRICK, S., JACOBSEN, C. (2005). Near-edge X-ray absorption fine structure (NEXAFS) spectroscopy for mapping nano-scale distribution of organic carbon forms in soil: Application to black carbon particles. **Global Biogeochem. Cycles** 19:1-12.

LIMA, S. L.; TAMIOZZO, S.; PETTER, F. A.; MARIMON, B. S.; MARIMON JUNIOR, B. H. **Desenvolvimento de mudas de beterraba em substratos comerciais tratados com biochar**. *Revista Agrotópica*, v.25, n.3. p. 181-186. 2013.

LIMA, Stefany Lorryny et al. Biochar no manejo de nitrogênio e fósforo para a produção de mudas de angico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 51, n. 2, p.120-131, fev. 2016.

MCCARL, B. A., PEACOCKE, C.; CHRISMAN, R.; KUNG, C.; SANDS, R. D. Economics of biochar production, utilisation and gas offsets In: LEHMANN, J.; JOSEPH, S. (Eds). *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. London: Earthscan, 2009. p. 341-356.

MADARI, B.E. et al. **Matéria orgânica dos solos antrópicos da Amazônia (Terra Preta de Índio): suas características e papel na sustentabilidade da fertilidade do solo**. In: TEIXEIRA, W.G. et al. **As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas**. Manaus: EMBRAPA Amazônia Ocidental, p.174-187, 2009.

MALDONADO, J. F. M. **Utilização de porta-enxertos do gênero Passiflora para maracujazeiro amarelo (Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.)** *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.13, n.2, Cruz das Almas, 1991, p.51-54.

MANICA, I. **Maracujazeiro: taxonomia, anatomia, morfologia**. In: **Manica, I (Ed.). Maracujá: temas selecionados (1):melhoramento, morte prematura, polinização, taxonomia**. Editora: Cinco Continentes, Porto Alegre-RS, p.7-21.1997.

MATTA, F.P. **Mapeamento de QLR para *Xanthomonas axonopodispv. passifloraeem maracujá azedo*(*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*).**230f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2005.

MEDEIROS, D. C.; FREITAS, K. C. S.; VERAS, F. S.; ANJOS, R. S. B.; BORGES, R. D.; CAVALCANTE NETO, J. G.; NUNES, G. H. S.; FERREIRA, H. A. Qualidade de mudas de alface em função de substratos com e sem biofertilizante. **Revista Horticultura Brasileira.** v.26, n.2, p. 186-189, 2008.

MELETTI, L. M. M.; SOARES, S. M. D.; BERNACCI, L. C.; AZEVEDO, F. J. A. **Desempenho das cultivares IAC-273 e IAC-277 de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa Deg.*) em pomares comerciais.** In: REUNIÃO TÉCNICA DE PESQUISA EM MARACUJAZEIRO, 3., 2002, Viçosa. Anais... Viçosa: UFLA, 2002. p. 196-197.

NOVOTNY, E.; HAYES, M. H. B.; MADARI, B. E.; BONAGAMBA, T. J.; AZEVEDO, E. R. de; SOUZA, A. A. de; SONG, G.; NOGUEIRA, C. M.; MANGRICH, A. S. **Lessons from the Terra Preta de Índios of the Amazon Region for the utilization of charcoal for soil amendment.** Journal of the Brazilian Chemical Society, v. 20, n. 6, p. 1003-1010, 2009.

NOVOTNY, E.H. et al. **Biochar: pyrogenic carbon for agricultural use –a critical review.** R. Bras. Ci. Solo, 39:321-344, 2015.

OLIVEIRA, A. B.; HERNANDEZ, F. F. F.; ASSIS JÚNIOR, R. N. Pó de coco verde, uma alternativa de substrato na produção de mudas de berinjela. **Rev. Cien. Agron.,** Fortaleza, v. 39, n.01, p. 39-44, 2008.

PEIXOTO, J.R. et al. Adubação orgânica e fosfatada no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deneger*). **Revista Brasileira de Fruticultura,** Cruz das Almas, v.21, n.1, p. 49-51, 1999.

PEIXOTO, C. P.; CRUZ, T. V.; PEIXOTO, M. F. S. P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: conceitos e prática. **Revista Enciclopédia Biosfera -** Goiânia, vol. 7, N. 13, 2011

PETTER, F. A.; MADARI, B. E. **Biochar: Agronomic and environmental potential in Brazilian savannah soils.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 16, n. 7, p. 761-768, 2012.

PRADO, R. de M.; NATALE, W. **Efeito da aplicação da escória de siderurgia ferrocromo no solo, no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro.** Revista Brasileira de Fruticultura, v.26, n.1, Jaboticabal, 2004, p.140-144.

RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; RUFINI, J. C. M. **Produção de mudas de plantas frutíferas por semente.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 23, n. 216, p. 64-72, 2002.

REZENDE, F. A.; SANTOS, V. A. H. F.; MAIA, C. M. B. F.; MORALES, M.M. Biochar in substrate composition for production of teak seedlings. Revista **Pesq. Agropec. Bras.** Brasília, v.51, n.9, p.1449-1456, 2016.

- RIBEIRO, P. H. **Uso de finos de carvão e esterco de galinha em solo cultivado com milho e na produção de mudas de café.** Tese. Centro de Ciências Agrárias Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, ES, Brasil. 2016. 71 f.: il.
- RIBEIRO, M. C. C.; MORAIS, M. J. A.; SOUSA, A. H.; LINHARES, P. C. F.; BARROS JÚNIOR, A. P. **Produção de mudas de maracujá-amarelo com diferentes substratos e recipientes.** *Revista Caatinga*. Mossoró, v.18, n.3, p.155-158, jul./set. 2005.
- SARAIVA, G. F. R.; SOUZA, G. N.; RODRIGUES, J. D. Aclimação e fisiologia de mudas de guarandi cultivadas em telas de sombreamento foto-protetoras. *Colloquium Agrarie*. V. 10, n. 2, p.1-10, 2014.
- SOUZA, G. K. A.; TEIXEIRA, W. G.; REIS, R. A.; CHAVES, F. C. M.; XAVIER, J. J. B. N. Growth of cajuru (*Arrabidaea chica* Verlot.) on different growing media. **Revista Brasileira de Plantas Medicinai**s, Botucatu, v. 8, n. esp., p. 62-65, 2006.
- VARDON, D.R. et al. Thermochemical conversion of raw and defatted algal biomass via hydrothermal liquefaction and slow pyrolysis **Bioresource Technology**, Essex, v. 109, p. 178-187, Apr. 2012.
- VERHEIJEN, F. G. A.; JEFFERY, S.; BASTOS, A. C.; VAN DER VELDE, M.; DIAFAS, I. **Biochar Application to Soils -A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions.** Luxembourg: EUR 24099 EN, Office for the Official Publications of the European Communities, 2009. 149p.
- ZACCHEO, P. V. C.; AGUIAR, R. S.; STENZEL, N. M. C.; NEVES, C. S. V. J. Tamanho de recipiente e tempo de formação de mudas no desenvolvimento e produção de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.2, p. 603-607, 2013.
- ZANETTI, M.; CAZETTA, J. O.; MATTOS JÚNIOR, D.; CARVALHO, S. A. **Uso de subprodutos de carvão vegetal na formação do porta-enxerto limoeiro ‘cravo’ em ambiente protegido.** *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 508- 512, 2003.





