



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CAMPUS II – AREIA - PB  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**TAYNNE RAYANE SOBRINHO COSTA**

**POSSIBILIDADE DE CARBONIZAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA-DE-  
AÇÚCAR PARA USO COMO SUBSTRATO DE PLANTAS**

**Areia  
2020**

**TAYNNE RAYANE SOBRINHO COSTA**

**POSSIBILIDADE DE CARBONIZAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA-DE-  
AÇÚCAR PARA USO COMO SUBSTRATO DE PLANTAS**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado à Coordenação de Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

**Orientador (a):** Prof. Dr<sup>a</sup>. Núbia Pereira da Costa Luna

**Areia  
2020**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

C838p Costa, Tayne Rayane Sobrinho.

Possibilidade de carbonização do bagaço da  
cana-de-açúcar para uso como substrato de plantas /  
Tayne Rayane Sobrinho Costa. - Areia, 2020.

23 f. : il.

Orientação: Núbia Pereira da Costa Luna Luna.  
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Granulometria. 2. Resíduo agroindustrial. 3.  
Análises físicas. 4. Análises químicas. I. Luna, Núbia  
Pereira da Costa Luna. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

**TAYNNE RAYANE SOBRINHO COSTA**

**POSSIBILIDADE DE CARBONIZAÇÃO DO BAGAÇO DA CANA-DE-  
AÇÚCAR PARA USO COMO SUBSTRATO DE PLANTAS**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

**Orientador (a):** Prof. Dr<sup>a</sup> Núbia Pereira da Costa Luna

Aprovado em: 23/04/2020.

**BANCA EXAMINADORA**

*Núbia Pereira da Costa Luna*

---

Prof. Dra. Núbia Pereira Costa Luna  
Orientadora – DCB/CCA/UFPB

*SK Santos*

---

MSc. Sabrina Kelly dos Santos  
Examinadora – UEPB

*W. Figueiredo*

---

Prof. Dra. Wennia Rafaelly Souza Figueiredo  
Examinadora – ECIP-Agroindústria/Governo do Estado da Paraíba

## DEDICATÓRIA

*A Deus,  
A minha avó  
A meus pais  
E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram  
para a minha formação.*

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo seu amor por mim, por não me abandonar e por estar comigo todos os dias, me dando força e me fazendo não desistir. Sem Ti eu não teria conseguido. A minha avó Sonia por toda oração e amor, por me manter firme e forte em busca dos meus sonhos, por acreditar em mim e me incentivar a ser cada dia melhor, como ela. Aos meus pais, Osvaldo e Flaviana, agradeço pelo apoio moral, pelos conselhos, por todo incentivo, ajuda e por nunca me faltar nada, se eu cheguei até aqui foi graças a vocês, mesmo de longe vocês foram fundamentais em todos os dias vividos durante a graduação. Agradeço a Universidade Federal da Paraíba, ao Centro de Ciências Agrárias que deu a oportunidade de cursar um nível superior, e me fez uma profissional capacitada para adentrar no mercado de trabalho.

Ao meu irmão Tayron (Gordo), por me ajudar sempre que eu chamei, por toda sua loucura e inteligência me ajudando a passar por todas as fases sem desistir e sempre com responsabilidade. Ao meu namorado Saulo Júnior por todo amor, por ser meu companheiro desde o início, por me incentivar e me ajudar a ser sempre melhor, por me ajudar a enfrentar meus medos e inseguranças. Todos os meus desafios com você ao meu lado se tornaram mais leves de serem superados. A minha tia Fabíola, agradeço por sempre se preocupar comigo, por me ajudar e por rezar sempre por mim. E a todos os meus familiares por toda ajuda.

Agradeço a minha orientadora Prof<sup>a</sup> Núbia, por aceitar o desafio junto comigo. Pelos conselhos e conversas que me ajudaram a concluir essa etapa tão importante, são profissionais como ela que nos ensina além dos assuntos da faculdade, ensina a evoluir como ser humano. Ao grupo PET AgroBio, representado pelo nosso tutor Prof. Jacinto Luna, pela confiança na minha capacidade, pela bolsa concedida que foi fundamental para minha formação, por toda troca de conhecimento e ensinamentos que levarei pra sempre comigo. Agradeço a Cosmo, técnico do laboratório de Cultura de tecidos, por toda ajuda na minha reta final do curso e no meu trabalho, obrigada por estar sempre disponível a nos ajudar. Aos laboratórios que já participei, obrigada por me aceitarem e por todo conhecimento adquirido. Aos meus professores, agradeço por todo conhecimento que me foi repassado, para alguns agradeço por me mostrar como é ser excelente no que faz e amar a profissão, a outros agradeço por aprender a não ser como eles, vocês também foram essenciais. Gratidão em especial ao professor Hélder Farias, por toda paciência, credibilidade e compreensão, por cada ensinamento e ajuda sempre que precisei.

A minha amiga e companheira de finais de semana, Thainá Candido, por compartilhar momentos especiais, momentos difíceis, ajudas e brigas durante todo esse tempo. As minhas

amigas de graduação Ana Carolina (Carol) e Thatielly (Thaty), e a Ana Vitória também, por toda ajuda durante o curso e principalmente nesta reta final. Em especial a Carolina por ser minha dupla sempre, por me manter informada em todas as aulas que eu faltei e por me responder nas madrugadas de desespero.

Agradeço também aos amigos que eu conheci durante o curso, Thayse Ferraz, Thomas Ferraz, Jayene Brito, pessoas especiais que desejo levar para o resto da vida. E a todos os amigos e conhecidos que conviveram comigo durante essa caminhada, sou grata por toda ajuda, por menor que tenha sido, vocês me ajudaram a conseguir chegar até aqui.

*“O Aprendizado é o significado mais límpido da vida, pois já mais se termina uma existência sem que se aprenda algo.”*

Maria Clara Fraga Lopes

## RESUMO

O bagaço da cana-de-açúcar é um dos resíduos agroindustriais mais abundantes na região Nordeste, e este fato é preocupante, pois pode ser uma grande problemática ambiental. O processo de carbonização é visto como uma solução para reutilizar os resíduos das agroindústrias, transformando-os em substrato para produção de mudas comerciais. Sendo assim, esse trabalho teve como objetivo estabelecer um padrão físico para carbonizar bagaço de cana-de-açúcar, visando o seu aproveitamento como substrato na produção de mudas de plantas. O trabalho foi realizado na Universidade Federal da Paraíba, no Centro de Ciências Agrárias, durante o período de novembro de 2019 a março de 2020. O bagaço da cana-de-açúcar foi doado por uma indústria de cachaça local; o mesmo foi peneirado manualmente em peneiras de Nº 2, 4, 6 e 8 em seguida realizou-se a carbonização. Foram analisadas características químicas e físicas nas quatro granulometria dos bagaços, antes e após a carbonização, totalizando oito amostras com dez repetições de cada. As análises físicas foram: capacidade de retenção de água, densidade, microporosidade, macroporosidade e porosidade total; as amostras foram pesadas em diferentes etapas e calculadas em equações disponíveis na literatura. Já as análises químicas foram: pH e condutividade elétrica, ambas medidas em aparelho digital. As análises químicas mostraram que apenas as amostras P3' e P4' obtiveram pH dentro dos padrões considerados ideais para níveis de substratos, com valores de 6,31 e 6,10, respectivamente. As análise de macroporosidade, microporosidade e porosidade total, apesar de não estar dentro dos padrões ideais, obtiveram maiores valores após o processo de carbonização. Os resultados mostraram que o processo de carbonização do bagaço não apresentou padrões físico químicos compatíveis com os padrões ideais para substratos já disponíveis.

**Palavras-chave:** Granulometria. Resíduo agroindustrial. Análises físicas. Análises químicas.

## ABSTRACT

Sugarcane bagasse is one of the most abundant agro-industrial residues in the Northeast, and this fact is worrying, as it can be a major environmental problem. The carbonization process is seen as a solution to reuse waste from agribusiness, transforming it into a substrate for the production of commercial seedlings. Therefore, this work aimed to establish a physical standard to carbonize sugarcane bagasse, aiming at its use as a substrate in the production of plant seedlings. The work was carried out at the Federal University of Paraíba, at the Center for Agricultural Sciences, from November 2019 to March 2020. Sugarcane bagasse was donated by a local cachaça industry; it was sieved manually in No. 2, 4, 6 and 8 sieves then carbonization was carried out. Chemical and physical characteristics were analyzed in the four granulometry of bagasse, before and after carbonization, totaling eight samples with ten repetitions of each. The physical analyzes were: water retention capacity, density, microporosity, macroporosity and total porosity; the samples were weighed in different steps and calculated in equations available in the literature. The chemical analyzes were: pH and electrical conductivity, both measured on a digital device. Chemical analyzes showed that only samples P3 'and P4' had pH within the standards considered ideal for substrate levels, with values of 6.31 and 6.10, respectively. The analysis of macroporosity, microporosity and total porosity, despite not being within the ideal standards, obtained higher values after the carbonization process. The results showed that the bagasse carbonization process did not present physical and chemical standards compatible with the ideal standards for substrates already available.

**Keywords:** Granulometry. Physical analysis. Chemical analysis. Agro-industrial waste.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Área de estudo .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Preparação do material .....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 Processo de carbonização .....</b>	<b>12</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>16</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>17</b>
<b>LEGENDA DAS FIGURAS .....</b>	<b>20</b>
<b>TABELAS .....</b>	<b>21</b>
<b>FIGURAS .....</b>	<b>23</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O bagaço da cana-de-açúcar é um dos resíduos agroindustriais mais abundantes no setor agrícola, no Brasil estima-se que aproximadamente 280 Kg/ton. de cana é moída por ano (SILVA et al, 2007), principalmente na região Nordeste, onde está localizada boa parte das usinas que utilizam a cana como matéria prima. O bagaço de cana é o resíduo da cana após a moagem. É um material fibroso obtido após a extração do caldo no término da moagem. Ao sair da moenda, o bagaço tem aproximadamente 30% da massa da cana e uma umidade em torno de 50% (MACHADO, 2000).

Atualmente, vem crescendo bastante uma preocupação com relação ao uso ou descarte desses resíduos, porque os resíduos industriais depois de gerados necessitam de destino adequando, pois, além de potencializar problemas ambientais, é uma perda de energia que poderia ser reaproveitada para matéria-prima (KLEIN, 2015). Apesar de gerar esta preocupação, as propriedades do bagaço da cana permitem que seja utilizada para alguns fins, no aquecimento das caldeiras da própria usina alcooleira e alimentação animal, por exemplo. Porém, estes fins não são suficientes, tendo em vista a grande quantidade de bagaço que é gerado.

Alguns processos têm sido considerados promissores para redução desses resíduos transformando em produto pronto para reutilização, como é o caso da carbonização. A carbonização já é bem definida para resíduos das indústrias, como a casca de arroz, porque apresenta propriedades excelentes após serem carbonizadas, tendo ampla vantagens como substratos para cultivo de plantas apresentando baixa densidade, pH próximo a neutralidade, salinidade reduzida, porosidade alta e bastante espaço de aeração (KÄMPF, 2000, FERMINO; BELLÉ, 2000; BACKES et al., 1988). KAMPF (2000) e outros autores descrevem muito bem este processo de carbonização para a casca de arroz com a finalidade de uso como substratos, porém este processo não é bem conhecido para outros tipos de resíduos industriais, como os das usinas.

A carbonização é um processo de conversão termoquímica de biomassa com base no processo de pirólise (KLUSCA, 2020). É um procedimento lento no qual a biomassa é convertida em material altamente carbonáceo, semelhante ao carvão (RONSEE et al, 2015). Geralmente o material é exposto a altas temperaturas por longos períodos de tempo, fornecendo assim energia de ativação necessária para quebrar o carbono não-

carbono-carbono, gerando ligações sem reagentes necessários para oxidar a estrutura do carbono. É um método relativamente econômico para derivar um novo composto e tem vantagens estratégicas por permitir a criação de materiais mais leves e mais fortes e com novas propriedades (RICHARD, 2005).

Sendo assim, resíduos agrícolas no geral, incluindo o bagaço da cana-de-açúcar vêm sendo testados para se tornarem novos substratos mais acessíveis, buscando oferecer aos produtores métodos onde a matéria prima é bastante disponível e com baixo custo para produção de mudas, minimizando o impacto ambiental provocado pelos resíduos sólidos gerados (ROSA et al, 2002). No Brasil há vários materiais com potencial de uso como substratos agrícolas, porém a escassez de testes e as informações se tornam limitantes (BACKES & KÄMPF, 1991).

Um substrato para ser considerado ideal para produção de mudas deve levar em consideração fatores como o espaço reduzido e limitante por ser produzidas em recipiente onde as raízes ficam confinadas, proporcionar condições suficientes para sobrevivência em viveiro e suportar a mudança para a condição de campo (SAIDELLES et AL, 2009), além de não apresentar substâncias tóxicas e ser o mais padronizado possível (GONÇALVES & POGGIANI, 1996).

Com relação à cana-de-açúcar o processo de carbonização é essencial, pois se trata de um material que pode fermentar no seu armazenamento, então as etapas de carbonização permitem conservar estas propriedades e impede o processo de fermentação que poderia interferir nas propriedades físicas e químicas do bagaço.

A composição química do bagaço varia de acordo com diversos fatores como o tipo de cana, o tipo de solo, as técnicas de colheita e o próprio manuseio (SILVA et al, 2007). Um bom substrato é determinado principalmente por suas características físicas, como textura e sua estrutura que são importantes para a aeração e retenção de umidade (SOUZA et al, 1995), pelas características químicas como o índice de acidez determinado pelo pH e que tem efeito sobre a disponibilidade de nutrientes (KÄMPF & FERMINO, 2003), pela espécie a ser plantada, porque algumas requer níveis condições muito específicas, além de corresponder com os aspectos econômicos, como baixo custo e ampla disponibilidade (FONSECA, 2001). O presente estudo objetivou estabelecer um padrão granulométrico para carbonizar bagaço de cana-de-açúcar visando o seu aproveitamento como substratos na produção de mudas de plantas.

## **1. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo**

O trabalho foi realizado na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), no Centro de Ciências Agrárias (CCA), Campus II, no Laboratório de Biologia Celular e Cultura de Tecidos Vegetais do Departamento de Ciências Biológicas (DCB), na cidade de Areia-PB, no período de novembro de 2019 a Abril de 2020.

Foram utilizados resíduos de cana-de-açúcar cedidos pelo engenho Vaca Brava da cachaça Matuta (usina de produção de cachaça), localizado na zona rural do município de Areia/PB. A matéria prima oriunda da usina prove de duas variedades de cana-de-açúcar, a RB 92579 e SP 791011.

### **2.2 Preparação do material**

Inicialmente, o material foi exposto ao sol por um período de 24 horas para eliminar o excesso de umidade e reduzir o processo fermentativo. Utilizou-se 4 peneiras (Figura I) de malhas diferentes (Nº 8, 6, 4 e 2) para peneirar o material orgânico, para separar o bagaço de acordo com sua granulometria.

Após a etapa de peneiramento, o bagaço da cana-de-açúcar obtido foi denominado de P1 (que corresponde a peneira de malha Nº 8- Figura III-A), P2 (que corresponde a peneira de malha Nº 6- Figura III-B), P3 (corresponde a peneira de malha Nº 4- Figura III-C) e P4 (corresponde a peneira de malha Nº 2- Figura III-D), antes da carbonização. O resultado do peneiramento está representado através das figuras 3 A, B, C e D, respectivamente, antes da carbonização.

Para a realização das análises física e química, foram retiradas amostras do bagaço de cana-de-açúcar das peneiras 1, 2, 3 e 4, nas quais correspondem as malhas de número 8, 6, 4 e 2, respectivamente.

### **2.3 Processo de carbonização**

Para o processo de carbonização foi utilizada a metodologia para casca de arroz descrita por KÄMPF (2000) adaptada para o bagaço da cana-de-açúcar. Para a carbonização foi utilizado uma lata de metal com capacidade para 18L com pequenos orifícios nas laterais para saída do calor, com carvão no seu interior, fechada com tampa e um cano de metal de 90 cm de comprimento e 5 cm de diâmetro, que estava acoplado no centro da tampa (Figura II-A). Em seguida, o carvão foi aceso, e o bagaço da cana-de-açúcar foi colocado ao redor da lata por aproximadamente 45 minutos (Figura II-B), sendo

revirado a cada 15 minutos, até que todo material tivesse escurecido acima de 80%, indicando que estava carbonizado por completo. Todo bagaço foi afastado da lata para resfriar naturalmente. O processo se repetiu de forma padronizada para todas as amostras.

Amostras do bagaço obtidas das diferentes granulometrias das peneiras, foram homogeneizadas e separada para realizar as análises. (Figura III-E: P1', Figura III-F: P2', Figura III-G: P3'e Figura III-H: P4'). Foram realizadas as seguintes análises físicas: capacidade de retenção de água (CRA) em (ml.cm<sup>-3</sup>); densidade (g.cm<sup>-3</sup>), macroporosidade (%), microporosidade (%) e porosidade Total (%); e as seguintes análises químicas: pH e condutividade elétrica (dSm<sup>-1</sup>).

Para determinar o tamanho dos bagaços de cana-de-açúcar (mm) de cada peneira, antes e depois da carbonização, foram retiradas medidas de 10 amostras ao acaso em paquímetro digital e retirada uma média. As análises químicas e físicas analisadas utilizou-se a média dessas amostras.

As análises físicas de capacidade de retenção de água, densidade, macroporosidade, microporosidade e porosidade total foram feitas a partir de medidas de peso em diferentes etapas com recipientes de polipropileno com capacidade de 176 ml com perfurações no fundo que permitisse a drenagem sem perda de material, todos os identificados e preenchidos manualmente, com leve compactação, conforme metodologia descrita por SILVA (1998) retirada de GUERRINI e TRIGUEIRO (2004) com algumas adaptações. Inicialmente o material já nos recipientes permaneceu por 1 hora encharcada em água para sua saturação. Em seguida ficaram em drenagem livre por 30 minutos, e feita à primeira pesagem (pesagem A). A segunda pesagem foi feita após 1 hora de drenagem livre e 12 horas de drenagem em contato com folhas de papel toalha (pesagem B). Após este período de drenagem todo material foi transferido para sacos de papel madeira e levados a estufa regulada a +-105 °C por 24 horas, foram resfriadas e pesadas (pesagem D). Estas medidas de peso foram inseridas nas equações a seguir:

$$\text{Capacidade de Retenção de Água} = B - D;$$

$$\text{Densidade} = D / C;$$

$$\text{Macroporosidade} = [(A - B) / C] \times 100;$$

$$\text{Microporosidade} = [(B - D) / C] \times 100$$

$$\text{Porosidade Total} = \text{Macroporosidade} + \text{Microporosidade}.$$

Considerando A= peso do substrato encharcado; B= peso do substrato drenado C= volume do contêiner e D= peso do substrato seco. E desprezando o peso do recipiente antes de cada pesagem.

Os atributos químicos analisados foram: pH e condutividade elétrica. Para determinação do pH foi adotada metodologia descrita por ABREU et al. (2007), utilizando uma proporção de 1:2 de substrato e água deionizada, sendo utilizado 100ml de substrato para 200 ml de água, agitando a mistura por 20 min. em agitador (FANEM - Modelo 259) e filtrada em tecido apropriado. As análises de pH e Condutividade elétrica foram feitas simultaneamente com auxílio do Phmêtro (EVEN - Modelo PHS-3E). As análises dos resultados foram obtidas a partir da média aritmética das amostras e determinando os respectivos desvios padrão.

Para fins de comparação, os dados obtidos no presente trabalho foram comparados com valores para atributos químicos e físicos, como pode ser encontrado na Tabelas 1 e 2, citadas por HIGASHIKAWA (2009), que reúne os padrões da literatura considerando os atributos ideais para um substrato.

## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os comprimentos médios dos bagaços variaram de 10,46 mm a 38,11 mm antes da carbonização e de 8,13mm a 24,11mm depois de carbonizados (Tabela 3). Segundo KÄMPF (2000) os produtos carbonizados tendem a reduzir seu tamanho em até 50%, como ocorre com a casca do arroz carbonizada, porém isto não ocorreu com o bagaço da cana-de-açúcar, cuja maior redução ocorreu para a peneira de maior granulometria, com uma redução de 36,74%. De acordo com SCHMITZ (2002), os valores de tamanho médio de casca de arroz carbonizada ficam entre 0,5 a 2,0 mm, sendo assim nenhum dos tamanhos dos bagaços obtidos nas diferentes peneiras, ficaram próximos desse valor, observa-se que o percentual de redução no tamanho do bagaço não foi tão expressivo.

Os valores de capacidade de retenção de água (CRA) variaram de 21,71 ml cm<sup>-3</sup> a 89,23 ml cm<sup>-3</sup> antes da carbonização e de 30,05 ml cm<sup>-3</sup> a 78,20 ml cm<sup>-3</sup> após carbonização (Tabela 4). Sendo as amostras P1 e P1' os maiores valores obtidos, respectivamente. Conforme observado por HIGASHIKAWA (2009) os valores ideais de substratos para capacidade de retenção de água em ml L<sup>-1</sup> é de 600 a 1000, convertendo os valores das amostras verifica-se que os valores encontrados estão muito abaixo do ideal. A densidade

dos substratos variou de 0,05 a 0,09 g.cm<sup>-3</sup> (Tabela 4) nas análises antes e após carbonização. Segundo BELLÉ (1990) e BALLESTER-OLMOS (1992) os valores ideais de densidade são na faixa de 0,3 a 0,4 g.cm<sup>-3</sup>, portanto os valores obtidos foram um pouco acima do recomendado e nenhuma amostra esta dentro da faixa considerada como ideal para substrato.

Os valores de macroporosidade foram observados de 2,65 a 20,39% (Tabela 5), sendo a P4 a de menor macroporosidade e P2' e P3'as de maior macroporosidade, com 20,39% e 18,68%, respectivamente. Com relação à microporosidade os valores foram entre 12,33 a 51,01% (Tabela 5), sendo P1 a de maior microporosidade e a P3 de menor microporosidade. Ao comparar as peneiras de mesmo tamanho antes e depois da carbonização os valores de microporosidade e macroporosidade nas amostras carbonizadas foram relativamente maiores, exceto a P1 na microporosidade. Isto indica que o processo de carbonização pode elevar a porosidade do material.

A porosidade total das amostras variou de 15,94 a 62,16% (Tabela 5), sendo a amostra P2' obteve a maior porosidade total (PT). LEMAIRE (1995) recomenda que os valores de PT sejam entre 70 e 90%, estando assim todas as amostras estão abaixo do indicado para que haja melhor aeração, absorção de água e drenagem. Os valores de PT nas amostras após carbonização também foram relativamente maiores que antes, continuando P1 sendo a única exceção.

As análises químicas de pH e condutividade elétrica (CE) obtiveram os valores apresentados na tabela 6, onde o pH variou de 3,72 a 6,97. O pH tem influencia direta na disponibilidade de microelementos nos substratos, entre eles os nutrientes, portanto é fundamental que tenha uma faixa bem definida, o que não ocorreu em nas amostras. Segundo BAILLY et al. (2000) é recomendado que a faixa ideal de pH para cultivos de plantas, sejam entre 5,4 a 6,4, sendo assim, apenas a P3' e P4' encontra-se dentro dessa faixa, portanto são consideradas as mais aceitáveis para uso nesse quesito.

A condutividade elétrica (CE) é a capacidade que um material possui em conduzir corrente elétrica, portanto o desbalanço nutricional nas plantas e incremento de sais no substrato pode refletir em aumento da CE, que acima de limites ótimos, resulta em perda de produtividade e qualidade dos produtos (CAVALCANTE et al., 2002; CAVALCANTE & CAVALCANTE, 2006). O CE apresentou valores entre 6,0 e 193,0, mostrando uma faixa bem descontínua, demonstrado pelo desvio padrão das médias. Os

valores antes da carbonização apresentaram uma faixa de 150 a 193, como mostra o desvio padrão com valores de CE bem elevados, e após carbonização mesmo com valores de média e desvio padrão mais baixos, os resultados ainda foram muito elevados relacionando com os padrões ideais. Na literatura há estudos que indicam valores de condutividade elétrica ideal entre 0,75 a 3,49 (ABAD et al, 1992 e CAVINS et al., 2000, citados por LOPES et al. 2008), assim nenhuma amostra de CE estaria dentro dos níveis indicados. Ambas as discrepâncias podem ser explicadas por possíveis erros na amostragem, pois os valores encontrados fogem de todos os padrões descritos na literatura para substratos ideais.

### **3. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Verifica-se que os tamanhos granulométricos testados para a carbonização do bagaço de cana-de-açúcar não se mostraram viáveis nas suas análises físico-químicas por não apresentarem um padrão compatível ao que se estabelece na literatura como ideais para utilizar como substrato de plantas. No entanto, estudos mais aprofundados devem ser realizados como, por exemplo, a sua utilização em misturas com outros substratos, e mesmo, testar na prática, seu uso como substrato no enraizamento de plantas. Também, outro aspecto que deve ser considerado é o uso de peneiras de menor diâmetro de partículas, para utilizar bagaços com menor diâmetro para a carbonização.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD, M.; NOGUERA, P.; BURÉS, S. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresource Technology*, Oxford, v. 77, n 2, p. 197-200, Apr. 2001.
- ABREU, M. F.; ABREU, C. A., SARZI, I, JUNIOR, A. L. P. Extratores aquosos para a caracterização química de substratos para plantas. *Hortic. Bras.* Vol.25 no.2 Brasília Apr./June 2007.
- BACKES, M. A.; KÄMPF, A. N. Substrato a base de composto de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília-DF, v. 26, n. 5, p. 753-758, 1991.
- BAILEY, D. A.; NELSON, P. V. ; FONTENO W.C. Substratos pH e qualidade da água. Raleigh: North Carolina State University, 2000. Disponível em: <<http://www.nurserycropscience.info/water/souce-water-qualiy/other-references/substrate-ph-and-water-quality.pdf> / view>. Acesso em: 08 atrás. 2016.
- BALLESTER-OLMOS, J. F. Substrato para el cultivo de plantas ornamentales. Valencia Instituto valenciano de Investigaciones Agrarias, 1992. 44p.
- BELLÉ, S. Uso da turfa “Lagoa dos Patos” (Viamão/RS) como substrato hortícola. 1990. 143p. Dissertação (Mestrado em fitotecnia). Programa de Pós Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1990.
- CAVALCANTE, L.F. & CAVALCANTE, I.H.L. Uso da água salina na agricultura. In: CAVALCANTE, L.F. & LIMA, E.M. Algumas frutíferas tropicais e a salinidade. Jaboticabal, FUNEP, 2006. p.1-18.
- CAVALCANTE, L.F.; SANTOS, J.B.; SANTOS, C.J.O.; FILHO, J.C.F.; LIMA, E.M. & CAVALCANTE, I.H.L. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros com água salina em diferentes volumes de substrato. *R. Bras. Frutic.*, 24:748-751, 2002.
- FIRMINO, M. H. e KÄMPF, A. N. Uso do solo Bom Jesus com condicionadores orgânicos como alternativa de substrato para plantas. *PESQ. AGROP. GAÚCHA*, v. 9, n. 1-2, p. 33-41, 2003.
- FONSECA, T. G. Produção de mudas de hortaliças em substratos de diferentes composições com adição de CO<sub>2</sub> na água de irrigação. 2001. 72f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.
- GARCIA-GOMEZ, A.; BERNAL, M. P.; ROIG, A. Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. *Bioresource Technology*, Oxford, v. 83, n. 2, p. 81-87, June 2002.
- GONÇALVES; J. L. M., POGGIANI; F. Substrato para produção de mudas florestais. In: Congresso Latino Americano de Ciência do Solo. Águas de Lindóia, 1996. *Resumos...* Piracicaba. Sociedade Latino Americano de Ciência do Solo, 1996. 1 CD-ROM.

GUERRINI, I. A. e TRIGUEIRO, R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. *Rev. Bras. Ciênc. Solo* vol.28 no. 6 Viçosa Nov./Dec. 2004.

HIGASHIKAWA, F. S. Caracterização físico-química de substratos produzidos a partir da combinação de resíduos orgânicos. Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. Dissertação de pós-graduação. 2009.

KÄMPF, A. N. Livro: Produção comercial de plantas ornamentais. Editora Agropecuária. Ano 2000.

KÄMPF, A.N.; FERMINO, M. H. (Ed.). Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênese, 2000. 312 p.

KLEIN, C. Utilização de substratos alternativos para produção de mudas. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v.4, p. 43-63, 2015.

KLUSKA, J. OCHINO, M. KARDAŚ, D. Carbonization of corncobs for the preparation of barbecue charcoal and combustion characteristics of corncob char. *Waste Management*. Volume 105, 15 March 2020, Pages 560-565

LEMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. *Acta Hort.*, Wageningen, v. 396, p. 273-284, 1995.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI LA.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M. R. Atributos químicos e físicos de dois substratos para produção de mudas de eucalipto. *Cerne*, Lavras, v. 14, n. 4, p. 358-367, out./dez. 2008.

MACHADO, G. O., Preparação e caracterização de CMC e CMC grafítizada, 2000, 101p (Dissertação de mestrado) Instituto de Química de São Carlos, 101p. 2000.

RICHARD, P. W. Chapter 12 - Bio-based composites from soybean oil and chicken feathers. *Bio-Based Polymers and Composites*. 2005, Pages 411-447

RONSSSE, F. NACHENIUS, R. W. PRINS, W. *Recent Advances in Thermo-Chemical Conversion of Biomass*. Chapter 11 - Carbonization of Biomass. 2015, Pages 293-324

ROSA, M. F.; SANTOS, F. J. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; ABREU, F. A. P.; CORREIA, C. ARAÚJO, F. B. S. NORÕES, E. R. V. Caracterização do pó de casca de coco verde usado como substrato agrícola. Comunicado técnico. Embrapa Agroindústria Tropical. Nº 54, maio/2002, p 1-6.

SAIDELLES, F. L. F.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHIRMER, W. N.; SPERANDIO, H. V. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-damata e garapeira. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 30, suplemento 1, p. 1173-1186, 2009.

SCHMITZ, J. A.; SOUZA, P. V. D.; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 32. n. 6. p. 937-944, dez. 2002.

SILVA, D. S.; SPIER, M.; SCHAFFER, G.; SOUZA, P. V. D. Períodos de decomposição e tamanhos de partícula de bagaço de cana-de-açúcar na flor de mel. In: VI Encontro

nacional sobre substratos para plantas, materiais regionais como substrato. Fortaleza, CE, 2008.

SILVA J.I., VIEIRA H.D., VIANA A.P., BARROSO D.G. 2010. Desenvolvimento de mudas de *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner em diferentes combinações de substrato e recipiente. *Coffee Science*, 5(1): 38-48.

SILVA, M. R. Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1998. 105p. (Tese de Mestrado).

SILVA, V. L. M. M., GOMES, W. C., ALSINA, O. L. S.. Utilização do bagaço de cana de açúcar como biomassa adsorvente na adsorção de poluentes orgânicos. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v.2, 1, 27-32 ISSN 1809-8797. 2007.

SOUZA, M. M.; LOPEZ, L. C.; FONTES, L. E. Avaliação de substratos para o cultivo do crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat., Compositae) *White Polaris* em vasos. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, v.1, n.2, p.71-74, 1995.

## LEGENDA DAS FIGURAS

**Figura I** Peneiras utilizadas para separação do bagaço por tamanho. Areia-PB, 2020.

**Figura II** Processo de carbonização do bagaço da cana-de-açúcar, Areia-PB, 2020.

**Figura III** Amostras do bagaço de cana-de-açúcar antes (A-D) e após processo de carbonização (E – H). Areia-PB, 2020

## TABELAS

**TABELA 1** Níveis ideais dos atributos químicos para substratos.

Atributo	Nível ideal
pH (extrato de saturação).....	5,3 – 6,5
Condutividade eletrolítica em extrato de saturação(dS m <sup>-1</sup> )..	0,75 – 3,49
Matéria orgânica (%).....	> 80
Relação Carbono:Nitrogênio (C:N).....	20 – 40
Elementos assimiláveis (extrato de saturação, mg L <sup>-1</sup> ):	
N-NO <sup>3</sup> .....	100 – 199
N-NH <sup>4</sup> .....	0 - 20
P.....	6 - 10
S.....	< 960
K.....	150 – 249
Ca.....	150 – 249
Mg.....	> 200
Fe.....	> 70
Mn.....	0,3 – 3,0
Mo.....	0,02 – 3,0
Zn.....	0,3 – 3,0
Cu.....	0,001 - 0,5
B.....	0,005 – 0,5
Na.....	< 115
Cl.....	< 180

Fonte: Adaptado de Abad et al. (1992) e Cavins et al. (2000), citados por Lopes et al. (2008); Garcia-Gomez et al. (2002). Apud Higashikawa (2009).

**TABELA 2** Níveis ideais dos atributos físicos para substratos.

Atributo	Nível ideal
Tamanho de partícula (mm)	0,25-2,0
Espaço poroso total (% do volume)	>85
Capacidade de aeração (% do volume poroso ocupado pelo ar)	20-30
Volume de água sob uma tensão de água de 10 cm (% do volume total)	55-70
Capacidade total de retenção de água (mL L <sup>-1</sup> )	600-1000
Grau de encolhimento (% do volume)	30
Densidade seca (kg m <sup>-3</sup> )	400-500

Fonte: Bunt (1973) citado por Schmitz et al. (2002); Raviv et al. (1986), Bunt (1988), Abad et al. (1992) e Ansorema (1994) citados por Abad et al. (2001). Apud Higashikawa (2009).

**TABELA 3** Comprimento médio do bagaço de cana-de-açúcar, obtido com as diferentes malhas de peneiras, antes e após carbonização. Areia-PB, 2020.

Nº da malha		Antes da carbonização		Nº da malha		Após carbonização		Redução
		Média	DP			Média	DP	
8	P1	10,46 mm	3,1	8	P1'	8,13 mm	1,9	22,28%
6	P2	13,79 mm	3,2	6	P2'	8,7 mm	2,0	36,91%

<b>4</b>	<b>P3</b>	21,75 mm	5,9	<b>4</b>	<b>P3'</b>	16,53 mm	4,0	24,05%
<b>2</b>	<b>P4</b>	38,11 mm	16	<b>2</b>	<b>P4'</b>	24,11 mm	5,9	36,74%

DP: Desvio padrão.

**TABELA 4** Valores médios das análises físicas: capacidade de retenção de água (CRA) e densidade (Den). Areia-PB, 2020.

	Antes da carbonização				Após carbonização				
	CRA (ml cm <sup>-3</sup> )		Den (g cm <sup>-3</sup> )		CRA (mL cm <sup>-3</sup> )		Den (g cm <sup>-3</sup> )		
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
<b>P1</b>	89,23	6,5	0,07	0,0	<b>P1'</b>	78,20	8,0	0,09	0,0
<b>P2</b>	44,58	11,6	0,06	0,01	<b>P2'</b>	73,52	7,9	0,07	0,01
<b>P3</b>	21,71	1,6	0,05	0,0	<b>P3'</b>	37,05	4,4	0,06	0,0
<b>P4</b>	23,40	3,0	0,06	0,0	<b>P4'</b>	30,05	4,4	0,06	0,0

P1, P2, P3 e P4: antes da carbonização e P1', P2', P3' e P4': após carbonização. DP: Desvio padrão.

**TABELA 5** Valores médios das análises físicas: Macroporosidade (Macro); Microporosidade (Micro) e Porosidade Total (PT).

	Antes da carbonização						Após carbonização						
	Macro (%)		Micro (%)		PT (%)		Macro (%)		Micro (%)		PT (%)		
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
<b>P1</b>	8,79	6,9	51,01	4,1	59,80	4	<b>P1'</b>	10,16	6,0	44,43	4,5	54,59	3,7
<b>P2</b>	18,06	7,5	25,33	6,6	43,39	5,4	<b>P2'</b>	20,39	13	41,77	4,5	62,16	10,4
<b>P3</b>	7,11	3,8	12,33	0,9	19,44	3,6	<b>P3'</b>	18,68	5,2	21,05	2,5	39,73	4,8
<b>P4</b>	2,65	1,2	13,29	1,7	15,94	0,8	<b>P4'</b>	9,09	6,4	17,07	2,5	26,16	5,2

P1, P2, P3 e P4: antes da carbonização e P1', P2', P3' e P4': após carbonização. DP: Desvio padrão.

**TABELA 6** Amostragem média das análises químicas: potencial Hidrogeniônico (pH) e Condutividade Elétrica (dSm<sup>-1</sup>).

	Antes da carbonização				Após carbonização				
	pH		CE		pH		CE		
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	
<b>P1</b>	4,01	0,1	174	3,4	<b>P1'</b>	6,82	0,0	6,0	0,6
<b>P2</b>	3,72	0	193	1,3	<b>P2'</b>	6,97	0,1	12	1,1
<b>P3</b>	4,41	0	150	2,6	<b>P3'</b>	6,31	0,1	33	1,5
<b>P4</b>	4,31	0,1	157	3,2	<b>P4'</b>	6,10	0,1	38	1,8

P1, P2, P3 e P4: antes da carbonização e P1', P2', P3' e P4': após carbonização. CE: Condutividade Elétrica. DP: Desvio padrão.

## FIGURAS

Figura 1 - Página 12

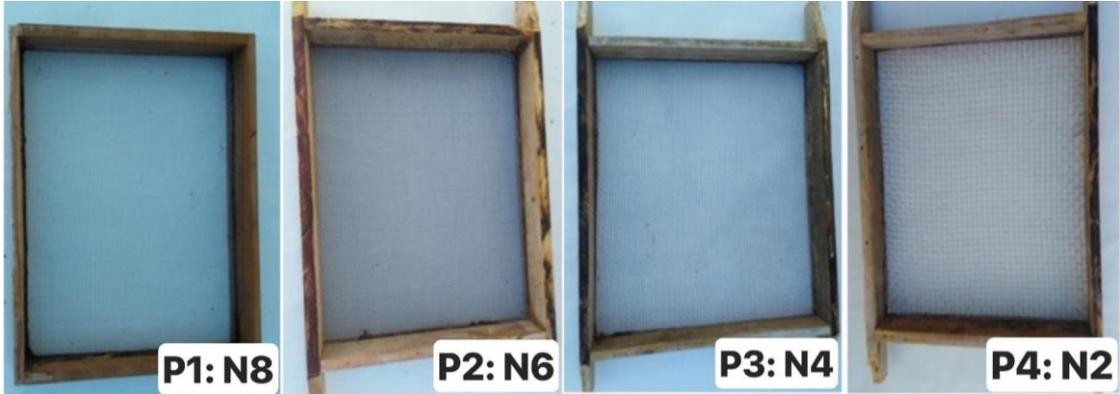


Figura 2 - Página 12

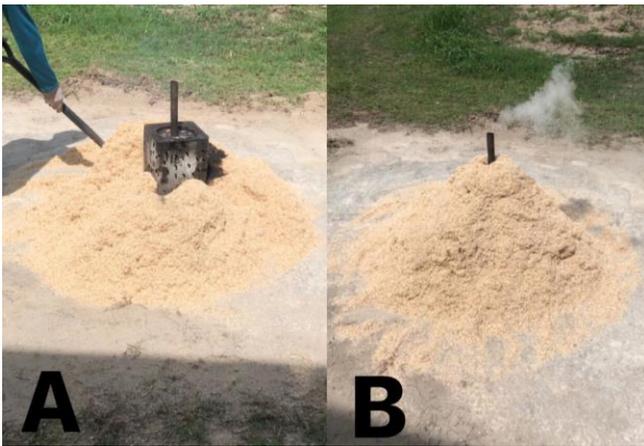


Figura 3 - Página 12 e 13

