



**Universidade Federal do Tocantins  
Campus Universitário de Gurupi  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais**

**ANDREIA BRANDÃO DE MELO LOPES RÊGO**

**QUALIDADE DE MUDAS DE *Copaifera langsdorffii* CULTIVADAS EM  
SUBSTRATOS ALTERNATIVOS EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO  
COMPLEMENTAR, FONTES E MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE  
ÁCIDOS HÚMICOS**

**GURUPI - TO  
2016**



Universidade Federal do Tocantins  
Campus Universitário de Gurupi  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais

ANDREIA BRANDÃO DE MELO LOPES RÊGO

**QUALIDADE DE MUDAS DE *Copaifera langsdorffii* CULTIVADAS EM  
SUBSTRATOS ALTERNATIVOS EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO  
COMPLEMENTAR, FONTES E MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE  
ÁCIDOS HÚMICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PGCFA) da Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais.

**Orientador:** Prof. Dr. Rubens Ribeiro da Silva

**Co-orientador:** Prof. Dr. Luziano Lopes da Silva

**GURUPI - TO  
2016**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

R343q            Rêgo, Andreia Brandão de Melo Lopes  
                    QUALIDADE DE MUDAS DE *Copaifera langsdorffii* CULTIVADAS EM  
                    SUBSTRATOS ALTERNATIVOS EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO  
                    COMPLEMENTAR, FONTES E MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE ÁCIDOS  
                    HÚMICOS. / Andreia Brandão de Melo Lopes Rêgo. – Gurupi, TO, 2016.  
                    49 f.

                    Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do  
                    Tocantins – Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Pós-Graduação  
                    (Mestrado) em Ciências Florestais e Ambientais, 2016.

                    Orientador: Dr. Rubens Ribeiro da Silva  
                    Coorientador: Dr. Luziano Lopes da Silva

                    1. Produção de mudas. 2. Qualidade de mudas. 3. Substratos  
                    alternativos. 4. Ácidos húmicos. I. Título

**CDD 628**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

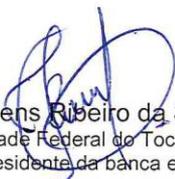
**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pela autora.**

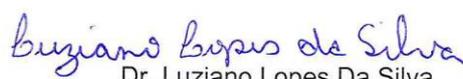


## Defesa nº 034/2016

### ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE ANDRÉIA BRANDÃO DE MELO LOPES RÊGO, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS E AMBIENTAIS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS.

Aos 25 dias do mês de novembro do ano de 2016, às 09 horas, na sala 15, do edifício BALA II, do Campus de Gurupi, da Universidade Federal do Tocantins - UFT, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Orientador Dr. RUBENS RIBEIRO DA SILVA da Universidade Federal do Tocantins, Prof Dr LUZIANO LOPES DA SILVA do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO, Profª Drª PATRÍCIA APARECIDA DE SOUZA da Universidade Federal do Tocantins e Prof Dr GILSON ARAÚJO DE FREITAS da Universidade Federal do Tocantins, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de ANDRÉIA BRANDÃO DE MELO LOPES RÊGO, intitulada "**Qualidade de mudas de *Copaifera langsdorffii* cultivadas em substratos em função da adubação complementar, fontes e métodos de aplicação de ácidos húmicos**". Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo parecer favorável à aprovação, com as devidas ressalvas e correções apontadas pela banca examinadora, habilitando-a ao título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

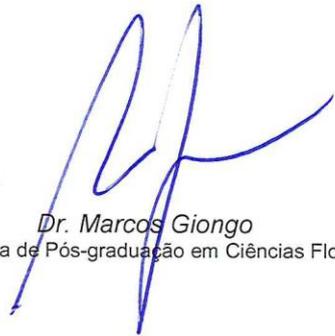
  
Dr. Rubens Ribeiro da Silva  
Universidade Federal do Tocantins  
Orientador e presidente da banca examinadora

  
Dr. Luziano Lopes Da Silva  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO  
Primeiro examinador

  
Dr. Gilson Araújo De Freitas  
Universidade Federal do Tocantins  
Segundo examinador

  
Drª. Patrícia Aparecida de Souza  
Universidade Federal do Tocantins  
Terceira examinadora

Gurupi, 25 de novembro de 2016.

  
Dr. Marcos Giongo  
Coordenador do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais

## AGRADECIMENTOS

Me sinto imensamente grata a meu soberano Deus, não foi fácil chegar até aqui, mas ele me deu forças para superar os desafios que a mim foram lançados, e por isso hoje recebo essa vitória.

Aqueles que desistiram de seus sonhos para vivenciar os meus e torcer pelas, minhas conquistas e por acreditarem sempre em mim, mesmo não estando por perto sempre me deram forças para não desistir (meus pais, meus heróis).

As minhas filhas Pietra Brandão e Paolla Brandão razões da minha vida, por todo amor e o carinho a mim concedido mesmo sendo tão pequenas e indefesas, me fazem tirar forças para continuar essa jornada.

Á meu amado esposo Pietro Lopes, por todo amor, incentivo e apoio para essa grande conquista, pois acredito que sem ele nada disso poderia se concretizar, por ser mais que um ESPOSO, ser uma pessoa que promove e incentiva muito meu crescimento profissional e pessoal;

Aos meus irmãos: Adriano, Fernando e Patrícia, pelo apoio e confiança a mim depositado.

Aos meus sogros por estarem a meu lado e torcerem por mim, mesmo em momentos difíceis.

Ao professor Dr. Rubens Ribeiro da Silva, por aceitar me orientar e partilhar um pouco do seu conhecimento, me proporcionando ir sempre além, é uma honra tê-lo como orientador.

Ao professor Dr. Luziano Lopes da Silva e sua esposa minha amiga Regina, pelo amizade, paciência, ensinamentos e acompanhamento, e por estarem sempre na torcida para que tudo desse certo.

A família de Antônio Carlos que me receberam com todo carinho em sua residência, me dando total apoio nessa nova etapa que estava a começar em minha vida.

A família de Wilton, outra família a qual sou muito grata, principalmente quando tinha que levar minhas filhas, eles me davam total suporte.

Ao professor Ângelo Ricardo e sua esposa Poliana Lopes, grandes amigos, sempre que precisei me ajudaram da melhor forma possível.

Ao Prof<sup>o</sup>. Dr. Marcos Giongo Coordenador do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais (PPGCFA) pela excelência e dedicação ao PPGCFA.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais pelos primorosos ensinamentos.

Aos colegas de turma, pela amizade, companheirismo e bons momentos ao longo dessa etapa, cada um com seu jeito, mas todos unidos por um só objetivo “SER MESTRE”.

À toda administração da Universidade Federal do Tocantins (UFT) em especial aos servidores que atuam no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, pelo apoio e incentivo à pesquisa.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), *Campus* Dianópolis, por disponibilizar o laboratório para realizar as análises do experimento.

A todos que torceram direta e indiretamente para a concretização desse novo mérito a mim depositado.

*Uma existência sem sonhos é  
como uma semente sem solo...*  
(Augusto Cury)

## RESUMO

O crescimento inicial lento em espécies florestais nativas é um dos principais problemas enfrentados no setor de produção de mudas. Em face disso, é importante a definição de protocolos e estratégias que favoreçam a produção de mudas com qualidade, que apresentem elevadas taxas de crescimento inicial e de sobrevivência após o plantio, em menor espaço de tempo e condições acessíveis aos pequenos e médios produtores rurais, haja vista ser esse o público mais interessado neste tipo de insumo. Este trabalho objetivou avaliar a produção de mudas de *Copaifera langsdorffii* em função da adubação mineral complementar em diferentes substratos orgânicos alternativos e de fontes e métodos de aplicação de ácidos húmicos. O experimento foi dividido em duas fases, sendo a primeira desenvolvida no viveiro de pesquisa em produção de mudas florestais da Universidade Federal do Tocantins – UFT, *Campus* Gurupi. O primeiro experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados, sob cobertura do tipo sombrite com 50% de retenção da luminosidade, em esquema fatorial 2x12, com 10 repetições. Na composição dos substratos foi usado Húmus de Minhoca (HM), Casca de Arroz Pré-carbonizada (CAPc), Substrato Comercial (SC) e Terra de Subsolo (TS) com utilização ou não de adubação suplementar. O substrato constituído por Húmus de Minhoca (50%) e terra de subsolo (50%) na ausência de adubação proporciona melhoria na morfologia das mudas quanto a massa seca da parte aérea, massa seca das raízes e o maior índice de qualidade de mudas. Os substratos com 75% de substância comercial e 25% de terra de subsolo e 100% de substrato comercial não requerem a suplementação da fertilidade com adubação para promover a melhoria no índice de qualidade de mudas. O substrato em composição de 50% de húmus de minhoca e 50% de terra do subsolo sem o uso da adubação proporcionou melhor índice de qualidade de muda. O segundo experimento foi implantado e desenvolvido em viveiro de produção de mudas florestais sob cobertura do tipo sombrite com 50% de retenção da luminosidade, localizado no município de Dianópolis estado do Tocantins. O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os tratamentos foram em função de métodos de aplicação pelas fontes de ácidos húmicos, o produto comercial - Fertiactyl® e ácidos húmicos obtido de compostos orgânicos alternativos (ácido húmico alternativo - AHA). Mudas que não recebem aplicação de ácido húmico apresentam maior incremento no comprimento radicular, porém menor massa seca de raiz quando comparadas a mudas que recebem aplicação de ácidos húmicos. O maior índice de qualidade de mudas ocorre quando o ácido húmico comercial é aplicado via foliar, enquanto o menor índice acontece quando não utiliza ácidos húmicos. Assim, o uso de compostos orgânicos, seja na composição do substrato e/ou na aplicação de ácidos húmicos promove melhoria no desenvolvimento das mudas de *Copaifera langsdorffii*.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento inicial. Compostos orgânicos. Qualidade de mudas.

## ABSTRACT

Slow initial growth in native forest species is one of the main problems faced in the seedling production sector. In this regard, it is important to define protocols and strategies that favor the production of quality seedlings that present high rates of initial growth and survival after planting in a shorter time and conditions accessible to small and medium-sized rural producers, As this is the most interested public in this type of input. This work aimed to evaluate the production of *Copaifera langsdorffi* seedlings as a function of complementary mineral fertilization in different organic substrates and sources and methods of humic acid application. The experiment was divided into two phases, the first one being developed at the research nursery in the production of forest seedlings at the Federal University of Tocantins - UFT, Campus Gurupi. The first experiment was installed in a randomized complete block design with a 50% luminosity retention, in a 2x12 factorial scheme, with 10 repetitions. In the composition of the substrates was used Worm Humus (HM), Pre-carbonized Rice Peel (CAPc), Commercial Substrate (SC) and Subsoil Land (TS) with or without additional fertilization. The substrate composed of Worm Humus (50%) and subsoil soil (50%) in the absence of fertilization provides an improvement in the morphology of the seedlings as dry shoot mass, dry mass of the roots and the highest quality index of seedlings. Substrates with 75% commercial substance and 25% subsoil and 100% commercial substrate do not require fertility supplementation with fertilization to promote improvement in seed quality index. Substrate composition of 50% earthworm humus and 50% subsoil soil without the use of fertilization provided a better molt quality index. The second experiment was implemented and developed in nursery for the production of forest shrubs under cover of the sombrite type with 50% retention of luminosity, located in the municipality of Dianópolis state of Tocantins. The experimental design was completely randomized, with five replications. The treatments were based on methods of application by the sources of humic substances, the commercial product - Fertiactyl® and humic acids obtained from alternative organic compounds (alternative humic acid - AHA). Saplings that do not receive humic acid application present a greater increase in root length, but lower dry root mass when compared to seedlings receiving humic substances. The highest quality index of seedlings occurs when commercial humic acid is applied via foliar, while the lowest index occurs when it does not use humic substances. Thus, the use of organic compounds, either in the substrate composition and / or the application of humic acids promotes improvement in the development of *Copaifera langsdorffi* seedlings.

**Keywords:** Initial development. Organic compounds. Quality seedlings.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES.....</b>	<b>VI</b>
<b>2</b>	<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>VII</b>
<b>3</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO 1: QUALIDADE DE MUDAS DE <i>COPAIFERA LANGSDORFFI</i> CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ALTERNATIVOS EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO MINERAL COMPLEMENTAR.....</b>	<b>11</b>
4.1	RESUMO .....	11
4.2	QUALITY OF MULCES OF <i>COPAIFERA LANGSDORFFII</i> CULTIVATED IN ALTERNATIVES SUBSTRATES IN THE FUNCTION OF COMPLEMENTARY MINERAL FERTILIZATION .....	12
4.3	ABSTRACT.....	12
4.4	INTRODUÇÃO .....	13
4.5	MATERIAL E MÉTODOS .....	14
4.6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
4.7	CONCLUSÕES.....	24
4.8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	25
<b>5</b>	<b>CAPÍTULO 2: QUALIDADE DE MUDAS DE <i>COPAIFERA LANGSDORFFII</i> CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ALTERNATIVOS EM FUNÇÃO DA FONTE E MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE ÁCIDOS HÚMICOS .....</b>	<b>27</b>
5.1	RESUMO .....	27
5.2	QUALITY OF MULCES OF <i>COPAIFERA LANGSDORFFII</i> CULTIVATED IN ALTERNATIVE SUBSTRATES IN FUNCTION OF SOURCE AND METHOD OF APPLICATION OF HUMIC ACID.....	27
5.3	ABSTRACT.....	27
5.4	INTRODUÇÃO .....	28
5.5	MATERIAL E MÉTODOS .....	30
5.6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
5.7	CONCLUSÕES.....	42
5.8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	43
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>46</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>47</b>

# 1 LISTA DE ILUSTRAÇÕES

## 1.1 CAPÍTULO 1

<b>Quadro 1.</b> Composição dos substratos elaborados para a produção das mudas de <i>Copaifera langsdorffii</i> , Gurupi-TO, 2016. ....	15
<b>Quadro 2.</b> Resultado da análise química da terra de subsolo utilizada na composição dos substratos, Gurupi – TO, 2016. ....	15
<b>Quadro 3.</b> Composição físico-químicas das matérias primas utilizadas na elaboração dos substratos, Gurupi – TO, 2016. ....	16

## 1.2 CAPÍTULO 2

<b>Quadro 1.</b> Composição físico-químicas das matérias primas utilizadas na elaboração dos substratos. Gurupi – TO, 2016. ....	31
<b>Quadro 2.</b> Descrição dos métodos de aplicação dos ácidos húmicos, Gurupi – TO, 2016. ....	31
<b>Figura 1.</b> Número de folhas das mudas de <i>Copaifera langsdorffii</i> em função dos dias após a germinação, submetidas aos diferentes métodos de aplicação dos ácidos húmicos comercial e alternativa. Gurupi – TO, 2016. ....	35
<b>Figura 2.</b> Área foliar das mudas de <i>Copaifera langsdorffii</i> em função dos dias após a germinação, submetidas aos diferentes métodos de aplicação dos ácidos húmicos comercial e alternativa. Gurupi – TO, 2016. ....	36
<b>Figura 3.</b> Massa seca da parte aérea das mudas de <i>Copaifera langsdorffii</i> em função dos dias após a germinação, submetidas aos diferentes métodos de aplicação dos ácidos húmicos comercial e alternativa. Gurupi – TO, 2016. ....	37
<b>Figura 4.</b> Incremento na altura das mudas de <i>Copaifera langsdorffii</i> em função dos dias após a germinação, submetidas aos diferentes métodos de aplicação dos ácidos húmicos comercial e alternativa. Gurupi – TO, 2016. ....	38
<b>Figura 5.</b> Massa seca de raiz das mudas de <i>Copaifera langsdorffii</i> em função dos dias após a germinação, submetidas aos diferentes métodos de aplicação dos ácidos húmicos comercial e alternativa. Gurupi – TO, 2016. ....	39
<b>Figura 6.</b> Comprimento de raiz das mudas de <i>Copaifera langsdorffii</i> em função dos dias após a germinação, submetidas aos diferentes métodos de aplicação dos ácidos húmicos comercial e alternativa. Gurupi – TO, 2016. ....	40

## 2 LISTA DE TABELAS

### 2.1 CAPÍTULO 1

- Tabela 1.** Resumo do quadro de análise de variância para altura de planta (AP), área foliar (AF), diâmetro do colo (DC), comprimento radicular (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), índice de qualidade de Dickson (IQD) e densidade do substrato (Ds. Sub), em função da fonte de variação, Gurupi – TO, 2016.....17
- Tabela 2.** Altura de plantas (cm) e área foliar (cm<sup>2</sup>) de mudas de *Copaifera langsdorffii*, produzidas em substratos adubados (ad) e não adubados (n-ad), Gurupi-TO, 2016. ....18
- Tabela 3.** Diâmetro do colo (mm) e comprimento radicular (cm) de mudas de *Copaifera langsdorffii*, produzidas em substratos adubados (ad) e não adubados (n-ad), Gurupi-TO, 2016.....20
- Tabela 4.** Massa seca da parte aérea e da raiz (g) de mudas de *Copaifera langsdorffii*, produzidas em substratos adubados (ad) e não adubados (n-ad), Gurupi-TO, 2016. ....21
- Tabela 5.** Médias do índice de qualidade de Dickson e da densidade do substrato (kg.m<sup>-3</sup>) de mudas de *Copaifera langsdorffii*, produzidas em substratos adubados (ad) e não adubados (n-ad), Gurupi-TO, 2016. ....23

### 2.2 CAPÍTULO 2

- Tabela 1.** Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), altura de planta (AP), massa seca da raiz (MSR), comprimento radicular (CR), Gurupi – TO, 2016.....33
- Tabela 2.** Número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), altura de planta (AP), massa seca da raiz (MSR), comprimento radicular (CR), Gurupi – TO, 2016. ....34
- Tabela 3.** Resumo do quadro de análise de variância para número de folhas (NF), área foliar (AF), altura de planta (AP), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSA), comprimento radicular (CR), massa seca da raiz (MSR), relação da massa seca da parte aérea com a massa seca de raízes (RPAR), relação da altura parte aérea com o diâmetro do coleto (RAD) e índice de qualidade de mudas (IQD). Gurupi – TO, 2016.....41
- Tabela 4.** Número de folhas (NF), área foliar (AF), altura de planta (AP), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSA), comprimento radicular (CR), massa seca da raiz (MSR), relação da massa seca da parte aérea com a massa seca de raízes (RPAR), relação da altura parte aérea com o diâmetro do coleto (RAD) e índice de qualidade de mudas (IQD). Gurupi – TO, 2016 .....41

### 3 INTRODUÇÃO GERAL

A ocupação desordenada de áreas com potencial agropecuário na região central e norte do Brasil promoveu o desmatamento em áreas que deveriam ser protegidas como reserva legal e mata ciliar, assim como também fez a remoção de espécies nativas com alto potencial produtivo como por exemplo a *Copaifera langsdorffii*.

Estima-se que o gênero *Copaifera* possui 72 espécies, mas somente dezesseis são encontradas nos territórios brasileiros. No Brasil, a espécie se torna uma das mais importantes por encontrar-se distribuída da Amazônia a Santa Catarina, no Nordeste e Centro-Oeste e possui quatro variedades: *C. langsdorffii* var. *grandifolia*, *grandiflora*, *laxa* e *glabra* (LORENZI, 2008).

A importância das árvores de copaíba deve-se a qualidade da madeira e à produção de óleo-resina, este utilizado pelas populações tradicionais e indústrias farmacêuticas devido às suas propriedades terapêuticas. O óleo-resina da copaíba pode ser usado "*in natura*" ou destilado, ou como componente na preparação de uma variedade de produtos terapêuticos e cosméticos, como xaropes, pomadas, cápsulas, óvulos vaginais, cremes, sabonetes, xampus, detergentes e loções; possui ainda potencial para uso industrial em tintas, vernizes e como fixador de fragrância de perfumes (RIGAMONTE-AZEVEDO et al., 2006).

Em face das pressões antrópicas sobre os ecossistemas de ocorrência da *Copaifera langsdorffii*, o reflorestamento visando a exploração do óleo-resina por meio de manejo florestal, pode constituir uma importante atividade para a conservação das florestas e manutenção da tradição extrativista de populações regionais. No entanto, para que essa estratégia seja viável, é necessário o conhecimento do processo de produção de mudas bem como a melhoria das técnicas já empregadas. Nesse contexto, o crescimento inicial lento em espécies florestais nativas é um dos principais problemas enfrentados no setor de produção de mudas.

Assim, é importante o desenvolvimento de pesquisas científicas que subsidiem a produção de mudas com qualidade, que apresentem elevadas taxas de crescimento inicial e de sobrevivência após o plantio, em menor espaço de tempo. Ao considerar a amplitude de ocorrência da espécie no território brasileiro, o grande porte da planta e a pedologia como descritores de ambientes é possível induzir a

preferência na ocorrência por solos com melhor suprimento de nutrientes, diferente da oferta nutricional encontrada em substratos elaborados na ausência de resultados de pesquisas científicas.

Na elaboração de substratos para produção de mudas com espécies nativas têm sido usadas diferentes matérias primas, como a casca de arroz carbonizada, serragem, turfa, vermiculita, composto orgânico, esterco bovino, moinha de carvão, material de subsolo, bagaço de cana, acícula de pinus e areia lavada (DUTRA et al., 2015), contudo, ainda com pouca validação científica que possa contribuir na aceleração do desenvolvimento inicial das mudas de copaíba.

O menor desenvolvimento inicial das mudas de copaíba não deve ser associado apenas à condição genética da planta, mas na sua maioria a baixa qualidade nutricional dos substratos usados para a formação das mudas. Essas plantas são exigentes em nutrientes, a exemplo do cálcio e potássio, e como não é comum a utilização de suplementações nutricionais ou estimulantes adicionais para acelerar o desenvolvimento inicial das mudas, tem-se como conceito de uma planta de baixo desenvolvimento inicial. Nesse contexto, ainda existe uma demanda muito grande por informações a respeito da calibração no suprimento nutricional para formação de mudas de copaíba.

Em trabalho realizado com diferentes substratos para a produção de mudas de copaíba, Dutra et al. (2012), verificaram que a taxa de crescimento absoluto em altura, massa seca de folha, massa seca de raiz, massa seca total e razão de massa foliar foram afetados significativamente em função do tipo de substrato. Dutra et al. (2015), verificaram que o substrato de composição comercial, Bioplant®, foi o substrato que proporcionou os menores valores de massa seca da parte aérea, massa seca de raízes, massa seca total e conseqüentemente menores índices de qualidade de mudas.

Além da composição convencional dos substratos orgânicos para a produção de mudas, suplementações a base de ácidos húmicos e nutrientes podem contribuir para acelerar o desenvolvimento inicial em espécies florestais nativas, como já observado em eucalipto (SILVA, 2015), na horticultura (CASTRO et al., 2014) e em lavoura de soja (SANTOS, 2015).

A utilização de doses crescentes de substâncias húmicas na produção de mudas de eucalipto promoveu decréscimo na massa seca total, sendo a provável causa a presença de nutrientes em concentrações consideradas tóxicas (PINHEIRO

et al., 2010). Diferentemente, Paiva et al. (2013), verificaram que na produção de mudas de espécies arbóreas com a utilização de biofertilizante a base de esterco bovino proporcionou resultados relevantes, apresentando respostas lineares positivas as doses aplicadas, com aumento significativo no diâmetro.

Os ácidos húmicos são definidas como compostos orgânicos concentrados, produzidas pela atividade microbiana no solo. Essas frações são divididas em ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina (BALDOTTO et al., 2015). O potencial de uso de ácidos húmicos já foi confirmado para algumas espécies florestais, contudo para espécies nativas ainda requer a confirmação e a quantificação benéficos na produção de mudas.

Neste contexto objetivou-se avaliar a qualidade de mudas de *Copaifera langsdorffi* cultivada em substratos orgânicos alternativos em função da adubação mineral complementar, fontes e métodos de aplicação de ácidos húmicos.

#### **4 Capítulo 1: QUALIDADE DE MUDAS DE *Copaifera Langsdorffii* CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ALTERNATIVOS EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO MINERAL COMPLEMENTAR**

##### **4.1 Resumo**

Atualmente, é crescente o interesse na produção de mudas de espécies nativas para recuperação de áreas degradadas, recomposição de reserva legal ou para o uso em diferentes setores da economia, como indústrias moveleira, química e de fitoterápicos. Com isso objetivou-se avaliar a qualidade de mudas de *Copaifera langsdorffii* cultivada em substrato alternativo em função da adubação mineral complementar. O experimento foi desenvolvido no viveiro de pesquisa e produção de mudas florestais da Universidade Federal do Tocantins – UFT, *Campus* Universitário de Gurupi. Instalou-se ensaio experimental em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial de 2x12, com dez repetições. As mudas foram propagadas por meio de sementes, sendo distribuídas três sementes por recipiente. Foram mensurados aos 90 dias após a emergência: Altura das Plantas, Comprimento da Raiz; Diâmetro do Colo; Massa Seca de Parte Aérea e Sistema Radicular; Área foliar; Densidade do substrato e o Índice de Qualidade de Mudas. Não houve diferença significativa para o índice de qualidade de mudas e diâmetro do colo no fator adubação, entretanto, constatou-se interação significativa entre o fator adubação e tipos de substratos para todos indicadores avaliados. O substrato constituído por Húmus de Minhoca (50%) e terra de subsolo (50%) na ausência de adubação proporciona melhoria na morfologia das mudas quanto a massa seca da parte aérea, massa seca das raízes e o maior índice de qualidade de mudas. Os substratos com 75% de substância comercial e 25% de terra de subsolo e 100% de substrato comercial não requerem a suplementação da fertilidade com adubação para promover a melhoria no índice de qualidade de mudas. No entanto, se forem utilizadas as fontes de substrato comercial e casca de arroz pré-carbonizada, recomenda-se o uso de adubação à medida em que forem diminuindo a proporção desses compostos orgânicos, necessitando a realização de outros estudos para a determinação da dose de adubação a ser adicionada ao substrato.

**Palavras-chave:** Índice de Dickson. Morfologia. Desenvolvimento de mudas.

## 4.2 QUALITY OF MULCES OF *Copaifera Langsdorffii* CULTIVATED IN ALTERNATIVES SUBSTRATES IN THE FUNCTION OF COMPLEMENTARY MINERAL FERTILIZATION

### 4.3 Abstract

Currently, there is an increasing interest in the production of seedlings of native species for recovery of degraded areas, restoration of legal reserve or for use in different sectors of the economy, such as furniture, chemical and phytotherapeutic industries. The objective of this study was to evaluate the quality of *Copaifera langsdorffii* seedlings grown on an alternative substrate as a function of complementary mineral fertilization. The experiment was carried out at the forest nursery research and production of the Federal University of Tocantins - UFT, Gurupi University Campus. A randomized complete block experimental design was used in a 2x12 factorial design with ten replications. The seedlings were propagated by means of seeds, and three seeds were distributed per container. They were measured at 90 days after emergence: Plant Height, Root Length; Colo diameter; Dry mass of aerial part and root system; Leaf area; Substrate density and seedling quality index. There was no significant difference in the quality index of seedlings and diameter of the neck in the fertilization factor, however, a significant interaction between the fertilization factor and types of substrates was found for all evaluated indicators. The substrate composed of Worm Humus (50%) and subsoil soil (50%) in the absence of fertilization provides an improvement in the morphology of the seedlings as dry shoot mass, dry mass of the roots and the highest quality index of seedlings. Substrates with 75% commercial substance and 25% subsoil and 100% commercial substrate do not require fertility supplementation with fertilization to promote improvement in seed quality index. However, if the sources of commercial substrate and pre-carbonized rice hulls are used, the use of fertilizer is recommended as the proportion of these organic compounds is reduced, and further studies are required to determine the dose of Fertilizer to be added to the substrate.

**Keywords:** Dickson Index. Morphology. Development of seedlings.

#### 4.4 Introdução

O potencial produtivo das florestas plantadas é influenciado direta e indiretamente por diferentes fatores, dentre os quais se destaca a qualidade das mudas que irão originar o povoamento florestal, pois estas, normalmente quando superiores, são mais resistentes às condições adversas tais como estresse hídrico, variações de temperaturas, deficiências nutricionais, dentre outras intempéries, e necessitam de menor tempo para a sua completa formação (RAABE et al., 2016).

A propagação de espécies arbóreas pode apresentar peculiaridades que dificultam a adoção do conhecimento existente para aquelas arbóreas cultivadas em larga escala. Assim, o conhecimento adquirido com as espécies exóticas, como eucalipto, ou nativas, como a seringueira e o cacaueteiro, precisa ser testado para outras arbóreas da flora brasileira. Entretanto o sucesso do plantio e do estabelecimento inicial de espécies arbóreas nativas com fins econômicos ou conservacionistas depende, em grande parte, da qualidade morfofisiológica de suas mudas, que por sua vez é dependente da qualidade dos substratos usados na produção de mudas (LORENZI, 2008).

Na elaboração de substratos para produção de mudas com espécies nativas têm sido usadas diferentes matérias primas, como: terra de subsolo (Latosolo Vermelho Amarelo distrófico) a casca de arroz carbonizada, serragem, turfa, vermiculita, composto orgânico, esterco bovino, moinha de carvão, bagaço de cana e areia lavada (DUTRA et al., 2015), contudo, ainda com pouca validação científica que possa contribuir na aceleração do desenvolvimento inicial das mudas de copaíba. Entre os diversos componentes de misturas para substratos, a casca de arroz carbonizada adquire importância devido à grande disponibilidade nas regiões rizícolas no estado do Tocantins, aliada à necessidade de se dar um destino econômico e ecologicamente correto a este material (CASTRO, 2014, SILVA, 2015).

Os materiais orgânicos adicionados ao substrato podem disponibilizar os nutrientes em diferentes períodos, a depender da estabilidade da formação molecular da matéria prima, da composição química, da biomassa microbiana, do equilíbrio químico, da temperatura e da umidade do meio (SILVA, 2015). Todos esses fatores podem definir se o efeito na disponibilidade de nutrientes será imediato ou efeito residual, devido ao processo mais lento de decomposição. Assim

a coincidência da disponibilidade de nutrientes com a necessidade das plantas é dependente de muitos fatores externos além de apenas a composição das matérias primas.

As plantas de copaíba possuem necessidades específicas de nutrientes, exigindo o suprimento em quantidade, época de aplicação e forma adequada. No caso da formação de mudas, a principal fonte fornecedora de nutrientes é o substrato, que deve conter os nutrientes necessários para o pleno desenvolvimento da planta (BRASIL et al.,1999). Entretanto, isso nem sempre é possível, havendo a necessidade de complementar o fornecimento dos nutrientes, através da adubação mineral (FAQUIN, 2005).

Quando se objetiva elaborar substratos para espécies de crescimento lento, ou de baixa exigência nutricional a compatibilidade da oferta nutricional e da demanda da planta é facilitada, contudo, quando o objetivo de formação são plantas mais exigentes em nutrientes, faz-se necessária a suplementação nutricional. Diante disso o presente trabalho teve por objetivo avaliar a produção de mudas de *Copaifera langsdorffii* em função de substratos e adubação suplementar.

#### **4.5 Material e Métodos**

O experimento foi desenvolvido no Viveiro Florestal da Universidade Federal do Tocantins – UFT, *Campus* Universitário de Gurupi, localizada nas coordenadas geográficas, 11°43'S de latitude, 49°04'O de longitude e altitude de 280 metros. Segundo a classificação de Köppen (1948), o clima da região é B1wA'a' úmido com moderada deficiência hídrica, definido como tropical quente e úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

O ensaio experimental foi instalado em delineamento de blocos casualizados, sob cobertura do tipo sombrite com 50% de retenção da luminosidade, em esquema fatorial 2x12, com 10 repetições. O primeiro fator correspondente a presença e ausência de adubação, e o segundo corresponde aos 12 substratos orgânicos.

Dentro do primeiro fator a presença de adubação foi realizada com a adição de 2 kg de calcário + 1,5 kg de superfosfato simples + 0,5 kg de sulfato de amônia para cada 1000 l de substrato, aos cinco dias antes da instalação do experimento.

As mudas foram produzidas por meio de sementes, sendo semeadas três unidades por recipiente. As mesmas foram semeadas em sacos de polietileno (20 x

30 cm, sendo diâmetro de boca, e altura respectivamente), preenchidos com os respectivos substratos correspondente a cada tratamento. O desbaste foi efetuado quando as mudas atingiram 4 cm de altura, deixando apenas a mais robusta para as avaliações dos parâmetros morfológicos.

Os componentes utilizados na elaboração dos substratos foram o Húmus de Minhoca (HM), Casca de Arroz Pré-carbonizada (CAPc), Substrato Comercial (SC) e Terra de Subsolo (TS), conforme as proporções estabelecidas no quadro 1.

**Quadro 1.** Composição dos substratos elaborados para a produção das mudas de *Copaifera langsdorffii*, Gurupi-TO, 2016

HM + TS	CAPc + TS	SC + TS
100% de HM	100% de CAPc	100% de SC
75% de HM + 25% de TS	75% de CAPc + 25% de TS	75% de SC + 25% de TS
50% de HM + 50% de TS	50% de CAPc + 50% de TS	50% de SC + 50% de TS
25% de HM + 75% de TS	25% CAPc + 75% de TS	25% de SC + 75% de TS

A Terra de Subsolo (TS), utilizada nas composições dos substratos, foi coletada na região sudeste, em área de cerrado nativo, sem histórico de cultivo agrícola na área, de composição granulométrica com 230 g.kg<sup>-1</sup> de argila, 75 g.kg<sup>-1</sup> de silte e 695 g.kg<sup>-1</sup> de areia total e composição mineral como disposto no quadro 2.

**Quadro 2.** Resultado da análise química da terra de subsolo utilizada na composição dos substratos, Gurupi – TO, 2016

Determinação	Unidade	Quantidade
pH CaCl <sup>2</sup>	-	4,2
P meh	mg.dm <sup>-3</sup>	1,6
S-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	4
K	mg.dm <sup>-3</sup>	21
K	cmolc.dm <sup>-3</sup>	0,05
Ca	cmolc.dm <sup>-3</sup>	0,5
Mg	cmolc.dm <sup>-3</sup>	0,2
Al	cmolc.dm <sup>-3</sup>	0,8
H+Al	cmolc.dm <sup>-3</sup>	3,10
M.O.	dag.kg <sup>-1</sup>	0,7
C.O.	dag.kg <sup>-1</sup>	0,4
B	mg.dm <sup>-3</sup>	0,1
Cu	mg.dm <sup>-3</sup>	0,7
Fe	mg.dm <sup>-3</sup>	24
Mn	mg.dm <sup>-3</sup>	2,8
Zn	mg.dm <sup>-3</sup>	0,3
SB	cmolc.dm <sup>-3</sup>	0,75
CTC <sub>t</sub>	cmolc.dm <sup>-3</sup>	3,85

Já a composição físico-químicas dos componentes utilizados na elaboração dos substratos encontra-se descrita no quadro 3.

**Quadro 3.** Composição físico-químicas das matérias primas utilizadas na elaboração dos substratos, Gurupi – TO, 2016

Análises	Und.	Casca de Arroz Pré-carbonizada		Substrato Comercial		Húmus de Minhoca	
		Base Seca 110°C	Umidade Natural	Base Seca 110°C	Umidade Natural	Base Seca 110°C	Umidade Natural
pH CaCl <sub>2</sub> 0,01M (Ref. 1:2,5)	pH	----	5,20	----	5,70	----	7,30
Densidade	g/cm <sup>3</sup>	----	0,11	----	0,39	----	1,47
Umid. Perdida a 60-65°C	%	----	1,29	----	27,44	----	43,8
Umid. Perdida entre 65 e 110°C	%	----	2,04	----	1,15	----	37,2
Umidade Total	%	----	3,33	----	28,59	----	58,4
Materiais Inertes	%	----	0,00	----	0,00	----	----
Nitrogênio Total	%	0,29	0,28	0,25	0,18	1,93	1,90
Mat. Orgânica Total (Combustão)	%	84,61	81,79	61,27	43,75	403,3	402,1
Mat. Orgânica Compostável (Titulação)	%	63,99	61,86	49,05	35,02	374,7	359,1
Mat. Orgânica Resistente a Compostagem	%	20,62	19,93	12,22	8,73	182,07	181,03
Carbono Total (Orgânico e Mineral)	%	47,01	45,44	34,04	24,31	----	----
Carbono Orgânico	%	35,55	34,37	27,25	19,46	----	----
Resíduo Mineral Total	%	15,71	15,19	39,18	27,98	----	----
Resíduo Mineral Insolúvel	%	14,20	13,73	0,00	0,00	----	----
Resíduo Mineral Solúvel	%	1,51	1,46	39,18	27,98	----	----
Relação C/N (C Total e N Total)	----	162/1	162/1	136/1	135/1	10/1	10/1
Relação C/N (C Orgânico e N Total)	----	123/1	123/1	109/1	108/1	7/1	7/1
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total)	%	0,22	0,21	0,49	0,35	2,13	2,05
Potássio (K <sub>2</sub> O Total)	%	0,31	0,30	0,36	0,26	1,89	1,72
Cálcio (Ca Total)	%	0,20	0,19	1,92	1,37	5,60	5,43
Magnésio (Mg Total)	%	0,10	0,10	0,46	0,33	0,90	0,90
Enxofre (S Total)	%	0,01	0,01	0,27	0,19	0,45	0,38
Boro (B Total)	mg/kg	3,00	3,00	8,00	6,00	2,78	2,78
Cobre (Cu Total)	mg/kg	4	4	7	5	2	2
Ferro (Fe Total)	mg/kg	804	777	3496	2496	761	653
Manganês (Mn Total)	mg/kg	190	184	335	239	583	752
Zinco (Zn Total)	mg/kg	43	42	32	23	68	65

A área foliar foi calculada por meio de imagem usando o *software* ImageJ, (<http://rsbweb.nih.gov/ij/>). As folhas foram retiradas das mudas e identificadas a qual tratamento foi submetida, colocando-as sobre uma folha de papel de tamanho 21x29,7cm (A4), previamente preparada, que continha impresso um retângulo de cor preta, totalmente preenchido, medindo 3x15 cm (45 cm<sup>2</sup>) utilizado para calibração do *software*. Em seguida, foram fotografadas todas as folhas das mudas de *Copaifera langsdorffii* com auxílio de uma máquina digital com 12.0 megapixels de resolução, que posteriormente foram submetidas à análise de área através de algoritmos de contrastes e modelos matemáticos do *software* ImageJ versão 1.48.

Para avaliação do efeito dos substratos e uso da adubação sobre as plantas de *Copaifera langsdorffii* foram determinadas aos 90 dias pós-emergência a massa

seca da parte aérea, massa seca da raiz das mudas, para tanto, elas foram previamente preparadas, sendo cuidadosamente destorroadas e a parte aérea então separada do sistema radicular, e a qualidade das mudas segundo Dickson (1960) expresso na equação 1.

$$IQD = \frac{MSTp}{\frac{AP}{DC} + \frac{MSA}{MSR}}$$

Em que o Índice de Qualidade de Dickson (*IQD*); Massa Seca Total da planta (*MSTp*); Relação Altura da Planta com Diâmetro do Colo ( $\frac{AP}{DC}$ ) e Relação Massa Seca Aérea com a Massa Seca Radicular ( $\frac{MSA}{MSR}$ ).

A pesagem foi realizada após a completa secagem das mudas em estufa de passagem de ar forçada a 60 °C durante 72 horas.

O diâmetro do colo foi mensurado com paquímetro digital graduado em milímetro e a altura das mudas e comprimento da raiz foram medidas utilizando uma régua graduada em milímetro.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas através do teste de Tukey ao nível de probabilidade de 5% com uso do software Sisvar®.

#### 4.6 Resultados e Discussão

Observa-se na análise de variância (Tabela 1) o efeito não significativo do fator adubação para os valores dos parâmetros diâmetro do colo, massa seca da raiz, índice de qualidade de mudas e densidade do substrato.

**Tabela 1.** Resumo do quadro de análise de variância para altura de planta (AP), área foliar (AF), diâmetro do colo (DC), comprimento radicular (CR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), índice de qualidade de Dickson (IQD) e densidade do substrato (Ds. Sub), em função da fonte de variação, Gurupi – TO, 2016

FV	AP	AF	DC	CR	MSPA	MSR	IQD	Ds. Sub.
	<b>QM</b>							
<b>Subs. (F1)</b>	105,43**	2000,46**	1,29**	143,45**	5,87**	3,24**	0,20**	0,40**
<b>Adub.(F2)</b>	75,94**	1524,16**	0,27ns	253,13**	4,91**	0,01ns	0,01ns	0,00ns
<b>Int. F1 x F2</b>	16,67*	1115,55**	0,53**	71,68**	4,95**	2,10**	0,20**	0,01**
<b>CV(%)</b>	17,30	0,25	11,76	0,78	2,83	3,19	12,32	6,05

FV: Fonte de variação \*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade; \*significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns não significativo), pelo teste de F.

Destaca-se que todos os demais parâmetros foram significativos para o fator adubação. Verifica-se ainda que na interação entre os fatores todos indicadores avaliados apresentaram diferença significativa.

As mudas de *Copaifera langsdorffii* que apresentaram maiores alturas, foram produzidas no substrato 100% de HM e 75% de HM + 25% TS sem adubação e 50% de HM + 50% de TS com adubação, (Tabela 2). As maiores alturas encontradas nas plantas produzidas nos substratos com húmus de minhoca, pode estar relacionado à boa fertilidade e o alto teor de nitrogênio presente nessa composição orgânica (Quadro 3).

**Tabela 2.** Altura de plantas (cm) e área foliar (cm<sup>2</sup>) de mudas de *Copaifera langsdorffii*, produzidas em substratos adubados (ad) e não adubados (n-ad), Gurupi-TO, 2016

Substratos	Altura de Plantas		Área Foliar	
	ad	n-ad	ad	n-ad
<b>25% de SC + 75% de TS</b>	14,35 bcB	18,45 abA	70,50 fA	62,93 gB
<b>50% de SC + 50% de TS</b>	15,25 bcA	15,85 bcdA	78,70 cdA	44,73 iB
<b>75% de SC + 25% de TS</b>	14,90 bcB	18,00 abcA	78,20 dB	111,05 cA
<b>100% de SC</b>	18,45 abA	18,55 abA	78,72 cdB	116,34 bA
<b>25% de HM + 75% de TS</b>	15,85 bcB	18,45 abA	106,84 aA	99,76 dB
<b>50% de HM + 50% de TS</b>	20,20 aA	19,60 abA	52,26 hB	111,09 cA
<b>75% de HM + 25% de TS</b>	17,80 abcB	20,40 aA	51,67 iB	70,57 fA
<b>100% de HM</b>	17,55 abcB	20,65 aA	97,61 bB	124,35 aA
<b>25% CAPc + 75% de TS</b>	14,05 cA	13,55 dA	79,21 cA	72,71 eB
<b>50% de CAPc + 50% de TS</b>	14,25 bcA	13,60 dA	75,38 eA	63,38 gB
<b>75% de CAPc + 25% de TS</b>	13,95 cA	13,95 cdA	69,86 gA	52,21 hB
<b>100% de CAPc</b>	14,30 bcA	13,35 dA	52,57 hB	72,82 eA

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SC = substrato comercial; HM = Húmus de minhoca; CAPc = Casca de arroz pré-carbonizada e TS = terra de subsolo.

O Húmus de Minhoca (HM), segundo Knäpper (1990) possui matéria orgânica, nutrientes minerais prontamente assimiláveis pelas raízes e microrganismos, favorecendo a decomposição da matéria orgânica e aumento da disponibilidade de nutrientes oriundos do material orgânico (reciclagem).

É possível verificar também, que nos substratos com Casca de Arroz Pré-carbonizado (CAPc) para as diversas proporções, não ocorreu diferença significativa ao uso ou não da adubação. Sendo também, nessa composição onde foram

encontradas as menores alturas de plantas quando comparadas as demais combinações.

A casca de arroz pré-carbonizada, usada na composição do substrato, por apresentar grande porosidade, possa ter contribuído para a perda de nutrientes e atrelado à baixa contribuição nutricional, as plantas apresentaram menor altura.

A área foliar das plantas de *Copaifera langsdorffii* apresentaram diferenças estatísticas em resposta as combinações de substrato com adição e sem a adição da adubação. Dentre os tratamentos que receberam adubação, verifica-se como o que proporcionou melhor desenvolvimento da área foliar foram as combinações em 25% de HM + 75% de TS e 100% de HM. No entanto, os substratos que receberam adubação e promoveram as mudas com menores áreas foliares foram 75% de HM + 25% de TS, 50% de HM +50% de TS e 100% de CAPc.

Já para a combinação sem o uso da adubação, foram as mudas produzidas no substrato em composição de 100% de SC e 100% de HM que apresentaram maior área foliar, o que pode ser justificado pelo valor nutricional desses compostos. As áreas foliares das mudas produzidas nesses substratos, apresentaram diferenças significativas quando comparadas as áreas foliares das mudas produzidas nesses mesmos compostos orgânicos em diferentes proporções.

Uma planta com maior área foliar poderá apresentar grande vantagem competitiva, principalmente, no momento crítico que representa o seu estabelecimento. Quanto maior a quantidade de área foliar, maior será a superfície fotossintética ativa, e por consequência maior produção de energia e assimilados, o que dentre outros fatores é estimado para medir o desenvolvimento da planta (BRASILEIRO et al. 2008).

As mudas que apresentaram maior diâmetro do colo, foram as cultivadas nos substratos em composição do húmus de minhoca. Sendo as combinações de 100% de HM com adubação e 75% de HM sem adubação que promoveram os maiores incrementos em diâmetro do colo (Tabela 3).

Para a utilização de substrato comercial maiores valores de D.C. foram observados para as combinações de 75% de SC + 25% de TS e 100% de SC com uso ou não da adubação.

**Tabela 3.** Diâmetro do colo (mm) e comprimento radicular (cm) de mudas de *Copaifera langsdorffii*, produzidas em substratos adubados (ad) e não adubados (n-ad), Gurupi-TO, 2016

Substratos	Diâmetro do Colo		Comprimento Radicular	
	ad	n-ad	ad	n-ad
<b>25% de SC + 75% de TS</b>	2,50 bcA	2,10 deB	34,33 bB	41,33 aA
<b>50% de SC + 50% de TS</b>	2,40 bcdA	2,40 bcdeA	27,00 fB	41,00 aA
<b>75% de SC + 25% de TS</b>	2,65 abA	2,65 abA	24,66 gB	28,00 fA
<b>100% de SC</b>	2,70 abA	2,70 abA	25,33 gB	32,66 eA
<b>25% de HM + 75% de TS</b>	2,45 bcA	2,45 bcdA	32,83 cB	38,66 cA
<b>50% de HM + 50% de TS</b>	2,00 dB	2,70 abA	34,00 bA	23,66 hB
<b>75% de HM + 25% de TS</b>	2,60 abcB	3,00 aA	31,33 dA	27,66 fB
<b>100% de HM</b>	3,00 aA	2,60 abcB	19,66 hB	25,33 gA
<b>25% CAPc + 75% de TS</b>	2,20 cdA	2,20 cdeA	24,66 gB	33,66 dA
<b>50% de CAPc + 50% de TS</b>	2,00 dB	2,50 bcdA	29,66 eB	39,83 bA
<b>75% de CAPc + 25% de TS</b>	2,30 bcdA	2,30 bcdeA	38,66 aA	39,00 cA
<b>100% de CAPc</b>	2,00 dA	2,00 eA	31,33 dA	27,66 fB

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SC = substrato comercial; HM = Húmus de minhoca; CAPc = Casca de arroz pré-carbonizada e TS = terra de subsolo.

Sem adubação o menor valor foi observado em mudas produzidas no substrato com 100% de Casca de Arroz Pré-carbonizada (CAPc). O baixo incremento no diâmetro de colo das mudas pode estar relacionado ao baixo teor nutricional presente nesse composto (Quadro 2). Em estudos com omissão de macronutrientes na produção de mudas de essências florestais, Weber (2011) verificou uma redução de 13,95% no incremento do diâmetro do colo em relação as mudas que recebiam o nutriente.

Outro ponto a ser observado, são os elevados valores de  $P_2O_5$  presente nos substratos de composição comercial e de húmus de minhoca (Quadro 2), sendo muito mais expressivos nesse último, quando comparado aos substratos em composição de casca de arroz pré-carbonizada, que pode ter resultado em menores valores em incremento de DC. Marangon et al. (2009) avaliaram o desenvolvimento inicial de mudas de *Pinus elliotti*, através da medição direta somente do diâmetro do colo, em função de doses de fertilizantes fosfatados solúveis e de lenta solubilização, detectando diferença significativa nos diâmetros de colo com a aplicação de fertilizante de solubilização lenta.

As mudas produzidas no Substrato Comercial (SC) sem o uso da adubação apresentaram respostas significativas para o comprimento da raiz quando

comparadas as mudas cultivadas no SC que receberam adubação. A utilização da adubação, no substrato comercial, desfavoreceu o comprimento da raiz provavelmente pelo aumento da disponibilidade de nutrientes quando somadas as características do SC e da adubação. Para o comprimento radicular das mudas produzidas no substrato com casca de arroz e adubação o melhor resultado foi com 75% de CAPc + 25% de TS.

O menor comprimento radicular foi encontrado nas mudas produzidas em substratos com 100% de Húmus de Minhoca (HM), e pode ter ocorrido pelo maior acúmulo de água que reduziu a aeração no sistema radicular prejudicando o processo de rizogênese vegetal, outro fator que pode ter corroborado para o não desenvolvimento da radicular, é a alta disponibilidade de nutrientes existente na composição desse substrato (Quadro 2).

Os menores valores de massa seca da parte aérea com utilização da adubação foram observados nos substratos 25% de SC + 75% de TS, 25% de HM + 75% de TS, 25% CAPc + 75% de TS e 100% de CAPc. As plantas produzidas nas diferentes proporções de casca de arroz pré-carbonizadas e na composição de 25% de SC + 75% de TS sem o uso da adubação, apresentaram menores massa seca da parte área, quando comparado aos demais substratos sem adubação (Tabela 4).

**Tabela 4.** Massa seca da parte aérea e da raiz (g) de mudas de *Copaifera langsdorffii*, produzidas em substratos adubados (ad) e não adubados (n-ad), Gurupi-TO, 2016

Substratos	Massa Seca da Parte Aérea (g)		Massa Seca da Raiz (g)	
	ad	n-ad	ad	n-ad
<b>25% de SC + 75% de TS</b>	1,88 eB	2,19 gA	2,20 dA	2,15 gA
<b>50% de SC + 50% de TS</b>	3,80 aA	1,71 hB	2,67 cA	2,71 efA
<b>75% de SC + 25% de TS</b>	2,81 dB	4,87 cA	3,36 bA	3,45 dA
<b>100% de SC</b>	3,28 bB	3,87 dA	3,27 bA	3,24 dA
<b>25% de HM + 75% de TS</b>	1,95 eB	5,19 bA	2,40 dB	4,47 bA
<b>50% de HM + 50% de TS</b>	2,90 dB	6,42 aA	3,89 aB	4,84 aA
<b>75% de HM + 25% de TS</b>	4,04 aB	5,31 bA	3,43 bB	3,91 cA
<b>100% de HM</b>	4,03 aA	3,57 eB	4,07 aA	2,53 fB
<b>25% CAPc + 75% de TS</b>	1,84 eB	2,41 fgA	1,53 eB	2,92 eA
<b>50% de CAPc + 50% de TS</b>	3,16 bcA	1,61 hB	1,79 eB	1,99 gA
<b>75% de CAPc + 25% de TS</b>	2,98 cdA	1,30 iB	3,18 bA	1,72 hB
<b>100% de CAPc</b>	1,99 eB	2,48 fA	3,44 bA	1,58 hB

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SC = substrato comercial; HM = Húmus de minhoca; CAPc = Casca de arroz pré-carbonizada e TS = terra de subsolo.

Com a diminuição da proporção do húmus de minhoca há uma elevada redução de massa seca da parte aérea para os tratamentos com uso da adubação. Provavelmente pela redução da disponibilidade de nutrientes que diminui quando a proporção do composto diminui. Baixa disponibilidade de Ca promoveu uma redução de 18,77% na parte aérea e 50,80% na parte radicular quando comparado com as mudas que recebem esse nutriente por completo (WEBER, 2011). Barroso et al. (2005) observaram na omissão de Ca redução de 80% de matéria seca, com relação à solução completa. Havendo redução de 29,79% no índice de qualidade das mudas submetidas ao tratamento, em relação ao tratamento completo, porém sem significância.

A massa seca da parte aérea de plantas de *Copaifera langsdorffii* que foram produzidas na composição de 75% de CAPc + 25% de TS sem adubação apresentaram os menores valores e diferiram estatisticamente dos demais tratamentos. A maior produção de massa seca da parte aérea foi obtida em resposta ao cultivo no substrato em composição de 50% de HM + 50% de TS sem o uso da adubação. Neste sentido, a massa seca da parte aérea foi maior nas plantas cultivadas em iguais proporções de Húmus de Minhoca (HM) e Terra de Subsolo (TS), pois observou-se decréscimos nos valores dessa variável à medida em que se aumentou a proporção desse composto sem o uso da adubação.

As mudas cultivadas no substrato em combinações de 50% de HM + 50% de TS apresentaram maior massa seca de raiz dentre os tratamentos que não receberam adubação. Considerando a mesma proporção para o substrato comercial, a utilização de adubação não promoveu mudança significativa na massa seca de raiz.

O menor valor de massa seca de raiz nos tratamentos com adubação foi observado com a utilização de 25% CAPc + 75% de TS e o aumento da proporção de CAPc aumentou significativamente a massa seca da raiz. A CAPc promove aumento da porosidade do substrato o que favorece o desenvolvimento do sistema radicular, atrelado a baixa disponibilidade de nutrientes existente, quando comparado aos outros compostos orgânicos avaliados, fazendo com que, as raízes explorem mais a zona radicular em busca de nutrientes.

O aumento da massa seca radicular é importante por ser um indicador de vigor e da velocidade de estabelecimento de planta, pois uma maior área de raiz (comprimento + peso) possibilita maior acesso aos nutrientes e à água disponível no

solo. Taiz e Zeiger (2009) relatam que este parâmetro expressa balanço funcional entre a taxa fotossintética e a absorção de água pelas raízes, que em condições normais, apresenta certo equilíbrio. Segundo Mattei (1999), a capacidade de estabelecimento e de competição de uma espécie florestal, em determinado ambiente, depende, em grande parte, do tamanho do sistema radicular.

Os maiores valores de densidade são observados quando se utiliza a menor proporção dos compostos orgânicos em composição de SC, HM e CAPc (Tabela 5) independente do uso de adubação.

**Tabela 5.** Médias do índice de qualidade de Dickson e da densidade do substrato ( $\text{kg.m}^{-3}$ ) de mudas de *Copaifera langsdorffii*, produzidas em substratos adubados (ad) e não adubados (n-ad), Gurupi-TO, 2016

Substratos	Densidade do Substrato		Índice de Qualidade de Dickson	
	ad	n-ad	ad	n-ad
<b>25% de SC + 75% de TS</b>	1,12 aA	0,98 aB	0,62 cdA	0,44 fB
<b>50% de SC + 50% de TS</b>	0,87 bA	0,85 bcA	0,84 bcA	0,61 defB
<b>75% de SC + 25% de TS</b>	0,62 cA	0,64 dA	0,95 abA	1,02 bcA
<b>100% de SC</b>	0,41 eA	0,44 eA	0,83 bcA	0,88 bcdA
<b>25% de HM + 75% de TS</b>	1,14 aA	1,02 aB	0,60 cdB	1,12 abA
<b>50% de HM + 50% de TS</b>	0,78 bA	0,82 cA	0,62 cdB	1,33 aA
<b>75% de HM + 25% de TS</b>	0,54 cdA	0,59 dA	0,96 abB	1,13 abA
<b>100% de HM</b>	0,41 deB	0,57 dA	1,19 aA	0,65 defB
<b>25% CAPc + 75% de TS</b>	1,13 aA	0,95 abB	0,44 dB	0,76 cdeA
<b>50% de CAPc + 50% de TS</b>	0,79 bA	0,85 bcA	0,56 dA	0,58 efA
<b>75% de CAPc + 25% de TS</b>	0,63 cA	0,59 dA	0,86 bcA	0,44 fB
<b>100% de CAPc</b>	0,35 eA	0,25 fB	0,70 bcdA	0,49 fB

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na linha e minúscula na coluna, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SC = substrato comercial; HM = Húmus de minhoca; CAPc = Casca de arroz pré-carbonizada e TS = terra de subsolo.

Isso pode estar relacionado ao fato de o material orgânico apresentar baixa densidade e o aumento da sua concentração infere diretamente na redução da densidade do substrato como um todo. Na proporção de 25% dos componentes orgânicos a adubação promoveu um aumento da densidade quando comparada a mesma proporção sem adubação.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) variou entre 0,44 e 1,19 para as diferentes combinações de substratos fazendo uso da adubação, enquanto para as mesmas combinações de substrato sem o uso da adubação, o índice de qualidade

de Dickson variou entre 0,44 e 1,33. Foi observado que no tratamento em composição de 100% de HM com adubação o IQD foi de 1,19, enquanto no tratamento em composição de 50% de HM + 50% de TS sem adubação o IQD foi de 1,33.

Não houve diferença significativa entre a utilização ou não da adubação para a composição de 75% de SC + 25% de TS e 100% de SC. A utilização de 25% de HM + 75% de TS, 50% de HM + 50% de TS e 75% de HM + 25% de TS sem adubação apresentou maior índice de qualidade de mudas quando comparado ao mesmo tratamento com adubação.

Os substratos com SC, HM e CAPc na presença ou ausência de adubação apresentaram condições mínimas adequadas para o crescimento e desenvolvimento de plantas de copaiba. Nesses substratos foi observado valor do índice de qualidade de mudas superior a 0,20, o que está de acordo com a sugestão de Hunt (1990) como valor mínimo indicativo para boa qualidade.

#### **4.7 Conclusões**

Os substratos 100% de composição comercial e 100% de húmus de minhoca proporcionam os maiores incrementos em alturas de plantas e área foliar.

Os substratos constituídos pela mistura de 75% de substrato comercial mais 25% de terra de subsolo e 100% de substrato comercial não apresentam melhorias adicionais no índice de qualidade de mudas em função de adubação suplementar.

O substrato em composição de 50% Húmus de Minhoca e 50% terra de subsolo sem o uso da adubação proporciona melhores características morfológicas para massa seca da parte aérea e massa seca das raízes e o maior índice de qualidade de mudas.

A redução nas proporções das matérias primas promove redução nos índices de qualidade de mudas requerendo a adubação suplementar para as proporções inferiores a 50%, sendo essa demanda maior quando usada a casca de arroz carbonizada.

#### 4.8 Referências Bibliográficas

BARROSO, D. G.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. de A.; PEREIRA, R. C.; MENDONÇA, A. V. R.; SILVA, L. da C. Diagnóstico de deficiências de macronutrientes em mudas de teca. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.5, p.:671-679, 2005.

BRASIL, E. C.; VIÉGAS, I. de J. M.; SILVA, E. S. A.; GATO, R. F. **Nutrição e adubação: conceitos e aplicações na formação de mudas de pimenta longa**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 23p. (Documentos 13).

BRASILEIRO, M. S.; CARVALHO, M. A.; KARIA, C. T. Correlação entre peso de sementes e vigos e velocidade de germinação em *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. In: IX Simpósio Nacional Cerrado, 2008, Brasília. **Anais...**Brasília: Embrapa, 2008. 6p.

CASTRO, L. H. S. FREITAS, C. H. de.; SANTOS, D. R. dos.; SILVA, J. de F. da. COMPOSIÇÃO DO SUBSTRATO E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE CRESCIMENTO DE MUDAS DE GUAPURUVÚ (*SCHIZOLOBIUM PARAHYBA VELL. BLAKE*). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 4, n. 1, 2014.

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

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Qualidade de mudas de copaíba produzidas em diferentes substratos e níveis de sombreamento. **Floresta**, v. 45, n. 3, p. 635-644, 2015.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas** (2 Ed). Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 183p.

HUNT, G. A. Effect of stryrblock design and Cooper treatment on morphologhogy of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLINGS SYMPOSIUM MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, Rosenberg, 1990. **Proceedings...** Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 218-222.

KNÄPPER, C. F. U. Vermicompostagem uma nova proposta de discussão. **Estudos Leopoldense**, p.33-50, 1990.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Econômica. México. 1948. 479p.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 5 ed. Editora Nova Odessa. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008. 1v.

MARANGON, R. J.; PAVINATO, P. S.; MONDARDO, J. T. Diâmetro de colo inicial de mudas de Pinus (*Pinus elliottii*) com adubação fosfatada solúvel e de lenta solubilização. **Synergismus scyentifica UTFPR**, Pato Branco, v. 4, n. 1, 2009.

MATTEI, V. L. Deformações radiculares em plantas de *Pinus taeda* L. produzidas em tubetes quando comparadas com plantas originadas por semeadura direta. **Ciência Florestal**, v.4, n.1, p.1-9, 1999.

RAABE, J.; AMARAL, G. C.; SOUSA, J. R. L. de; SOUZA, A. M. de. Qualidade de mudas clonais de *Eucalyptus* spp. propagadas em diferentes substratos. **Nativa**, Sinop, v.4, n.3, p.162-165, mai./jun. 2016.

SILVA, R. J. DA. (2015). Desenvolvimento e sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* em função de formas de aplicação e doses de Fertiactyl®. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Tocantins (UFT) - Gurupi, 2015. 45f.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 819 p.

WEBER, O. L. S. Crescimento Inicial de Espécies Florestais na Omissão de Macronutrientes. **Dissertação de Mestrado** (Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso). 2011.

## **5 Capítulo 2: QUALIDADE DE MUDAS DE *Copaifera Langsdorffii* CULTIVADAS EM SUBSTRATOS ALTERNATIVOS EM FUNÇÃO DA FONTE E MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE ÁCIDOS HÚMICOS**

### **5.1 Resumo**

A crescente demanda por mudas de espécies florestais nativas tem exigido mais pesquisas relacionadas ao uso de substratos e compostos orgânicos com efeito promotor de desenvolvimento capazes de proporcionar mudas de melhor qualidade. Neste contexto objetivou-se avaliar a qualidade de mudas de *Copaifera langsdorffii* cultivada em substratos alternativos em função da fonte e método de aplicação de ácidos húmicos. O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, sendo cada repetição uma parcela composta por seis plantas. As plantas foram submetidas aos métodos de aplicação (foliar, imersão de tubetes e sobre o solo) dos ácidos húmicos de base comercial (Fertiactyl®) e alternativo (ácido húmico alternativo - AHA). Foram mensuradas o número de folhas (NF), área foliar (AF), altura de planta (AP), e comprimento de raiz (CR), na sequência as mudas foram particionadas e colocadas na estufa por 72 horas, avaliando-se a massa seca da parte aérea e (MSPA) e massa seca de raiz (MSR). Aos 114 dias após a germinação das plantas, realizou também a mensuração do diâmetro do colo (DC) e com esses dados determinou o índice de qualidade de mudas (IQD). O uso de ácidos húmicos promove maior área foliar das mudas em função dos dias após a germinação, sendo que, o ácido húmico comercial aplicado via foliar promove o maior incremento. O maior índice de qualidade de mudas ocorre quando o ácido húmico comercial é aplicado via foliar, enquanto o menor índice acontece quando não utiliza ácidos húmicos.

**Palavras-chave:** Produção de mudas. Desenvolvimento inicial. Cerrado.

### **5.2 QUALITY OF MULCES OF *Copaifera Langsdorffii* CULTIVATED IN ALTERNATIVE SUBSTRATES IN FUNCTION OF SOURCE AND METHOD OF APPLICATION OF HUMIC ACID**

### **5.3 Abstract**

The growing demand for seedlings of native forest species has required more research related to the use of substrates and organic compounds with developmental

effect capable of providing better quality seedlings. The objective of this study was to evaluate the quality of *Copaifera langsdorffii* seedlings cultivated in alternative substrates as a function of source and method of application of humic acids. The experimental design was completely randomized, with five replications, each replicate being a plot composed of six plants. The plants were submitted to the application methods (foliar, immersion of tubes and on the soil) of humic acids of commercial base (Fertiactyl®) and alternative (humic acid alternative - AHA). The number of leaves (NF), leaf area (FA), plant height (AP), and root length (CR) were measured, and the seedlings were partitioned and placed in the greenhouse for 72 hours, (MSPA) and root dry mass (MSR). At 114 days after the germination of the plants, it also performed the measurement of the neck diameter (DC) and with these data determined the index of seedling quality (IQD). The use of humic acids promotes a greater leaf area of the seedlings as a function of the days after the germination, and the commercial humic acid applied through the leaf promotes the greatest increase. The highest quality index of seedlings occurs when commercial humic acid is applied via foliar, while the lowest index occurs when it does not use humic acids.

**Keywords:** Seedling production. Initial development. Thick.

#### 5.4 Introdução

A *Copaifera langsdorffii* é uma espécie de ocorrência tanto em áreas mais férteis e bem drenadas, bem como em solo pobre, ácido e álico do Cerrado, sendo sua ocorrência frequente em Matas Ciliares. Contudo, o uso mais nobre e menos destrutivo sempre foi a extração de óleo, esse uso mais recentemente tem agregado valor para a preservação das árvores em função de novos aproveitamentos na indústria farmacêutica e de cosméticos. Assim, frente ao aumento na potencialidade de uso dos produtos da copaíba, surgiu o interesse por conhecimentos técnicos que promovam o aumento da produção e produtividade em cultivos comerciais e em repovoamento de áreas degradadas.

A utilização de mudas de qualidade resulta em menor frequência de tratos culturais e redução nas taxas de mortalidade (RUDEK et al., 2013). Sendo as características morfológicas utilizadas para indicar a qualidade das mudas, porém à

sobrevivência e o crescimento inicial, dependem da interação das características das mudas em relação às condições encontradas a campo (ELOY et al. 2013).

Um dos fatores limitantes para quem produz mudas de espécies florestais nativas é o crescimento lento, principalmente daquelas identificadas como tardias ou clímax (FERRAZ & ENGEL, 2011). Em se tratando de espécies florestais nativas, faz-se necessário fazer a suplementação do substrato com fontes orgânicas, pois é bastante favorável para o bom desenvolvimento das mudas (CASTRO et al., 2014).

Mais recentemente, resultados de pesquisas tem comprovada alteração na morfologia, fisiologia e absorção de água e nutrientes em função do suprimento de fertilizantes que contém ácidos húmicos na sua composição. Zandonadi et al. (2014) citam que os ácidos húmicos podem influenciar no desenvolvimento radicular, foliar, aumento na absorção de água e nutrientes além da regulação de enzimas importantes para o metabolismo vegetal, sendo que as bombas de prótons são fundamentais para absorção de nutrientes pelas plantas. Canellas et al. (2008) descrevem a alteração enzimática na ATPase ácida facilitando a absorção de água e nutrientes através da membrana, também cita a ocorrência de uma ação do tipo auxínica presente nos ácidos húmicos que promovem o crescimento de raízes. Rosa et al. (2009) também citam que os ácidos húmicos (SH) podem alterar diretamente o metabolismo bioquímico das plantas e, por consequência, influenciar no crescimento e desenvolvimento.

Nas SH a fração mais bioativa, os ácidos húmicos (AH), são ácidos orgânicos, solúveis em água, presentes em diferentes fontes orgânicas, tais como lodo de esgoto, composto orgânico, leonardita, turfa e produtos comerciais (LIMA et al., 2011), substratos orgânicos comerciais, esterco bovino humificado, terra preta e casca de arroz carbonizada (SILVA 2015; SANTOS, 2015).

A aplicação de fertilizantes à base de ácidos húmicos (SH) como suprimento de nutrientes e efeito promotor de desenvolvimento em lavouras comerciais vem crescendo em função das respostas obtidas especialmente em cultivos com alto nível tecnológico (CUNHA et al., 2009; BALDOTTO et al., 2009, PINHEIRO et al., 2010; RIMA et al., 2011; NOMURA et al., 2012; Santos et al., 2015). Contudo, em espécies florestais ainda são poucos os resultados científicos que mostram a potencialidade de uso (SILVA, 2015).

Os mesmos autores afirmam que os ácidos húmicos promovem o aumento da área radicular e do número de raízes fisiologicamente ativas, sendo estes efeitos

dependentes, da espécie, idade e da fonte e concentração de ácido húmico utilizada (ROSA et al., 2009; SILVA, 2015). Assim, a recomendação para o uso de ácidos húmicos como promotora do desenvolvimento das plantas ainda necessita de estudos, referentes a fontes, formas e épocas de aplicação.

Neste contexto objetivou-se avaliar o efeito dos métodos de aplicação de ácidos húmicos em substrato orgânico alternativo na qualidade de mudas de *Copaifera langsdorffii*.

## 5.5 Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido em viveiro de produção de mudas florestais sob cobertura do tipo sombrite com 50% de retenção da luminosidade, localizado no município de Dianópolis estado do Tocantins, nas coordenadas geográficas, 11°37'41"S de latitude, 46°49'17"W de longitude, com altitude de 702 metros. Segundo a classificação de Köppen (1948), o clima da região é do tipo Aw, possui um período mais prolongado de estação seca com acentuada deficiência hídrica, definido como tropical quente e úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

As mudas foram propagadas via sementes, adquiridas do Instituto Brasileiro de Floresta – IBF, foram coletadas em outubro de (2015) em Goiânia – GO. As sementes foram semeadas em caixa de areia lavada. Aos 15 dias após a germinação foram retiradas seis mudas para serem avaliadas antes das demais serem selecionadas e transplantadas para os tubetes. Somente as que obedeciam aos padrões pré-estabelecidos, sendo 5 cm de altura e com no mínimo oito folhas.

As bandejas eram compostas por 32 células, sendo preenchidas com substrato alternativo em mistura de casca de arroz carbonizada e terra de subsolo na proporção de 1:1:1 (Quadro 1), cada célula com capacidade de 187cm<sup>3</sup> de substrato, onde ficaram até o final do experimento.

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizados, com cinco repetições, sendo cada repetição uma parcela composta por seis plantas. Os tratamentos foram constituídos por ácidos húmicos de composição comercial e alternativa em diferentes métodos de aplicação, como descritos no quadro 2.

**Quadro 1.** Composição físico-químicas das matérias primas utilizadas na elaboração dos substratos. Dianópolis – TO, 2016

Análises	Und.	Casca de Arroz Carbonizada		Substrato Alternativo	
		Base Seca 110°C	Umidade Natural	Base Seca 110°C	Umidade Natural
pH CaCl <sub>2</sub> 0,01M (Ref. 1:2,5)	pH	----	6,00	----	7,70
Densidade	g/cm <sup>3</sup>	----	0,13	----	0,46
Umid. Perdida a 60-65°C	%	----	67,95	----	5,41
Umid. Perdida entre 65 e 110°C	%	----	0,31	----	1,36
Umidade Total	%	----	68,26	----	6,77
Materiais Inertes	%	----	0,00	----	10,79
Nitrogênio Total	%	0,35	0,11	0,92	0,76
Mat. Orgânica Total (Combustão)	%	71,79	22,78	48,05	39,61
Mat. Orgânica Compostável (Titulação)	%	35,59	11,30	42,03	34,65
Mat. Orgânica Resistente a Compostagem	%	36,20	11,48	6,02	8,70
Carbono Total (Orgânico e Mineral)	%	39,88	12,66	26,69	19,63
Carbono Orgânico	%	19,77	6,28	23,35	17,17
Resíduo Mineral Total	%	28,30	8,98	52,75	43,49
Resíduo Mineral Insolúvel	%	25,60	8,12	40,22	33,16
Resíduo Mineral Solúvel	%	2,70	0,86	12,53	9,22
Relação C/N (C Total e N Total)	----	114/1	115/1	29/1	26/1
Relação C/N (C Orgânico e N Total)	----	56/1	57/1	25/1	23/1
Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total)	%	0,54	0,17	0,73	0,60
Potássio (K <sub>2</sub> O Total)	%	0,60	0,19	2,32	1,91
Cálcio (Ca Total)	%	0,40	0,13	2,13	1,76
Magnésio (Mg Total)	%	0,20	0,06	0,70	0,58
Enxofre (S Total)	%	0,13	0,04	0,18	0,15
Boro (B Total)	mg/kg	3,00	1,00	24,00	20,00
Cobre (Cu Total)	mg/kg	7	2	28	23
Ferro (Fe Total)	mg/kg	2179	692	3488	2875
Manganês (Mn Total)	mg/kg	555	176	822	678
Zinco (Zn Total)	mg/kg	59	19	74	61

**Quadro 2.** Descrição dos métodos de aplicação dos ácidos húmicos

MÉTODO	DESCRIÇÃO
<b>T0</b>	Sem aplicação das substâncias
<b>T1AHA-I</b>	Aplicação de ácido Húmico Alternativo por Imersão dos tubetes
<b>T1AHA-S</b>	Aplicação de ácido Húmico Alternativo no Substrato
<b>T1AHA-F</b>	Aplicação de ácido Húmico Alternativo via Foliar
<b>T2AHC-I</b>	Aplicação de ácido Húmico Comercial por Imersão dos tubetes
<b>T2AHC-S</b>	Aplicação de ácido Húmico Comercial no Substrato
<b>T2AHC-F</b>	Aplicação de ácido Húmico Comercial via Foliar

O produto comercial Fertiactyl® (SHC), que de acordo com Silva (2015) possui nitrogênio (13%), fósforo (10%), potássio (5%) e matéria orgânica (ácidos húmicos e fúlvicos) e a ácido húmico obtida de compostos orgânicos alternativos (ácido húmico alternativo - SHA), desenvolvida no laboratório da Universidade Federal do Tocantins – UFT, *Campus Gurupi*.

Os ácidos húmicos foram aplicadas em intervalos de 21 dias, sendo a irrigação suspensa com antecedência de 24 horas, não sendo irrigado no período das 07:00 às 07:00 horas do dia seguinte. Após esse período foi realizado a aplicação dos ácidos húmicos na proporção de 5 ml da substância para 995 ml de água, através dos seguintes procedimentos:

**Tratamento por imersão:** em um recipiente com capacidade de 10 L foram adicionado 7,2 L de solução, eram imergidas 8 células por vez no decorrer de 10 segundos, após cada imersão era restituído o volume de solução que havia sido absorvido pelo substrato, sendo esses procedimentos usados para as duas substâncias comercial e alternativa.

**Aplicação no substrato:** 1000 ml de cada solução foi distribuído por igual volume com auxílio de uma seringa nas células, sendo que cada célula recebeu volume de 25 ml, pois como os tratamentos eram destrutivos as demais mudas não poderiam receberem doses superiores.

**Aplicação foliar:** esse método fez-se uso de pulverizador manual com capacidade de 1L, depois foi borrifado 500 ml em toda a área foliar das mudas até o fim da solução.

As avaliações ocorreram aos 15; 42; 60; 90 e 114 dias após a aplicação do ácido húmico. Para avaliação do efeito do método de aplicação dos ácidos húmicos sobre as plantas de *Copaifera langsdorffii* foram mensuradas o número de folhas (NF), área foliar (AF), altura de planta (AP), e comprimento de raiz (CR) e determinadas a massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR).

A pesagem foi realizada após a completa secagem das mudas em estufa de passagem de ar forçada a 60°C durante 72 horas. Para tanto, elas foram previamente preparadas, sendo cuidadosamente destorroadas e a parte aérea então separada do sistema radicular. O diâmetro do colo foi mensurado com paquímetro digital graduado em milímetro e a altura das mudas e comprimento da raiz foram medidas utilizando uma régua graduada em milímetro.

A área foliar das mudas foi estimada com o uso do *software* ImageJ. Realizou-se a retirada das folhas das mudas, após a identificação a qual tratamento fora submetida, realizou-se disposição das mesmas sobre uma folha de papel de tamanho 21×29,7 cm (A4) contendo um retângulo de cor preta, totalmente preenchido, medindo 3×15cm (45 cm<sup>2</sup>) utilizado para calibração do *software*. Em seguida, foram fotografadas todas as folhas das mudas de *Copaifera langsdorffii*

com auxílio de uma máquina digital com 12.0 *megapixels* de resolução, que posteriormente foram submetidas à análise de área através de algoritmos de contrastes e modelos matemáticos do *software* ImageJ versão 1.48.

Além disso, foram calculadas ao final do experimento a massa seca total (MST), as razões entre altura (AP) e diâmetro do coleto (DC) e massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR), bem como a qualidade das mudas através do índice de qualidade de mudas (IQD) (DICKSON et al., 1960), por meio da equação:

$$IQD = \frac{MSTp}{\frac{AP}{DC} + \frac{MSA}{MSR}}$$

Em que o Índice de Qualidade de Dickson (IQD); Massa Seca Total da planta (MSTp); Relação Altura da Planta com Diâmetro do Colo ( $\frac{AP}{DC}$ ) e Relação Massa Seca Aérea com a Massa Seca Radicular ( $\frac{MSA}{MSR}$ ).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e a significância dos tratamentos testada pelo teste F com uso do software Sisvar®. O desenvolvimento das mudas em função do tempo foi avaliado através da análise de regressão. Realizou-se o estudo da qualidade final das mudas através do teste de média (Tukey).

## 5.6 Resultados e Discussão

Na tabela 1 é possível verificar que as características estudadas, com exceção, do comprimento radicular (CR) apresentam diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), altura de planta (AP), massa seca da raiz (MSR), comprimento radicular (CR), Dianópolis – TO, 2016

FV	GL	NF	AF	P	AP	MSR	CR
Tratamento	6	112.02**	2505.35**	0.192**	48.65**	0.0663**	3.72 <sup>ns</sup>
Data	4	1002.52**	30429.67**	1.889**	144.80**	0.8861**	312.07**
Tratamento*Data	24	38.02**	1369.30**	0.025**	6.77**	0.0115**	5.67**
Erro	170	16.35	165.44	0.007	2.74	0.0054	2.61
CV %	-	24.44	22.52	17.78	12.85	30.40	16.09

FV: Fonte de variação; \*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade; \*significativo ao nível de 5% de probabilidade e <sup>ns</sup> não significativo.

Nota-se ainda que na aplicação de ácidos húmicos, independentemente do método utilizado promoveu alterações morfológicas significativas nas mudas de *Copaifera langsdorffii*.

Na análise do tratamento em função das datas de aplicação dos ácidos húmicos, verificou-se que ocorreu diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F.

Para o comprimento radicular (CR) das mudas de *Copaifera langsdorffii* não foi observada diferença significativa quando submetidas aos tratamentos de aplicação dos ácidos húmicos (Tabela 2). Entretanto, observa-se diferença significativa no indicador massa seca da raiz (MSR), promovido por um maior incremento radicular e desenvolvimento das radículas.

**Tabela 2.** Número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), altura de planta (AP), massa seca da raiz (MSR), comprimento radicular (CR), Dianópolis – TO, 2016

<b>Tratamentos</b>	<b>NF</b>	<b>AF (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>MSPA (g)</b>	<b>AP (cm)</b>	<b>MSR (g)</b>	<b>CR (cm)</b>
<b>T0</b>	12.63b	38.45c	0.317d	10.39d	0.174e	9.77a
<b>T1AHA-F</b>	18.42a	56.91ba	0.540a	14.15a	0.301a	9.68a
<b>T1AHA-I</b>	17.56a	64.89a	0.532ba	13.73cba	0.239dcb	9.92a
<b>T1AHA-S</b>	15.93a	54.69b	0.488cba	13.11cba	0.258cba	10.61a
<b>T2AHC-F</b>	17.90a	63.55ba	0.534ba	13.80ba	0.296ba	10.22a
<b>T2AHC-I</b>	17.03a	57.41ba	0.424c	12.55cb	0.198ed	9.78a
<b>T2AHC-S</b>	16.33a	63.80ba	0.466cb	12.45c	0.232ed	10.37a

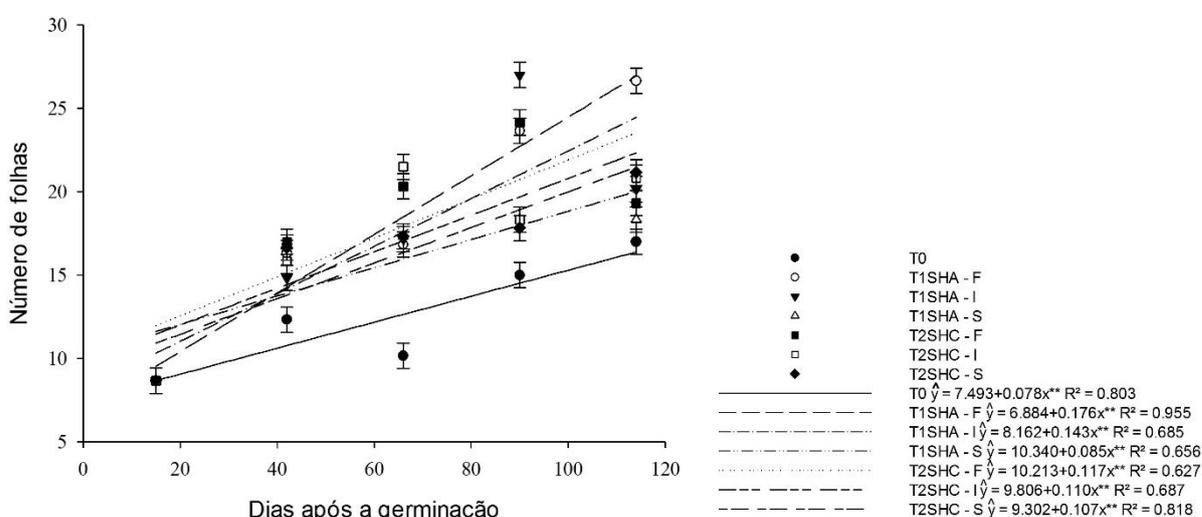
\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O método de aplicação via foliar do ácido húmico de composição alternativo (T1AHA-F) promoveu maior incremento da massa seca da raiz. Enquanto as mudas que não receberam aplicação de ácidos húmicos obtiveram os menores pesos de massa seca da raiz, apesar de não diferirem estatisticamente das outras mudas submetidas aos tratamentos T2AHC-I e T2AHC-S quando analisado o parâmetro massa seca de raiz.

A não utilização de ácidos húmicos resultou nos menores índices das características estudadas, uma vez que a utilização de ácidos húmicos promove aceleração na absorção de nutrientes minerais, principalmente o nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, (BLANCHET, 1957). Rima et al. (2011) concluíram que os AH modificaram a morfologia do sistema radicular e promoveram aumento no número de raízes fisiologicamente ativas e na área radicular. O sistema radicular do

abacaxizeiro também foi significativamente alterado com a aplicação de AH, sendo observados incrementos na matéria fresca da raiz, matéria seca da raiz e área radicular nos tratamentos com AH, correspondendo a aproximadamente 70, 57 e 39% respectivamente, quando comparado ao controle (BALDOTTO et al., 2009).

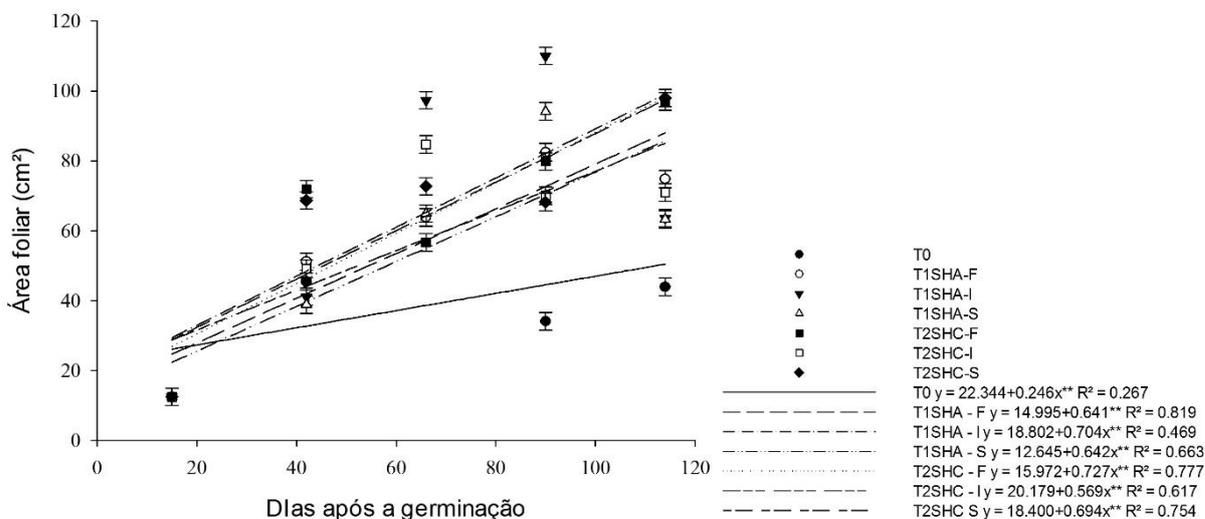
Nota-se diferenças entre os tratamentos empregados, o T1AHA-F, apresentou as melhores médias em quantitativo de folhas ao longo do experimento. Isso fica evidenciado pelo maior coeficiente angular do ajuste da equação para T1AHA-F em relação aos demais modelos ajustados (Figura 1).



**Figura 1.** Número de folhas das mudas de *Copaifera langsdorffii* em função dos dias após a germinação, submetidas aos métodos de aplicação dos ácidos húmicos comercial e alternativo. Gurupi –TO, 2016.

Enquanto o menor incremento no número de folhas foi observado quando não utilizou ácidos húmicos, confirmado pelo menor coeficiente angular do ajuste da equação para T0. Um maior número de folhas significa aumento da área fotossintetizante (KROLING et al., 2005), refletindo em maior produção de fotoassimilados que são translocados para crescimento em altura, diâmetro do coleto e para a formação da fitomassa seca (SILVA et al., 2007).

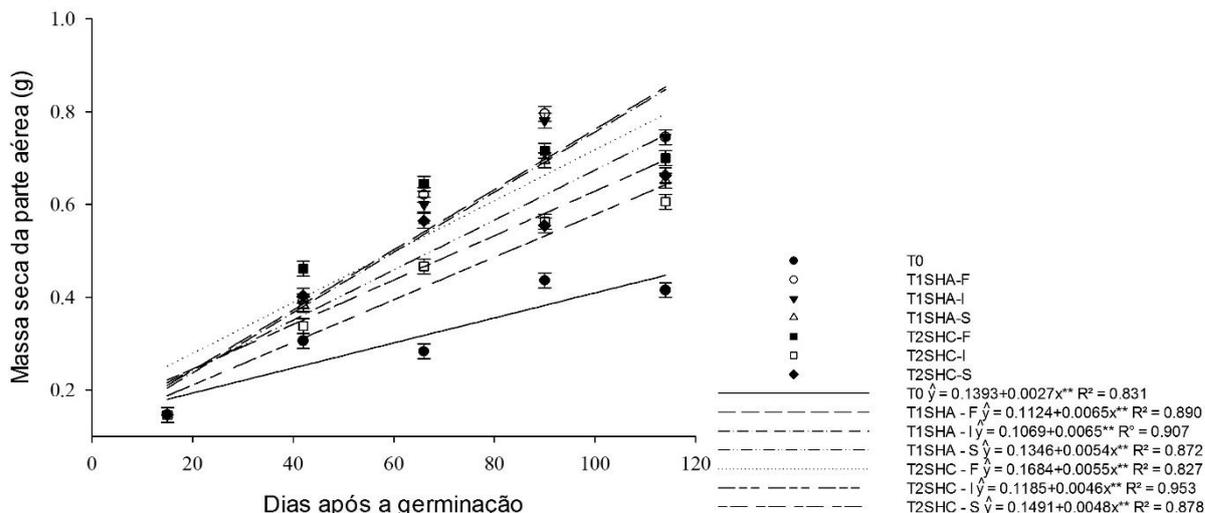
Com relação ao crescimento de área foliar, é possível verificar nos resultados que as mudas tiveram um comportamento diferenciado quanto a sua ontogênese foliar. O aumento da área foliar das mudas de *Copaifera langsdorffii* foi maior no tratamento T1AHC-F, o inverso foi observado no tratamento T0, demonstrando que a ausência dos ácidos húmicos promoveu menor aumento da área foliar das mudas (Figura 2).



**Figura 2.** Área foliar das mudas de *Copaifera langsdorffii* em função dos dias após a germinação, submetidas aos métodos de aplicação dos ácidos húmicos comercial e alternativo. Gurupi –TO, 2016.

As folhas são o principal órgão fotossintético (TAIZ & ZEIGER, 2002). É sabido que o desenvolvimento de uma planta se inicia com a fixação de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), que irá variar em função da quantidade e qualidade da radiação solar incidente, e indiretamente da área foliar disponível nas plantas. Os assimilados de carbono fixados pelas fotossínteses servem de matéria-prima para a síntese da massa seca da planta, que se traduz em crescimento e produtividade (ADRIOLO, 2004), no entanto são os nutrientes minerais adquiridos primariamente na forma de íons inorgânicos através do sistema radicular da planta que fazem com que os assimilados de carbono se transformem em compostos funcionais ou estruturais.

A maior produção de massa seca da parte aérea foi obtida com os tratamentos T1AHA-F e T1AHA-I, correspondente ao método de aplicação de ácido húmico de composição alternativo via foliar e por imersão (Figura 3).

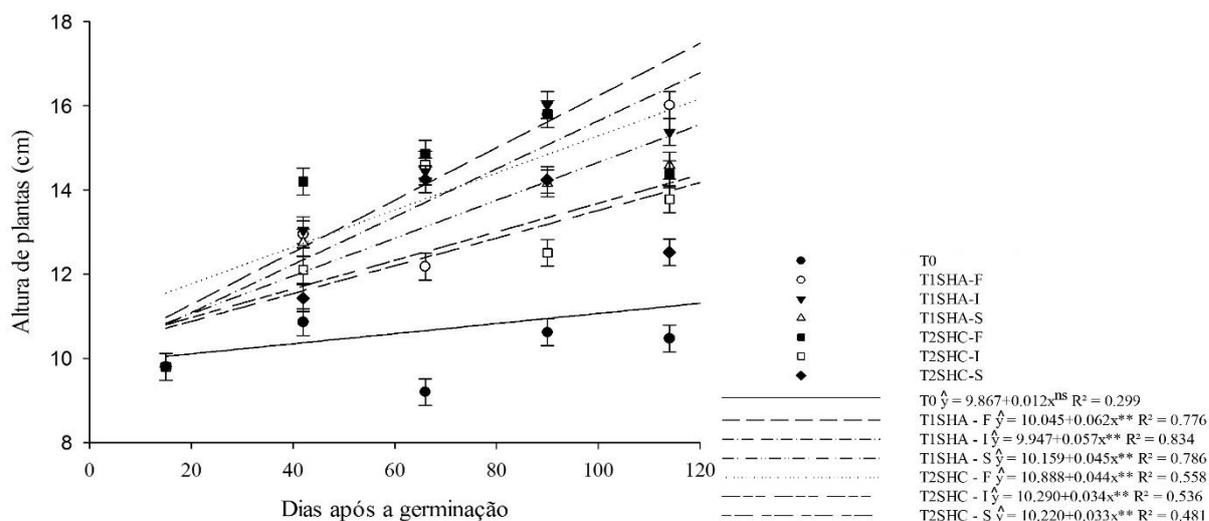


**Figura 3.** Massa seca da parte aérea das mudas de *Copaifera langsdorffii* em função dos dias após a germinação, submetidas aos métodos de aplicação dos ácidos húmicos comercial e alternativo. Gurupi –TO, 2016.

Verificou-se ainda que os melhores resultados para a aplicação do ácido húmico de composição comercial, foram obtidos pelo tratamento T2AHC-F. Esse melhor desempenho deve-se, possivelmente, a uma boa assimilação da substância via aplicação foliar. Rodrigues (2013) estudando o efeito da fonte dos ácidos húmicos encontrou incremento de 25,73% para massa seca da parte aérea de plantas de alface para a fonte comercial Fertiacetyl®. Para os tratamentos à base de ácido húmico de composição alternativa, o T1AHA-S proporcionou menores valores no desenvolvimento de área foliar, constatado no coeficiente angular do modelo de ajuste. Já para os tratamentos à base de ácido húmico de composição comercial, o T2SHC-F apresentou as maiores médias de área foliar, sendo que não existe diferença significativa entre o tratamento T2SHC-F e os demais tratamentos de composição alternativa (Tabela 2), isso vem a corroborar com fato de as plantas absorverem melhor as substâncias pelas folhas.

Rosa et al. (2009) afirmaram que tais substâncias influenciam no crescimento e desenvolvimento vegetal, devido alterarem diretamente o metabolismo bioquímico das plantas.

As alturas das mudas sofreram influência dos métodos de aplicação do ácido húmico de composição alternativa, evidenciando que as maiores médias foram obtidas pelo tratamento T1SHA-F (Figura 4). Semelhantemente o tratamento T2SHC-F apresentou as maiores alturas de plantas quando comparadas aos outros métodos de aplicação do ácido húmico comercial.



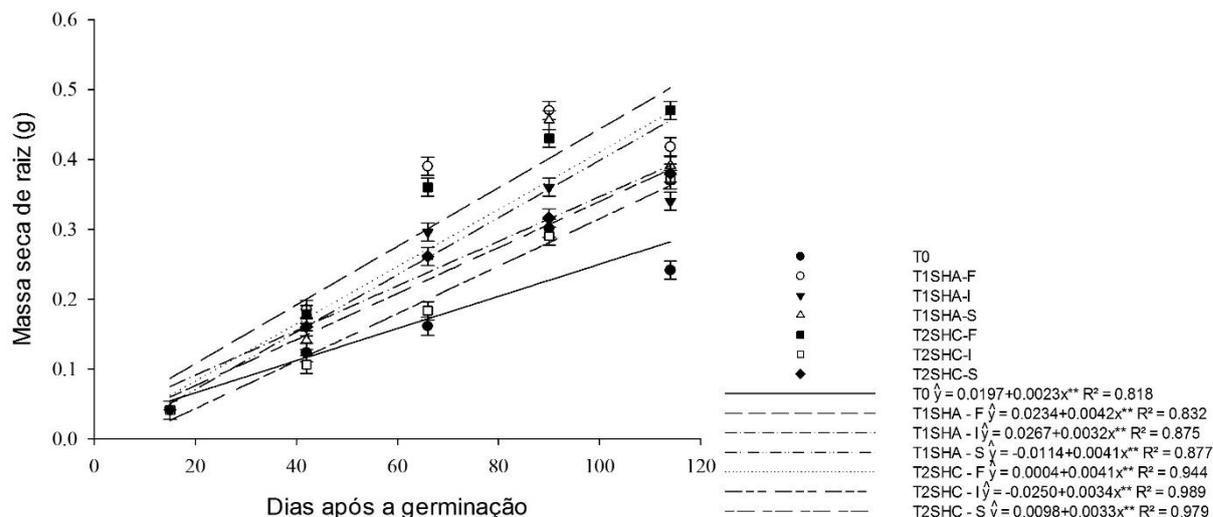
**Figura 4.** Incremento na altura das mudas de *Copaifera langsdorffii* em função dos dias após a germinação, submetidas aos métodos de aplicação dos ácidos húmicos comercial e alternativa. Gurupi –TO, 2016.

Silva (2015), trabalhando com métodos de aplicação e doses de ácidos húmicos, encontrou resposta quadrática significativa no incremento de altura nas mudas de *Eucalyptus urograndis* pelo tratamento por imersão dos tubetes.

A altura é um parâmetro visual de fácil obtenção e não destrutivo. A partir da sua medição já é possível inferir dados sobre a qualidade das mudas. Segundo Gomes (2001) uma maior altura da planta implica numa maior área foliar disponível para a fotossíntese e transpiração, sendo uma vantagem em sítios onde a competição poderá ser um problema.

As mudas sem a aplicação da substância apresentaram a altura média de 10,39 cm, valor este inferior às alturas médias apresentadas pelas mudas tratadas, demonstrando que a presença do ácido húmico, influenciaram o melhor desenvolvimento deste parâmetro. Muitas vezes, mudas de maior altura não são exatamente as melhores em termos de sobrevivência em campo, especialmente quando estas estão estioladas.

A influência dos métodos de aplicação de ácidos húmicos de composição comercial e alternativa na produção da massa seca das raízes é apresentada na figura 5. A produção da massa seca das raízes seguiu a mesma tendência, sendo que o maior valor de massa da raiz foi obtido pelo tratamento T1SHA-F, seguido por T1SHA-S apresentou o mesmo coeficiente de incremento que T2SHC-F.



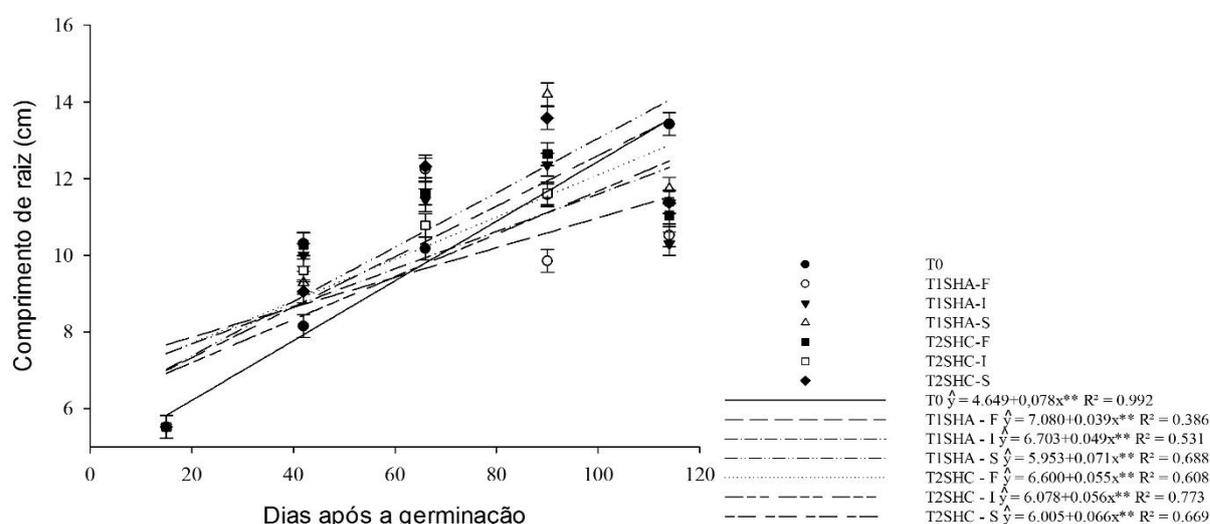
**Figura 5.** Massa seca de raiz das mudas de *Copaifera langsdorffii* em função dos dias após a germinação, submetidas aos métodos de aplicação dos ácidos húmicos comercial e alternativa. Gurupi –TO, 2016.

Rosa et al. (2009) encontraram resposta linear na produção de massa seca do sistema radicular com a aplicação de doses crescentes de ácidos húmicos extraídas de carvão. Rodrigues (2013) observou que o ácido húmico alternativa promoveu, com base na avaliação da massa seca de raiz, maior desenvolvimento radicular (15,89%). O crescimento radicular tem se apresentado como um dos principais efeitos dos ácidos húmicos, o que pode gerar impacto sobre a produção das culturas.

Os resultados obtidos estão de acordo com alguns trabalhos citados na literatura que comprovam o maior desenvolvimento do sistema radicular com a utilização de doses de ácidos húmicos (SILVA & JABLONSKI, 1995). A grande massa seca das raízes aumentam a capacidade para absorver íons inorgânicos em baixas concentrações na solução do solo, tornam a absorção mineral pela planta um processo bastante efetivo. Depois de absorvido, os íons são transportados para as diversas partes da planta, onde são assimilados e utilizados em importantes funções biológicas (WENDLING et al., 2007)

De acordo com Façanha et al. (2002), a influência positiva da aplicação de ácidos húmicos no desenvolvimento do sistema radicular pode ser devido ao efeito estimulante dos ácidos húmicos semelhante aos hormônios vegetais, pois os autores verificaram que estes ácidos são capazes de proporcionar o aumento de uma enzima que promove a expansão radicular.

Comparando as médias de comprimento de raiz obtidas pelos métodos de aplicação dos ácidos húmicos, observa-se o tratamento T1SHA-S como o que proporcionou o maior crescimento (Quadro 2). Este tratamento condiz com um dos que proporcionou um dos maiores crescimentos da parte aérea das mudas, o que seria esperado uma vez que as condições que favorecem o desenvolvimento do sistema radicular refletem de maneira positiva na parte aérea. No entanto o tratamento T0 apresentou maior incremento para este parâmetro pelo modelo matemático. Infere-se que isso possa ter ocorrido devido a existência de uma raiz com maior comprimento, porém com menor massa seca (Figura 6).



**Figura 6.** Comprimento de raiz das mudas de *Copaifera langsdorffii* em função dos dias após a germinação, submetidas aos métodos de aplicação dos ácidos húmicos comercial e alternativa. Gurupi –TO, 2016.

Verifica-se ainda que a aplicação foliar teve o menor incremento no comprimento da raiz entre os métodos de aplicação para cada ácido húmico.

Observando a tabela de análise da variância para avaliação final das mudas (aos 114 dias após a germinação) de *Copaifera langsdorffii*, é possível verificar a existência de diferenças significativas pelo teste F ao nível de 1% para a maioria das características estudadas, com exceção dos parâmetros, comprimento radicular, massa seca das raízes e relação da massa seca da parte aérea com a massa seca das raízes (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resumo do quadro de análise de variância para número de folhas (NF), área foliar (AF), altura de planta (AP), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSA), comprimento radicular (CR), massa seca da raiz (MSR), relação da massa seca da parte aérea com a massa seca de raízes (RPAR), relação da altura parte aérea com o diâmetro do coleto (RAD) e índice de qualidade de mudas (IQD). Gurupi –TO, 2016

FV	GL	NF	AF (cm <sup>2</sup> )	AP (cm)	DC (cm)	MSA (g)	CR (cm)	MSR (g)	RPAR	RAD	IQD
<b>QM</b>											
<b>Tratamento</b>	6	57.00**	2193.95**	15.06**	1.021**	0.077**	6.33 <sup>ns</sup>	0.030 <sup>ns</sup>	0.343 <sup>ns</sup>	7.88**	0.0057**
<b>Erro</b>	30	14.73	126.34	1.55	0.038	0.009	2.83	0.013	0.164	0.79	0.0011
<b>CV %</b>	-	18.72	15.41	8.89	8.81	15.08	14.77	31.28	22.28	13.76	26.74

FV: Fonte de variação; \*\*significativo ao nível de 1% de probabilidade; \*significativo ao nível de 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo.

Dados do número de folhas, área foliar, altura de plantas, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea, comprimento de raiz, massa seca da raiz, relação da parte aérea com a massa seca das raízes, relação da altura da parte aérea com o diâmetro do colo e o índice de qualidade de mudas são apresentados na tabela 4. De acordo com os dados presentes na tabela 4, as mudas que não receberam ácidos húmicos apresentaram, significativamente, a menor altura, menor diâmetro do coleto e menor massa seca da parte aérea.

**Tabela 4.** Número de folhas (NF), área foliar (AF), altura de planta (AP), diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSA), comprimento radicular (CR), massa seca da raiz (MSR), relação da massa seca da parte aérea com a massa seca de raízes (RPAR), relação da altura parte aérea com o diâmetro do coleto (RAD) e índice de qualidade de mudas (IQD). Gurupi –TO, 2016

Tratamentos	NF	AF (cm <sup>2</sup> )	AP (cm)	DC (cm)	MSA (g)	CR (cm)	MSR (g)	RPAR	RAD	IQD
<b>T0</b>	17.00b	43.88c	11.47c	1.34c	0.41b	13.42a	0.24b	1.73ba	8.58a	0.06b
<b>T1SHA-F</b>	26.66a	74.79b	16.02a	2.26b	0.74a	10.52ba	0.41ba	1.86ba	7.11ba	0.13a
<b>T1SHA-I</b>	20.16ba	63.57cb	15.38a	2.36ba	0.74a	10.30b	0.34ba	2.29a	6.53cb	0.12ba
<b>T1SHA-S</b>	18.33b	63.20cb	14.58ba	2.21b	0.65a	11.74ba	0.39ba	1.78ba	6.62cb	0.12ba
<b>T2SHC-F</b>	19.33b	97.03a	14.38ba	2.42ba	0.70a	11.04ba	0.47a	1.51b	6.03cb	0.15a
<b>T2SHC-I</b>	20.83ba	70.94b	13.78ba	2.64a	0.60a	11.40ba	0.37ba	1.71ba	5.24c	0.14a
<b>T2SHC-S</b>	21.16ba	97.00a	12.52cb	2.35ba	0.66a	11.38ba	0.38ba	1.82ba	5.33c	0.14a

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As relações altura da planta com o diâmetro do coleto (RAD) foram menores para os tratamentos T2SHC-I, T2SHC-S e T2SHC-F, com isso infere-se que o ácido húmico de composição comercial proporcionou equilíbrio no incremento em altura e diâmetro do colo. Verificou-se ainda que o RAD no tratamento T0 proporcionou maiores médias, indicando que a ausência de ácidos húmicos pode provocar um efeito semelhante ao estiolamento, crescendo a muda mais em altura do que em diâmetro, dificultando a sobrevivência das mudas no pós-plantio.

Produtos comerciais de ácidos húmicos têm mostrado incrementos em várias culturas (SILVA et al., 1999) e o crescimento superior das mudas quando na presença destas substâncias orgânicas indica a necessidade desse componente no substrato para a produção de mudas de melhor qualidade (COSTA et al., 2005).

O índice de qualidade de mudas (IQD) variou de 0,06 e 0,15, quando o tratamento foi a dose zero (T0) o índice foi 0,06 enquanto o tratamento T2SHC-F apresentou o maior índice 0,15. Por outro lado, nos demais métodos de aplicação, os desempenhos das mudas foram intermediários entre esses dois extremos, mas sempre apresentando diferença significativa quando se faz uso do ácido húmico, seja de composição comercial ou alternativa.

O efeito dos ácidos húmicos não é fácil de ser explicado, devido à natureza complexa ainda pouco conhecida dessas substâncias (ROSA et al., 2009) e a resposta das plantas aos ácidos húmicos e fúlvicos está na dependência da fonte destes e, principalmente da espécie vegetal (SILVA et al., 1999).

Estabelecendo-se como padrão o valor mínimo de 0,20 para o IQD, conforme recomendação de Hunt (1990), observa-se que nenhum tratamento proporcionou esse resultado, no entanto isso pode estar relacionado ao tamanho do recipiente utilizado para produção, bem como ao período estabelecido para realização do estudo, que finalizou aos 114 dias após a germinação das sementes.

O IQD é um dos melhores indicadores da qualidade de mudas, pois leva em consideração vários indicadores morfológicos importantes ao mesmo tempo, de modo que a utilização desses parâmetros de forma isolada eleva o risco de escolha equivocada das mudas mais altas em detrimento das mais baixas (FONSECA et al., 2002). Entretanto, é necessário ter cautela e considerar esse valor em relação a cada espécie e condições de cultivo (AZEVEDO et al., 2010).

## **5.7 Conclusões**

O uso de ácido húmico promove maior área foliar nas mudas de copaíba, sendo a ácido húmico comercial aplicada via foliar a que promove o maior incremento.

O ácido húmico alternativa aplicada via foliar e por imersão dos tubetes promove o maior incremento de massa seca da parte aérea em relação a fonte comercial e a ausência de aplicação de ácidos húmicos.

A aplicação de ácidos húmicos promove maior massa seca de raiz quando comparadas a mudas que não recebem aplicação de ácidos húmicos. Já ausência de aplicação de ácido húmico promove maior incremento no comprimento radicular,

O uso da fonte de ácido húmico comercial aplicada via foliar promove maior qualidade de mudas em relação a fonte alternativa e a ausência de aplicação de ácidos húmicos.

## 5.8 Referências Bibliográficas

ADRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de plantas em ambiente protegido. In: BARBOSA, J. G, et al. **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato: palestras realizadas e resumos apresentados IV Encontro Nacional sobre Substrato para Plantas**. Viçosa: UFV, 2004. p. 11-36.

AZEVEDO, I. M. G.; ALENCAR, R. M.; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl) em viveiro. **Acta Amazonica**, v. 40, n, 1, p. 157-164, 2010.

BALDOTTO, L. E. B.; BALDOTTO M. A.; GIRO, V. B.; CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; BRESSAN-SMITH, R. Desempenho do abacaxizeiro 'Vitória' em resposta à aplicação de ácidos húmicos durante a aclimação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, n. 4, p. 979-990, 2009.

BLANCHET, R. Influência dos coloides húmicos sobre diferentes fases de absorção dos elementos minerais pelas plantas. C.P. Acad. Sci. n.º19 In: **Revista de la potassa**, seção 3, sept., 1957.

CANELLAS, L. P.; TEIXEIRA JUNIOR, L. R. L.; DOBBSS, L. B.; SILVA, C. A.; MÉDICI, L. O.; ZANDONADI, D. B.; FAÇANHA, A. R. Humic acids cross interactions with root and organic acids. **Annals of Applied Biology**, 153, p. 157-166, 2008.

CASTRO, L. H. S. FREITAS, C. H. de.; SANTOS, D. R. dos.; SILVA, J. de F. da. COMPOSIÇÃO DO SUBSTRATO E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE CRESCIMENTO DE MUDAS DE GUAPURUVÚ (*SCHIZOLOBIUM PARAHYBA VELL. BLAKE*). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 4, n. 1, 2014.

COSTA, M.C. da; ALBUQUERQUE, M.C.de F. e; ALBRECHT, J.M.F.; COELHO, M.de F.B. Substratos para a produção de mudas de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.1, p.19-25, 2005.

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

ELOY, E.; CARON, B.O.; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L.; ELLI, E.F. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 43, n. 3, p. 373 - 384, set. 2013.

FAÇANHA, A. R.; FAÇANHA, A. L. O.; OLIVARES, F. L.; GURIDI, F.; SANTOS, G.A.; VELLOSO, A. C. X.; RUMJANEK, V. M.; BRASIL, F.; SCHRIPSEMA, J.; BRAZ-FILHO, R.; OLIVEIRA, M. A.; CANELLAS, L. P. Bioatividade de ácidos húmicos: efeito sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.9, p.1301-1310, 2002.

FERRAZ, A. V.; ENGEL V. L. Efeito do Tamanho de Tubetes na Qualidade de Mudanças de Jatobá (*Hymenaea courbaril* L. Var. *stilbocarpa* (HAYNE) LEE ET LANG.), Ipê-Amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex Dc.) SANDL.) e Guarucuia (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.3, p.413-423, 2011.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

GOMES, J. M. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubetes e de dosagens de N-P-K. 2001. 166 p. **Tese** (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

HUNT, G. A. Effect of stryrblock design and Cooper treatment on morphologhogy of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLINGS SYMPOSIUM MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, Rosenberg, 1990. **Proceedings...** Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 218-222.

KÖPPEN, W. 1948. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. Fondo de Cultura Econômica. México. 479p.

KROLING, C. L. OLIVEIRA, C. M. B.; BERNARDO, R. A.; DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A. Desenvolvimento inicial de *Lafoensia glyptocarpa* Koene sob diferentes condições de sombreamento. **Natureza on line**, Santa Tereza, v. 3, n. 2, p. 41-47, 2005.

PINHEIRO, G. L.; SILVA, C. A.; NETO, A. E. F. Crescimento e nutrição de clone de eucalipto em resposta à aplicação de concentrações de C-ácido húmico. **Rev. Bras. Ciência do Solo**, 34:1217-1229, 2010.

RIMA, J. A. H.; MARTIM, A. S.; DOBBS, L. B.; EVARISTO, J. A. M.; RETAMAL, C. A.; FAÇANHA, A. R.; CANELLAS, L. P. Adição de ácido cítrico potencializa a ação de ácidos húmicos e altera o perfil protéico da membrana plasmática em raízes de milho. **Ciência Rural**, v. 41, n. 4, p. 614-620, 2011.

RODRIGUES, L. U. **Alternativa de substrato em mistura com proporções de casca de arroz carbonizada na qualidade de mudas de tomateiro e influência de frações de ácidos húmicos na produção de mudas de alface**. 2013. 48f.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Universidade Federal do Tocantins, Gurupi – TO.

ROSA, C. M. da; CASTILHOS, R. M. V.; VAHL, L. C.; CASTILHOS, D. D.; PINTO, L. F. S.; OLIVEIRA, E. S.; LEAL, O. dos A. Efeito de ácidos húmicos na cinética de absorção de potássio, crescimento de plantas e concentração de nutrientes em *Phaseolus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, p.959-967, 2009.

RUDEK, A.; GARCIA, F. A. DE O.; PERES, F. S. B. Avaliação da qualidade de mudas de Eucalipto pela mensuração da área foliar com o uso de imagens digitais. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17, p. 3775, Dez. 2013.

SANTOS, A. C. M. DOS. (2015). Ácidos Húmicos, Aminoácidos e Vitaminas na Qualidade de Mudas de Alface. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Tocantins (UFT) - Gurupi, 2015. 57f.

SILVA, R. J. DA. (2015). Desenvolvimento e sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* em função de formas de aplicação e doses de Fertiacetyl®. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Tocantins (UFT) - Gurupi, 2015. 45f.

SILVA, R. M. da; JABLONSKI. A. Uso de ácidos húmicos e fúlvicos em solução nutritiva na produção de alface. **Revista da Escola de Engenharia**, Porto Alegre, v.23, n.2, p.71-78, 1995.

SILVA, R. M. da; JABLONSKI. A.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Crescimento da parte aérea e do sistema radicular do milho cultivado em solução nutritiva adicionada de ácidos húmicos. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.5, n.2, p.101-110, 1999.

SILVA, R. R. et al. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng.) Schum. sob influência de sombreamento. **Acta Amazonica**, Amazônia, v. 37, n. 3, p. 365-370, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2002. **Plant Physiology**. Sinauer Associates, Sunderland, MA, USA. 690pp.

WENDLING, I.; GUASTALA, D; DEDECEK, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St.-Hil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, p. 209 - 220, 2007.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS M. P.; MEDICI, L. O.; SILVA J. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura brasileira**, v. 32, n. 1, jan. - mar. 2014.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de composto orgânico, tanto na constituição de substratos como na composição de ácidos húmicos, apresentam-se com grande potencial para a produção de mudas de *Copaifera langsdorffii*, promovendo mudas de qualidade, com possibilidade de garantir uma alta taxa de sobrevivência em campo e muitas vezes a um custo reduzido.

A utilização de ácido húmico influencia diretamente no incremento e na qualidade das mudas de *Copaifera langsdorffii*, promovendo melhores padrões morfológicos e Índice de Qualidade de mudas. Para ácido húmico alternativa a aplicação foliar proporcionou o melhor efeito quando comparado aos outros dois métodos de aplicação.

Os estudos realizados com substratos alternativos para a produção de mudas de *Copaifera langsdorffii* ainda são muito incipientes, necessitando da realização de mais estudos envolvendo essa espécie que possui grande importância econômica e ambiental.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALDOTTO, Marihus Altoé; BALDOTTO, Lílian Estrela Borges. Ácidos húmicos. **Ceres**, v. 61, n. 7, 2015.

CASTRO, L. H. S. FREITAS, C. H. de.; SANTOS, D. R. dos.; SILVA, J. de F. da. COMPOSIÇÃO DO SUBSTRATO E PARÂMETROS FISIOLÓGICOS DE CRESCIMENTO DE MUDAS DE GUAPURUVÚ (*SCHIZOLOBIUM PARAHYBA VELL. BLAKE*). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 4, n. 1, 2014.

DUTRA, T. R.; MASSAD, M. D.; SANTANA, R. C. Parâmetros fisiológicos de mudas de copaíba sob diferentes substratos e condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.7, p.1212-1218, jul, 2012.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Qualidade de mudas de copaíba produzidas em diferentes substratos e níveis de sombreamento. **Floresta**, v. 45, n. 3, p. 635-644, 2015.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. 5 ed. Editora Nova Odessa. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008. 1v.

PAIVA, J. R. G. D.; SILVA, F. d.; FERREIRA, L. L.; MESQUITA, E. F. d.; PORTO, V. C. N. Produção de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L.) em função da adubação orgânica e volumes de substrato. **Cadernos de Agroecologia – Vol. 8, No. 2**, 2013.

PINHEIRO, G. L.; SILVA, C. A.; NETO, A. E. F. Crescimento e nutrição de clone de eucalipto em resposta à aplicação de concentrações de C-ácido húmico. **Rev. Bras. Ciência do Solo**, 34:1217-1229, 2010.

RIGAMONTE-AZEVEDO, Onofra Cleuza; WADT, Paulo Guilherme Salvador and WADT, Lúcia Helena de Oliveira. Potencial de produção de óleo-resina de copaíba (*Copaifera* spp) de populações naturais do sudoeste da Amazônia. **Rev. Árvore [online]**. 2006, vol.30, n.4, pp.583-591.

SANTOS, A. C. M. DOS. (2015). Ácidos Húmicos, Aminoácidos e Vitaminas na Qualidade de Mudas de Alface. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Tocantins (UFT) - Gurupi, 2015. 57f.

SILVA, R. J. DA. (2015). Desenvolvimento e sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* em função de formas de aplicação e doses de Fertiacetyl®. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal do Tocantins (UFT) - Gurupi, 2015. 45f.

VEIGA JUNIOR, V. F.; PINTO, A. C. O Gênero *Copaifera* L. **Química nova**, v.25, n.2, p.273-86, 2002.