

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
UNIDADE ACADÊMICA ESPECIALIZADA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**JOSÉ HENRIQUE ANÍSIO LOURENÇO**

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CLONES DE  
EUCALIPTO SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS EM  
MACAÍBA-RN**

Macaíba/RN  
Janeiro/2025

**JOSÉ HENRIQUE ANÍSIO LOURENÇO**

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CLONES DE  
EUCALIPTO SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE  
PLANTIO EM MACAÍBA-RN**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de graduação em  
Engenharia Florestal da Universidade  
Federal do Rio Grande do Norte, como  
requisito parcial para obtenção do título  
de Engenheiro Florestal.

Nome do Orientador: Prof. Dr. Gualter  
Guenther Costa da Silva

Nome da Coorientadora: Profa. Dra  
Juliana Lorensi do Canto

Macaíba/RN  
Janeiro/2025

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
Sistema de Bibliotecas - SISBI

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Rodolfo Helinski - Escola Agrícola de Jundiá - EAJ -  
Macaíba

Lourenço, José Henrique Anisio.

Crescimento e produtividade de clones de eucalipto sob diferentes espaçamentos de plantio em Macaíba-RN / José Henrique Anisio Lourenço. - Macaíba, 2025.

27f.: il.

Monografia (Bacharel) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Curso de Graduação em Engenharia Florestal, Macaíba, 2025.

Orientação: Prof. Dr. Gualter Guenther Costa da Silva.

Coorientação: Profa. Dra. Juliana Lorensi do Canto.

1. Silvicultura - Monografia. 2. ILPF - Monografia. 3. madeira - Monografia. I. Silva, Gualter Guenther Costa da. II. Canto, Juliana Lorensi do. III. Título.


RN/UF/BSPRH

CDU 630\*2

**JOSÉ HENRIQUE ANÍSIO LOURENÇO**

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CLONES DE  
EUCALIPTO SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE  
PLANTIO EM MACAÍBA-RN**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de graduação em  
Engenharia Florestal da Universidade  
Federal do Rio Grande do Norte, como  
requisito para obtenção do título de  
Engenheiro Florestal.

Documento assinado digitalmente  
 **GUALTER GUENTHER COSTA DA SILVA**  
Data: 20/01/2025 10:32:34-0000  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

**Prof. Dr. Gualter Guenther Costa da Silva**  
Orientador  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Documento assinado digitalmente  
 **JULIANA LORENSI DO CANTO**  
Data: 20/01/2025 17:00:43-0000  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

**Prof. Dra. Juliana Lorensi do Canto**  
Coorientadora  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Documento assinado digitalmente  
 **ERMELEINDA MARIA MOTA OLIVEIRA**  
Data: 21/01/2025 08:00:57-0000  
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

**Prof. Dra. Ermelinda Maria Mota Oliveira**  
(Examinador 1)  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

10 de Janeiro de 2025

A minha professora Tatiane Severo e ao meu pai José Lourenço da Silva (in memoriam).

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTO**

Gostaria de expressar meus profundos agradecimentos ao meu orientador, Dr. Gualter Guenther Costa da Silva, pela orientação, dedicação e pela oportunidade de realizar este trabalho. A banca examinadora, composta pelas Dra Juliana Lorensi do Canto e Dra. Ermelinda Maria Mota Oliveira, pela disponibilidade, contribuições valiosas e pelo olhar crítico que enriqueceram meu trabalho. Suas sugestões e observações certamente ajudarão a melhorar a qualidade deste estudo.

Agradeço também, aos proprietários do Sítio São Clemente, Dimas Nascimento da Silva e Marinete Costa da Silva, pelo carinho, ensinamentos e acolhimento da equipe técnica.

Aos meus amigos que ajudaram na coleta de dados: Jorge Correia de Lima Neto, Augusto Ribeiro da Silva, Rafael dos Santos Nunes e aos que contribuíram na escrita do trabalho, na formatação da apresentação, ensaio para a defesa e na confecção do mapa: Jarleson de Luna Câmara, Andrielly de Paiva Rocha, Lailton Francisco Varela de Lira, Pedro Lucas de Andrade Silva. Obrigado pelo companheirismo, apoio e motivação constantes. Vocês foram fundamentais para que eu superasse os desafios e chegasse até aqui.

A todos, minha eterna gratidão.

*“Tudo o que se faz na natureza, faz-se no devido tempo e com o devido espaço.”*  
*- Aristóteles.*

## RESUMO

---

### CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE CLONES DE EUCALIPTO SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS DE PLANTIO EM MACAÍBA-RN

A silvicultura é uma atividade amplamente conhecida e praticada em todo o território brasileiro, com ênfase na cultura do eucalipto. Objetivou-se, com este estudo, avaliar o crescimento e a produtividade de dois clones de eucalipto sobre diferentes espaçamentos de plantio, no Sítio São Clemente localizado na zona rural do município de Macaíba-RN. Os tratamentos estudados foram dois clones de mesma origem genética sendo denominados (*Urograndis* A08 e EUACA105) e quatro espaçamentos de plantio (1,25 x 9 m; 1,5 x 9 m; 2 x 9 m e 2,5 x 9 m) em um plantio com 24 meses de idade. A primeira avaliação do crescimento foi realizada aos 24 meses de idade (aferição do diâmetro do coleto e altura total), segunda aos 48 meses (diâmetro à altura do peito, altura total, e a terceira 66 meses (diâmetro à altura do peito, altura total). O sistema de plantio foi um sistema de Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF) em quatro arranjos espaciais: 1,25 x 9 m; 1,5 x 9 m; 2 x 9 m e 2,5 x 9 m, integrados na entrelinhas mandioca (*Manihot esculenta*) e capim pangolão (*Digitaria eriantha*). As variáveis de produtividade analisadas foram volume de madeira produzido e Incremento Médio Anual (IMA) e Incremento Corrente Anual (ICA). O delineamento utilizado foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 2x4 sendo dois clones e quatro espaçamentos. As médias de cada variável foram analisadas utilizando o software Bioestat 5.3. O crescimento em altura total dos dois clones *Eucalyptus urograndis* e EUACA105), tanto aos 24, 48 como aos 66 meses, não diferiram entre os espaçamentos. O diâmetro a altura do peito foi maior nos espaçamentos menos adensados, enquanto que o volume não apresentou nenhuma alteração conforme os espaçamentos avaliados. Em relação às variáveis ICA e IMA em que o clone EUACA105 apresentou resultados maiores em relação ao *Urograndis* A08 dentre todos os espaçamentos avaliados. Conclui-se que o eucalipto é uma cultura promissora para a região, sendo recomendada para a substituição da madeira de árvores nativas, seja no aspecto sustentável como também econômico.

**Palavras-chave:** Silvicultura, ILPF, madeira.

## ABSTRACT

---

### GROWTH AND PRODUCTIVITY OF EUCALYPTUS CLONES UNDER DIFFERENT PLANTING SPACING IN MACAÍBA-RN

Silviculture is a widely known and practiced activity throughout Brazil, with emphasis on eucalyptus cultivation. The objective of this study was to evaluate the growth and productivity of two eucalyptus clones under different planting spacings, at Sítio São Clemente located in the rural area of the municipality of Macaíba-RN. The treatments studied were two clones of the same genetic origin being called (Urograndis A08 and EUACA105) and four planting spacings (1.25 x 9 m; 1.5 x 9 m; 2 x 9 m and 2.5 x 9 m) in a plantation with 24 months of age. The first growth assessment was performed at 24 months of age (measurement of stem diameter and total height), the second at 48 months (diameter at breast height, total height, and the third at 66 months (diameter at breast height, total height). The planting system was an Integrated Crop-Livestock-Forestry (ILPF) system in four spatial arrangements: 1.25 x 9 m; 1.5 x 9 m; 2 x 9 m and 2.5 x 9 m, integrated between the rows cassava (*Manihot esculenta*) and pangolão grass (*Digitaria eriantha*). The productivity variables analyzed were volume of wood produced and Average Annual Increment (IMA) and Current Annual Increment (ICA). The design used was randomized blocks in a 2x4 factorial arrangement with two clones and four spacings. The means of each variable were analyzed using the Bioestat 5.3 software. The growth in total height of the two clones *Eucalyptus urograndis* and EUACA105, both at 24, 48 and 66 months, did not differ between spacings. The diameter at breast height was greater in the less dense spacings, while the volume did not present any change according to the spacings evaluated. In relation to the ICA and IMA variables, the EUACA105 clone presented greater results in relation to *Urograndis A08* among all the spacings evaluated. It is concluded that eucalyptus is a promising crop for the region, being recommended for the replacement of wood from native trees, both in the sustainable and economic aspects.

**Keywords:** Silviculture, ILPF, wood.

## SUMÁRIO

---

<b>AGRADECIMENTO</b>	<b>5</b>
<b>RESUMO</b>	<b>7</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>8</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>10</b>
2.1 Eucalipto	10
2.2 Importância econômica do eucalipto no brasil	12
2.3 Silvicultura clonal do eucalipto	13
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>15</b>
3.1 Objetivo Geral	15
3.2 Objetivos Específicos	15
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>15</b>
4.1 . Caracterização do experimento	15
4.2 Delineamento experimental	16
4.3 Variáveis analisadas	17
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>18</b>
5.1 Altura das árvores	18
5.2 Diâmetro a altura do peito (DAP)	20
5.3 Volume	20
5.4 Incremento médio anual (IMA) e Incremento corrente anual (ICA) em volume	21
<b>6. CONCLUSÃO</b>	<b>23</b>
<b>7. LITERATURA CITADA</b>	<b>24</b>

# 1. INTRODUÇÃO

---

A silvicultura é uma atividade presente em mais de 9 milhões de hectares somente no Brasil respondendo a um capital de 33 bilhões de reais segundo relatório publicado pelo IBGE através do informativo da Produção da Extração Vegetal e Silvicultura (2022). Diante desse quantitativo, grande parte se concentra na cultura do eucalipto que por sua vez, é utilizado para diversos fins, expressa uma boa qualidade de madeira e índices produtivos consideravelmente bons mediante as condições que o solo e clima da região nordeste proporcionam (Embrapa, 2019; Santarosa *et al.*, 2014).

Os primeiros registros da cultura do eucalipto no mundo, são datados no ano de 1788, chegando no Brasil apenas em 1904 e atualmente conta com mais de 700 espécies distribuídas ao longo do mundo (Mora, *et al.*, 2000; ESALQ/USP, 2003; Santarosa *et al.*, 2014). Entretanto, existem poucas espécies que são cultivadas no Brasil, apenas 5,4% são utilizadas para fins comerciais, com destaque para *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus viminalis*, híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* e *Eucalyptus dunnii*, (Pinto Júnior *et al.*, 2014). Ainda que existam poucas espécies destinadas a fins comerciais, a grande maioria das espécies apresentam bons rendimentos na produção da madeira, tornando-se assim uma ótima alternativa para o produtor rural.

Dentro do bioma Caatinga a silvicultura de espécies nativas não consegue suprir a demanda de produção energética requerida na Região, dessa forma, o eucalipto surge como alternativa para suprir essa demanda, bem como, o fortalecer a esfera econômica contribuindo para a promoção de fontes de renda, sem que haja necessidade de desmatamento (Silva, 2008/2009).

Além disso, o eucalipto também cumpre com a sustentabilidade dos ecossistemas sendo implantado muitas vezes integrado a sistemas agrícolas e pecuários, como o conhecido sistema Integração Lavoura Pecuária e Floresta que pode proporcionar sistemas de produção diversificados em pequenas propriedades (Oliveira *et al.*, 2021).

No que concerne a literatura nesse contexto, observa-se várias linhas de pesquisa envolvidas no estudo acerca dos diferentes arranjos espaciais que o eucalipto poderiam ser dispostos, variável essa que pode influenciar na taxa de crescimento no talhão, qualidade da madeira, idade do corte, facilidade em práticas de manejo, desde técnicas de implantação, manutenção e corte, influencia no processo de mecanização da área são variáveis que podem definir o planejamento da produção (Brito *et al.*, 2008; Santos, 2011)

Dentro da temática envolvendo teste com diferentes arranjos espaciais realizados no Rio Grande do Norte envolvendo clones de Eucalipto, tem-se a monografia, desenvolvida por Santos (2019) em área de consórcio com a mandioca, evidenciando de que plantio mais adensados promovem ganho na produtividade nas linhas do eucalipto.

Outro importante estudo no estado, foi desenvolvido a partir de uma dissertação de mestrado redigida por Gomes (2019) objetivando o impacto nos diferentes arranjos espaciais de clones do eucalipto na produção de energia, identificando que para produção de árvores com diâmetro menor o ideal é que se cultive em espaços cada vez mais adensados enquanto que árvores de menor diâmetro são verificadas em locais com espaçamentos maiores.

A partir dessa premissa destacada nos tópicos que antecedem essa discussão, verifica-se o quão necessário é trabalhar na busca por melhores clones nos vários arranjos espaciais, de forma a promover o incentivo a pesquisa no estado do Rio Grande do Norte e a dispersão da eucaliptocultura em todo o território.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

---

### **2.1 EUCALIPTO**

O eucalipto é uma planta pertencente à família *Myrtaceae*, ao gênero *Eucalyptus*, que reúne mais de 700 diferentes espécies, seu nome deriva do grego que traduzido significa “boa cobertura” fazendo referência ao opérculo que recobre o gineceu da planta por um determinado período (Torabrás, 2024).

É uma árvore de grande porte que pode atingir 30 metros de altura com idade prevista de corte em 7 anos para a maioria das espécies do gênero. Apresenta como principais características: tronco liso e reto com casca de coloração cinza ou castanha, suas folhas variam conforme a idade e suas flores são brancas e grandes com frutos deiscentes (E.paletes, 2024).

No que diz respeito aos aspectos de origem e domesticação, observa-se registros em países como Austrália e indonésia pelo botânico francês Charles Louis L'Héritier no ano de 1788, onde foram catalogadas cerca de 730 espécies do gênero (ESALQ/USP, 2003). Sua chegada ao Brasil se deu no ano de 1825, vista inicialmente como planta ornamental no Jardim botânico do Rio de Janeiro, 43 anos depois passou a ser utilizada como quebra vento e produção de lenha no Rio Grande do Sul (E.paletes, 2024).

A adoção do plantio de eucalipto têm ganhado bastante notoriedade no Brasil, fato esse atribuído a características como, adaptabilidade a diversas condições ecológicas, alta

produtividade de madeiras sob um menor custo com rápida taxa de retorno (EMBRAPA, 2019). Dentre as espécies do gênero verifica-se *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus viminalis*, híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus dunnii* como as mais utilizadas para fins comerciais (Pinto Junior *et al.*, 2014).

Segundo Santarosa, *et al.*, (2014), o eucalipto é utilizado para diversos fins, tais como, as folhas são utilizadas como matéria prima de óleos essenciais na indústria de perfumaria, os troncos são utilizados como matéria prima na fabricação de móveis, lâminas, madeira serrada, extração de celulose para produção do papel, como também para fins energéticos, fato esse que herdou a denominação de espécie plástica por Paula *et al.*, (2012) decorrente dos seus vários usos.

No que diz respeito às condições climáticas é importante destacar a variedade de espécies existentes e o poder de adaptação que elas podem apresentar (Santos *et al.*, 2014). Dentre os elementos que apresentam maior impacto na produção do eucalipto temos, a temperatura, precipitação, evapotranspiração e a disponibilidade hídrica podem ser o diferencial no sucesso na produção (Assad *et al.*, 2021).

A temperatura está associada diretamente a eficiência fotossintética das plantas, Assad *et al.*, (2021), determinam que a amplitude térmica entre a temperatura basal inferior e a superior, pontos de extrema relevância em que não devem ultrapassar 8°C, Almeida *et al.*, (2004), complementam a informação, definindo a temperatura basal inferior como 8 °C e limite superior de 36 °C, com temperatura ótima de 25°C.

Quanto à precipitação, verifica-se problemas que tanto no aspecto do excesso quanto no ausente, Assad *et al.*, (2021), evidencia a importância do conhecimento do regime das chuvas durante todo ano mediante o balanço hídrico da cultura. Segundo Ribeiro *et al.*, (2009), a grande maioria das espécies demandam um quantitativo de chuvas na base de no mínimo 1000 mm e um máximo de 1650 mm anuais, com chuvas mensais de 100 mm.

Quanto a evapotranspiração, considera-se como um elemento simples e prático para avaliar o impacto de mudanças nos parâmetros supracitados, visto que, mediante a evapotranspiração podemos identificar o grau de consumo e quanto de água uma planta demanda (Assad *et al.*, 2021).

Quanto ao parâmetro de disponibilidade hídrica, entende-se que seja um fator que demande baixo impacto na produção do eucalipto (Assad *et al.*, 2021). Apesar de que pesquisas realizadas por Ray *et al.* (2015) defendem que a disponibilidade hídrica confere fatores de variações na produção em 75%, porém, discussões abertas por Sacramento Neto

(2001) e Almeida *et al.*, (2003), defendem que o sistema radicular do eucalipto consome água no solo em quantidades estatisticamente iguais a mata nativa, além de apresentar baixos índices na taxa de evapotranspiração nos períodos mais secos do ano.

No que concerne a parte de solos, o eucalipto não apresenta bons índices de produção em solos pouco profundos com existência de afloramentos rochosos, requer solos que apresentem um bom sistema de drenagem da água (Santos, *et al.*, 2014).

## **2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO EUCALIPTO NO BRASIL**

---

A chegada do eucalipto ao Brasil, ocorreu no ano 1825 no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, contudo, seu plantio para fins comerciais se deu apenas no ano de 1904 tendo em vista o abastecimento de lenha como combustível para as locomotivas e como dormentes dos trilhos da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, além da utilização como estacas e mourões e matéria-prima para a construção das estações e vilas. (Potencial Florestal, 2021).

A sua expansão se deu nos anos de 1960-1980 mediante incentivos fiscais pautadas diretamente nas indústrias siderúrgicas, papel e celulose direcionadas ao reflorestamento de áreas devastadas. Após o término percebeu-se a importância das florestas e a conservação do meio ambiente, motivando indústrias do setor privado a fortalecer parcerias com universidade no âmbito de pesquisa em prol do aumento de produtividades das mesmas (Potencial Florestal, 2021).

No âmbito econômico é importante ressaltar a participação do PEVS-Produção da Extração Vegetal e Silvicultura, como sendo a principal fonte de informações sistemática da exploração de recursos do setor florestal sejam nativos como também maciços florestais plantados. Foi criado inicialmente a partir do decreto n. 73.482, de 17.01.1974 pelo MAPA, sendo abordado inicialmente como fins de formulação de questionários sobre o setor, contudo após reconhecimento do governo, o IBGE unificou-se ao PEVS no ano de 1986, formulando os dados e apresentando os resultados da maneira como conhecemos hoje (IBGE, 2022).

Segundo dados publicados pelo IBGE (2022), a produção silvicultural teve um aumento superior a 14% comparativamente no ano de 2021, contabilizando 7,3 milhões de hectares somente com áreas de eucalipto, acumulando uma renda superior a 27 bilhões de reais. Ainda segundo o mesmo relatório, observa-se a incidência de áreas com plantio comercial de eucalipto em mais de 75% da área em território nacional dentre todas as espécies florestais.

No que diz respeito à participação do eucalipto na produção silvicultural, observa-se maior destaque na produção do carvão vegetal com participação superior a 98% se sobressaindo em relação ao Pinus e outras espécies. No âmbito de lenha, verifica-se uma certa redução, porém ainda se sobressai ao pinus e outras espécies somando 84%, na produção de papel e extração da celulose é similar, somando 83%, contudo, no setor de outras finalidades, tais como, produção de óleos essenciais para a indústria de fármacos, produtos apícolas, fins de reflorestamento, somam-se 43% sendo ultrapassado pelo pinus com 50%.

No âmbito do quantitativo de área distribuídas em todo o território nacional, temos como principal destaque o estado de Minas Gerais, com uma área de com 2,1 milhões de hectares sendo sua quase totalidade ocupada por eucalipto. em seguida vêm o estado de São Paulo que contabiliza 1,2 milhão de hectares, dos quais 80,8% são plantios de eucalipto. É importante destacar também, o aumento significativo de 13,2% no estado do Mato Grosso cujo destaque também é atribuído ao eucalipto.

Quando a abordagem se dá por municípios, verifica-se um comportamento diferente da situação relatada anteriormente, o destaque é atribuído ao Estado Mato Grosso com uma participação de cinco municípios dos 10, em maiores áreas plantadas. Na produção do eucalipto, atingem juntos, 869.099 mil hectares plantados, seguido por Minas Gerais com três municípios com 25.500 mil hectares plantados. Logo em seguida está Caravelas- BA e Encruzilhada do Sul- RS, com 79.449 e 25.800 respectivamente.

### **2.3 SILVICULTURA CLONAL DO EUCALIPTO**

---

O eucalipto é de extrema importância para a economia em nosso país, dessa forma, a tecnologia da clonagem apresenta-se como uma ferramenta complementar que expressa todo o potencial da planta de maneira mais uniforme possível, melhor adaptabilidade a diversas condições de clima, solo e ambiente em geral e maior precocidade entre outras características proporcionadas pela formação de clones ( Bandara, 2017; Miranda *et al.*, 2013; Paludzyszyn Filho, 2012; Xavier, 2003).

A tecnologia da clonagem, é apenas um dos pilares de todo um programa de melhoramento genético, centrado na obtenção de germoplasmas resistentes a variação climática com ênfase aos ambientes com ocorrências de geadas, e ventos fortes possam suportar períodos de déficit hídrico, sob ponto de vista ecológico possam apresentar resistência a doenças e sob ponto de vista produtivo, possa suprir diferentes cadeias produtivas Paludzyszyn Filho, 2012; Wrege et al., 2021; Masiero et al., 2022).

Diante relatos históricos, os programas de melhoramento genético na eucaliptocultura teve início no ano de 1820 na África do Sul, chegando ao Brasil na década de 70, a partir da necessidade da disseminação de cultivares resistentes ao cancro, visto que, os produtores haviam relatado grandes perdas no plantio decorrentes ao ataque da doença, (Xavier *et al.* 2009; Remade, 2001). Embora que só teve seu auge 10 anos depois onde as empresas começaram a investir em linhas de pesquisas a fim de condicionar o ambiente para que os cruzamentos possam expressar as melhores características de interesse (Campinhos, 1983).

Como forma de maximizar a produção de clones, são utilizadas técnicas de propagação vegetativa por estaquia sendo referência mundial no controle de doenças (Xavier *et al.* 2009). Porém estudos desenvolvidos por Brondani *et al.*, (2012) evidenciaram alguns problemas no enraizamento das estacas atribuída ao baixo índice de juvenilidade do tecido, dificultando assim sua multiplicação. Nesse cenário, a micropropagação apresenta-se como alternativa apresentando como principais vantagens o rejuvenescimento e revigoramento dos tecidos e posteriormente aumento no número de raízes adventícias (Shanthi *et al.*, 2015).

No que diz respeito a seleção das espécies participantes dos programas de melhoramento genético, inicialmente selecionam-se prioritariamente árvores provenientes de plantios comerciais por apresentarem cultivares com características fenotípicas desejáveis, porém demandam um resultado a curto prazo, dessa forma, optou-se por trabalhar com área de reflorestamento por apresentar maior heterogeneidade de genótipos em um só ambiente em condições naturais de plantio e manejo (Xavier *et al.*, 2010).

A partir da seleção de árvores, são realizados os chamados testes clonais que consiste na seleção dos melhores cruzamentos diante as condições da área experimental, sendo conduzido mediante uma metodologia em específico com delineamento experimental previamente estabelecido, objetivando assim, confrontá-los por meio da avaliação da interação genótipo x ambiente e o efeito clonagem, garantindo assim a precisão clonal (Flampton, 1993; Xavier *et al.*; 2009).

Segundo Santos et al., (2006). os testes clonais são realizados mediante duas etapas, na primeira, diversos clones são instalados em pequenas áreas experimentais em algumas localidades submetidos a avaliação acerca das características silviculturais mais atrativas para a espécie, em seguida, os melhores clones passam para segunda etapa, sendo cultivados em áreas experimentais maiores em plantios monoclonais.

Dentre as principais características preferíveis podemos citar, as variáveis de dendrométricas de altura, diâmetro e volume, poder de enraizamento, formato do fuste,

incidência de ataque de patógenos, percentual de sobrevivência ao longo do experimento (Santos *et al.* 2015; Silva *et al.*, 2013).

### **3. OBJETIVOS**

---

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o crescimento e a produtividade de dois clones de eucalipto em diferentes espaçamentos de plantio, município de Macaíba, Região Agreste do Rio Grande do Norte.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Comparar o desempenho de dois clones de eucalipto aos 24, 48 e 66 meses em diferentes espaçamentos de plantio (1,25 x 9 m; 1,5 x 9 m; 2 x 9 m e 2,5 x 9 m);
- Estimar o volume de madeira produzida por hectare (ha);
- Avaliar a altura de plantas, Diâmetro a Altura do Peito (DAP), volume de madeira produzido, Incremento Médio Anual (IMA) e o Incremento Corrente Anual (ICA).

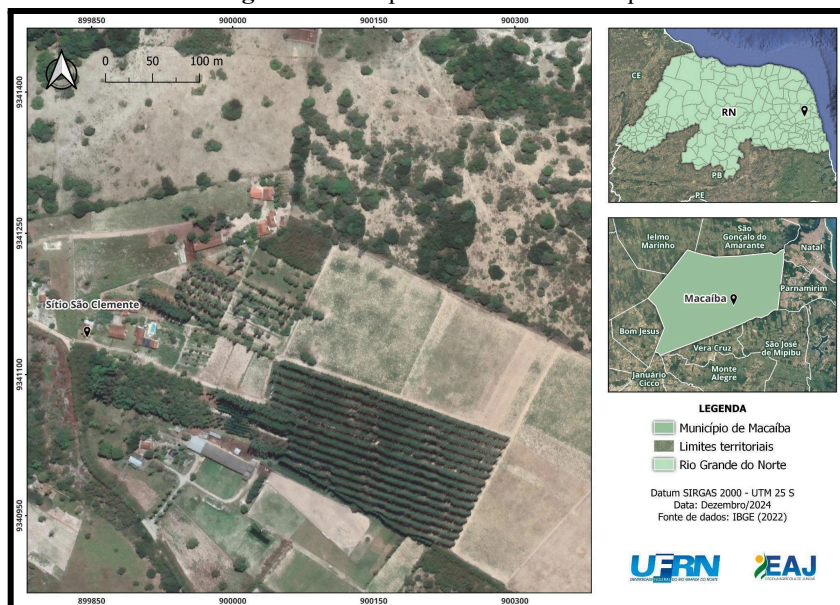
### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **4.1 . CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO**

---

O experimento foi realizado no Sítio São Clemente, localizado na zona rural do município de Macaíba, estado do Rio Grande do Norte sob coordenadas 5°56'56" S e 35°23'23" W, a uma elevação de cerca de 91 m em relação ao nível do mar (imagem 1). Segundo a classificação de Koppen, o clima é caracterizado por uma transição entre As e BSw, em que a estação chuvosa, tem como média 972 mm anuais com média de 138 mm mensais distribuídas ao longo das estações de outono a inverno (fevereiro a agosto) com temperatura máxima de 27°C e mínima de 24°C (Climatempo, 2024).

**Figura I:** Vista panorâmica da área experimental



**Fonte:** do Autor (2024)

As análises foram coletadas num plantio já estabelecido formados a partir do cruzamento entre *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, que receberam a denominação de clone A (*Urograndis* A08) e clone B (EUACA105), inseridos ao plantio da mandioca (*Manihot esculenta*) e o capim pangolão (*Digitaria eriantha*) formando assim um sistema de integração lavoura pecuária floresta (ILPF). Dentro dessas indicações estão a seleção de quatro arranjos estruturais sendo estes de 1,25 x 9 m; 1,5 x 9 m; 2 x 9 m e 2,5 x 9 m.

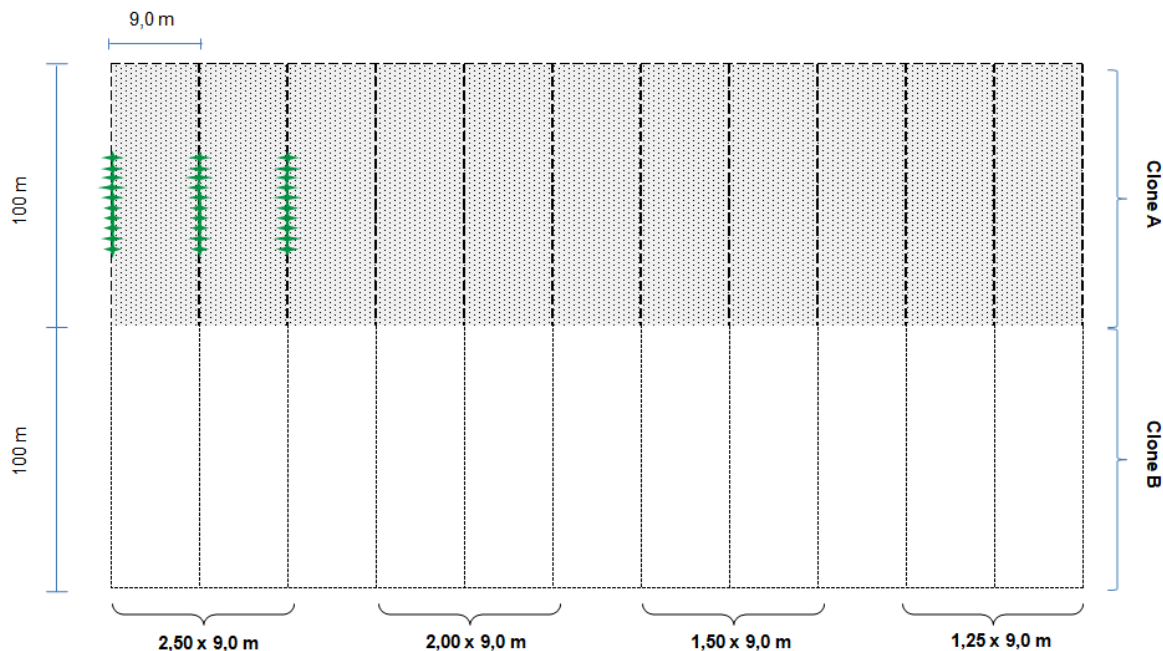
O preparo da área para plantio foi trabalhado com aplicação de calcário, duas gradagens e abertura de sulcos para adubação de fundação. A adubação consistiu na aplicação de 5  $\text{tha}^{-1}$  de cama de frango e 60 kg de superfosfato triplo ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ). Para adubação de cobertura foram utilizados 100 g de NPK (6:30:6), por planta em covetas laterais.

#### **4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL**

O plantio foi instalado sob um delineamento em blocos casualizados com arranjo fatorial 2x4, tendo como fator um, o clone com dois níveis (*Urograndis* A08 e EUACA105) e o fator dois, o espaçamento com 4 níveis (1,25 x 9; 1,5 x 9; 2 x 9; 2,5 x 9). O experimento tinha 12 linhas de plantio com espaçamento de 1,25 x 9 m (um metro e vinte cinco centímetros entre plantas e nove metros entre linhas), 1,5 x 9 m (um metro e cinquenta centímetros entre plantas e nove metros entre linhas), 2 x 9 m (dois metros entre plantas e nove metros entre linhas), 2,5 x 9 m (dois metros e cinquenta centímetros entre plantas e nove metros entre linhas), sendo distribuídos em dois blocos. Cada bloco foi composto por quatro

parcelas experimentais, onde possuía 30 árvores que foram selecionadas aleatoriamente, conforme apresentado no croqui a seguir.

**Figura II:** Distribuição das linhas de plantio



**Fonte:** Do autor, 2024.

### 4.3 VARIÁVEIS ANALISADAS

Avaliou-se o crescimento e a produtividade dos dois clones de eucalipto em um período de 24, 48 e 66 meses de após o plantio mediante a análise do diâmetro da altura do peito (DAP), altura dos clones, volume de madeira, incremento corrente anual (ICA) e incremento médio anual (IMA).

A determinação do DAP foi realizada por meio da suta florestal mecânica (Souza *et al.*, 2017). Adota-se como referência a altura de 1,30 metros ao nível do solo com auxílio de uma trena e uma suta é colocada no tronco da planta nos dois sentidos em formato de cruz, identificando o DAP 1 e o DAP 2. Após identificação, é realizada uma média aritmética entre ambas, indicando o DAP médio. Em casos que não seja possível a utilização do equipamento, adota-se o uso da fita métrica, sendo obtido sua circunferência e convertido para o diâmetro.

Tendo como período de experimento as medições de 24, 48 e 66 meses, verificou-se a necessidade de alternância entre os equipamentos para determinação da altura, sendo inicialmente realizado com o hipsômetro, foi substituído pelo trupulse a laser aos 66 meses de plantio, em decorrência ao melhor ajuste de acordo com a altura das árvores.

O hipsômetro funciona a partir do princípio trigonométrico, em que é necessário observar primeiramente a altura da árvore mediante visão do operador (sem utilização do equipamento) em seguida verificar qual distância teve de percorrer desde a base da árvore, para que a copa possa ser observada com clareza utilizando uma fita métrica, conforme o anexo 2, no esquema do triângulo retângulo.

Assim como o hipsômetro, o trípulse a laser também utiliza o princípio trigonométrico, porém, não apresenta escala de distância padronizada, necessitando apenas da mensuração da distância horizontal na altura dos olhos do operador, a distância até a base e o topo da árvore.

Para a estimativa do volume, utilizou-se o fator de forma como sendo 0,5 e a partir desse valor, é possível realizar a conversão do volume cilíndrico em volume real através das variáveis de DAP e altura dos clones avaliados em seus respectivos espaçamentos. Tendo posse dos dados, foi adotado o seguinte protocolo:  $0,5 \times \pi \times \text{DAP}^2 / 40000 \times H$

1. Calcular a área com base no diâmetro a partir da seguinte fórmula:  $3,1416 \times \text{DAP}^2 / 40000$ .
2. Efetuar o produto entre a altura e a área (obtida no passo 1), determinando assim o volume cilíndrico do clone.
3. Efetuar o produto entre o volume cilíndrico e o fator de forma (anteriormente já adotado).

O incremento corrente anual (ICA), que refere-se ao crescimento em volume ocorrido no período de um ano, O incremento de madeira médio anual (IMA), que refere-se ao resultado da divisão do volume pela idade da floresta

O crescimento foi avaliado mediante dados submetidos no excel sob comparativo de médias de altura, DAP, volume, ICA e IMA, mediante os anos de medição dos dois clones em seus respectivos espaçamentos e posteriormente realizou-se análise fatorial do experimento utilizando o software Bioestat 5.3.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

---

### **5.1 ALTURA DAS ÁRVORES**

Durante os 24 meses de estabelecimento do plantio, os clones tiveram desempenhos diferentes, sendo encontrado para o clone A, maior altura média para os indivíduos que estavam sob espaçamentos mais adensados (1,25 m x 9 m), enquanto o clone B, teve maior variação no crescimento em altura, encontrando-se destaque no espaçamento (2,00 m x 9 m)

sendo reduzido na medida em que a área aumentava seu adensamento. Conforme dados descritos na tabela 1.

**Tabela 1:** Altura média (m) dos clones avaliados mediante seu espaçamento a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ).

Espaçamentos	Clone A			Clone B		
	24 meses	48 meses	66 meses	24 meses	48 meses	66 meses
<b>1,25 m x 9 m</b>	11,4 a	20,9 a	21,2 a	13,6 a	21,5 bc	21,9 a
<b>1,50 m x 9 m</b>	10,5 b	21,6 a	21,8 a	13,7 a	22,7 b	22,7 a
<b>2,00 m x 9 m</b>	10,5 b	21,9 a	22,1 a	14,3 a	22,9 ab	23,0 a
<b>2,50 m x 9 m</b>	9,8 c	21,9 a	22,2 a	14,0 a	22,2 b	22,2 a

Clone A (híbrido de Urograndis A08) e Clone B (EUACA105). As letras seguem a ordem decrescente sendo o maior identificado pela letra “a”, mediana “b” e a letra “c” pela menor média obtida a partir do teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ).

Trabalhos análogos a esse estudo foram realizados por Cerqueira, *et al.*, (2019) que identificou a real influência do espaçamento nas variáveis hipsométricas, descrevendo que clones instalados em áreas com maior densidade de plantas apresentaram maior média de altura, observando também maior variabilidade das alturas nos maiores espaçamentos.

Dentro do estado do Rio Grande do Norte, Rodrigues *et al.*, (2017), avaliando o desempenho de clones de eucalipto em diferentes espaçamentos, também reforçaram a afirmativa de que árvores submetidas ao espaçamento mais adensado tendem a expressar maior altura. No trabalho desenvolvido, buscou-se observar o comportamento ao longo de 42 meses em nove tipos de espaçamentos, cujo menor área útil (3 x 1,15m) chegou a atingir 15,6 m. Outro ponto abordado pelo autor, são as chamadas irregularidades no plantio, que podem surgir na coleta de dados principalmente nos primeiros meses, sendo traduzida por algumas variações, sendo desconsideradas ao longo dos anos.

## 5.2 DIÂMETRO A ALTURA DO PEITO (DAP)

Os clones avaliados apresentaram desempenhos significativamente diferentes, como também o espaçamento influenciou no DAP para cada clone, assim, áreas mais adensadas tendem a ter um DAP menor (Tabela 2).

**Tabela 2:** Diâmetro a Altura do Peito –DAP (cm) médio dos clones avaliados mediante seu espaçamento a 5% de probabilidade (P<0,05).

Espaçamento	Clone A			Clone B		
	24 meses	48 meses	66 meses	24 meses	48 meses	66 meses
1,25 m x 9 m	9,0 c	15,0 b	16,7 c	9,8 c	14,1 c	15,9 c
1,50 m x 9 m	8,9 c	15,8 c	17,3 c	10,3 c	14,5 c	16,1 c
2,00 m x 9 m	9,8 b	18,3 b	20,0 b	11,5 b	17,3 b	19,4 b
2,50 m x 9 m	10,2 ab	20,3 a	22,0 a	11,8 ab	20,0 a	22,7 a

Clone A (híbrido de Urograndis A08) e Clone B (EUACA105). As letras seguem a ordem decrescente sendo o maior identificado pela letra “a”, mediana “b” e a letra “c” pela menor média obtida a partir do teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05).

Trabalhos análogos a esse estudo, foram realizados por Ferreira *et al.*, (2014), que comprovou que a influência do diâmetro das árvores são reduzidos na medida que as áreas se tornam mais adensadas. O mesmo ainda ressalta que podem ocorrer variações ao decorrer dos anos, sendo mais nítida a diferença em torno de 5 a 7 anos após o plantio.

Ferreira *et al.*, (2014), Rodrigues *et al.*, (2017), reitera essa afirmação de que quanto maior o espaçamento, maiores as médias diamétricas dos indivíduos em função dos anos. Os mesmos autores também acrescentam que em função da competitividade entre as árvores, ocorridas nas áreas de maior adensamento, o resultado é de maior crescimento e menor incremento em diâmetro.

## 5.3 VOLUME

Os clones demonstraram que o volume aumenta em função do espaçamento, com isso, na medida em que as árvores tem seu espaçamento ampliado independentemente do clone avaliado (Tabela 3).

**Tabela 3** Médias de volume (m<sup>3</sup>/ha) dos clones avaliados mediante seu espaçamento a 5% de probabilidade (P<0,05).

Espaçamentos	Clone A			Clone B		
	24 meses	48 meses	66 meses	24 meses	48 meses	66 meses
<b>1,25 m x 9 m</b>	37,34 a	178,76 a	224,27 a	52,59 a	162,82 a	209,89 a
<b>1,50 m x 9 m</b>	28,04 a	166,68 a	203,67 a	47,64 a	150,19 a	188,21 a
<b>2,00 m x 9 m</b>	24,89 a	168,01 a	202,26 a	46,23 a	160,20 a	200,73 a
<b>2,50 m x 9 m</b>	20,45 a	164,89 a	197,25 a	38,10 a	165,15 a	210,71 a

Clone A (híbrido de Urograndis A08) e Clone B (EUACA105). As letras seguem a ordem decrescente sendo o maior identificado pela letra “a”, mediana “b” e a letra “c” pela menor média obtida a partir do teste de Tukey a 5% de probabilidade (P<0,05).

Trabalhos realizados por Ferreira *et al.*, (2014), demonstraram o aumento do volume individual na medida em que o espaçamento era ampliado, afirmando que arranjos maiores permitem maior área útil disponível para cada planta, resultando em maior volume individual. Por outro lado, áreas com maior densidade de plantas tendem a apresentar maior volume por unidade de área (hectare). Moulin *et al.*, (2017) no seu trabalho avaliando o efeito do espaçamento no eucalipto, acrescenta que o maior volume no espaço mais adensado se dá em virtude do maior número de indivíduos por área.

#### **5.4 INCREMENTO MÉDIO ANUAL (IMA) E INCREMENTO CORRENTE ANUAL (ICA) EM VOLUME**

A partir dos dados obtidos no experimento, foi possível determinar algumas outras variáveis que possibilitam uma análise com maior precisão no que diz respeito ao desempenho dos clones mediante diferentes espaçamentos. Dentro dessas variáveis, o incremento médio anual (IMA) e o incremento corrente anual (ICA), que identifica o momento ideal da colheita.

Tendo em vista que são duas variáveis que se inter-relacionam entre si, é relevante a análise interpretativa sob uma nova perspectiva, conforme as figuras 3 a a. Pode-se observar que o ICA como sendo o incremento em relação ao anterior e o IMA como o incremento até a idade de corte tem seus picos em períodos semelhantes aos 4 anos de idade, até os 5,5 anos marcado pelo ponto de convecção entre as linhas.

Figura 3: Clone A espaçamento 1,25 m x 9 m

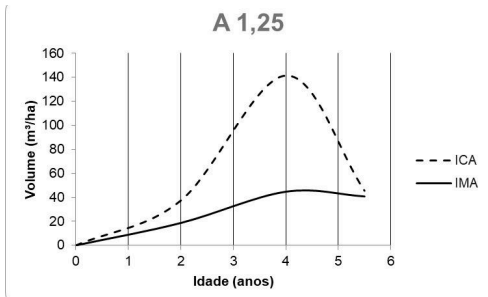


Figura 4: Clone B espaçamento 1,25 m x 9 m

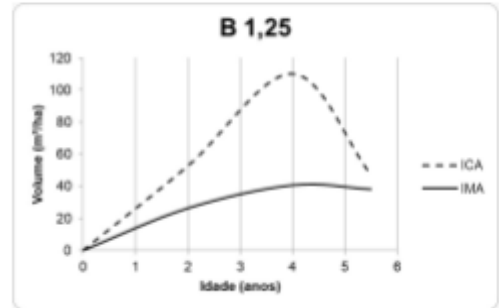


Figura 5: Clone A espaçamento 1,50 m x 9 m

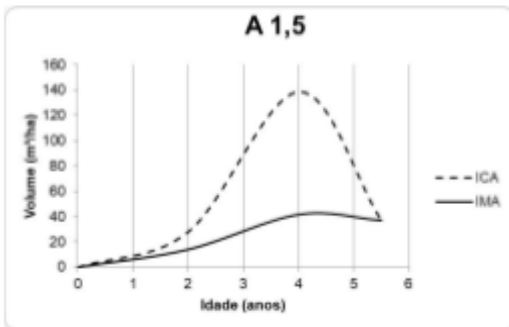


Figura 6: Clone B espaçamento 1,50 m x 9 m

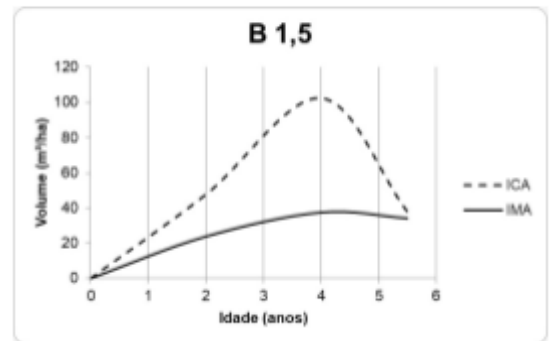


Figura 7: Clone A espaçamento 2,00 m x 9 m

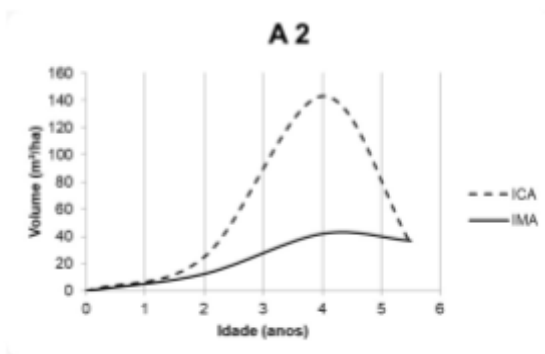


Figura 8: Clone B espaçamento 2,00 m x 9 m

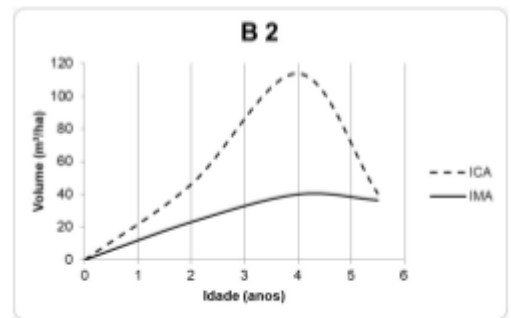


Figura 9: Clone A espaçamento 2,50 m x 9 m

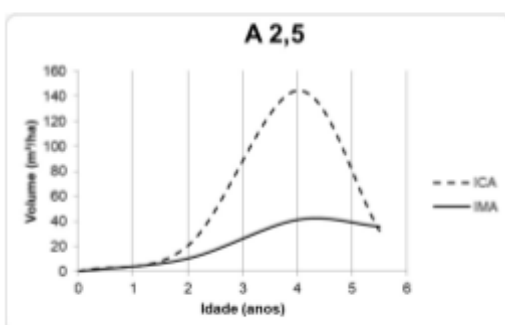
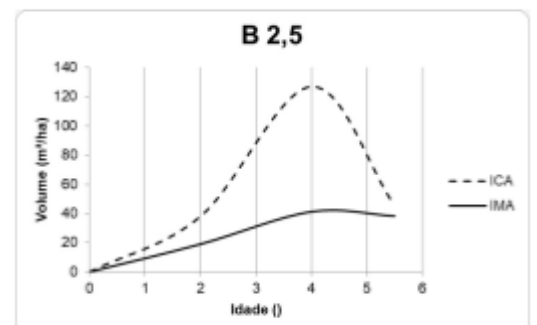


Figura 10: Clone B espaçamento 2,50 m x 9 m



Os pontos ressaltados também foram discutidos por Carvalho, *et al.*, (2020), no seu estudo desenvolvido no estado do Rio Grande do Norte envolvendo a produção de energia da madeira de espécies da Caatinga aliada ao manejo florestal sustentável, na região do Mato Grande. O encontro das duas linhas (ICA e IMA) indica a idade técnica de corte.

Diante do exposto, Souza *et al.*, (2020), discutiu a influência no espaçamento na interpretação do ICA e do IMA, indicando que áreas mais adensadas tendem a apresentar o nível de competição entre os indivíduos mais cedo, reduzindo a idade técnica de corte. Essa afirmação também pode ser mostrada conforme os gráficos apresentados, em que as figuras 3,4,5 e 6, revelam comportamentos diferentes na ascendência entre o ICA e o IMA até o 4 ano, enquanto que as demais se tornam cada vez mais similares tendo seu ponto de inflexão no período de 5,5 anos. O autor ainda reforça o fator heterogeneidade entre os tratamentos, que podem expressar resultados semelhantes, porém, neste trabalho identificou-se que os clones apresentaram comportamentos de ascendência diferentes, em que o clone B expressou o melhor desempenho que o clone A.

Diante do que foi apresentado e levando em conta o fator de heterogeneidade, os clones expressaram o melhor comportamento quando avaliados em espaçamentos maiores, em que quanto maior o espaçamento entre as plantas e linhas, maior será a tendência de que o ponto de maturação do corte. Diante do que foi verificado, o espaçamento em que as linhas de comportamento do ICA e IMA se encontraram foi 2,00 m x 9 m, indicando que naquele período poderia ser realizado o corte.

## **6. CONCLUSÃO**

---

O espaçamento de 1,25 x 9 m de ambos o híbrido de *Urograndis* A08 e EUACA105 a altura da planta foi superior aos demais espaçamentos avaliados, sendo recomendado para produção de madeira e lenha.

O espaçamento de 2,50 x 9 m de ambos os clones, apresentou o DAP superior aos demais espaçamentos avaliados, sendo recomendado para produção de mourões.

O volume da planta foi semelhante nos espaçamentos e nos clones avaliados.

Na variável do incremento médio anual (IMA) e incremento corrente anual (ICA) observou-se que o clone B apresentou melhores condições diante a região evidenciado principalmente pela ascendência do ICA.

## 7. LITERATURA CITADA

---

- ALMEIDA, A. C.; SOARES, J. V. **Comparação entre uso de água em plantações de *Eucalyptus grandis* e floresta ombrófila densa (Mata Atlântica) na costa leste do Brasil.** Revista *Árvore*, v. 27, n. 2, p. 159-170, 2003.
- ASSAD, E. D.; MONTEIRO, B. A.; PUGLIERO, V. S. **Mudanças do clima e a cultura do eucalipto.** O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento. Brasília: Embrapa, 2021.
- BANDARA, K. M. A.; ARNOLD, R. J. **Genetic variation of growth and log end-splitting in second-generation *Eucalyptus grandis* in Sri Lanka.** Australian Forestry, 80, 264-271, 2017.
- BRITO, A. S. et al. **Effect Of Planting Spacing In Production And Permeability Of Heartwood And Sapwood Of *Eucalyptus* Wood.** Floresta e Ambiente, v. 26, n. SPE1, 2019.
- BRONDANI, G. E.; WIT, H. W. O.; BACCARIN, F. J. B. ALMEIDA, M. (2012). **Micropropagation of *Eucalyptus benthamii* to form a clonal micro-garden.** In Vitro Cell Dev Biol Plant, 48, 478-487, 2012.
- CAMPINHOS, E.; IKEMORI, Y. K. **Produção de propágulos vegetativos (por enraizamento de estacas) de *Eucalyptus* spp. em viveiro.** Aracruz: Aracruz Florestal, 1983.
- CARVALHO, A. D., SANTOS, R. D., Castro, R. V. O., SANTOS, C. D. S., COSTA, S. D. L., CARVALHO, A. D., & ALMEIDA, M. D. **Produção de energia da madeira de espécies da Caatinga aliada ao manejo florestal sustentável.** *Scientia Forestalis*, 48(126), e3086, 2020.
- CERQUEIRA, C. L., MÔRA, R., TONINI, H., VENDRUSCOLO, D. G. S., LANSSANOVA, L. R., ARCE, J. E., & DINIZ, C. C. C. **Efeito do espaçamento e arranjo de plantio na relação hipsométrica de eucalipto em sistema consorciado de produção.** *Nativa*, 7(6), 763-770, 2019.
- CLIMATEMPO Macaíba-RN. Disponível em: <https://www.climatepo.com.br/climatologia/1373/macaiba-rn>. Acesso em 13 de janeiro de 2025.
- E. Paletes: **Eucalipto.** Disponível em: <https://www.e-paletes.com.br/eucalipto/>. Acesso em 13 de janeiro de 2024.
- EMBRAPA **Eucalipto: perguntas e respostas (2019).** Disponível em: <https://www.embrapa.br/florestas/transferencia-de-tecnologia/eucalipto/perguntas-e-respostas>. Acesso em 15 de janeiro de 2024.
- ESALQ/USP (2003) Departamento de Ciências Florestais, botânica do eucalipto. Disponível em: <http://www.tume.esalq.usp.br/botanica.htm>. Acesso dia 10 de janeiro de 2024.
- FERREIRA, D. H. A. A., LELES, P. D. S., MACHADO, E. C., ABREU, A. D., & ABILIO, F. M. (2014). **Crescimento de clone de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* em diferentes espaçamentos.** *Floresta*, 44(3), 431-440.
- FLAMPTON JÚNIOR., L. J.; FOSTER, G. S. **Field testing vegetative propagules.** In: AHUJA, M. R.; LIBBY, W. J. (Eds.) Clonal forestry I, genetics and biotechnonology. Springer: Verlag Berlin Heidelberg, p. 110-134 1993.
- GOMES, Izabelle Rodrigues Ferreira. **Há efeito do espaçamento de plantio na produção de energia da madeira de Eucalipto implantado no Rio Grande do Norte?** 60f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Agrícola de Jundiá, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022), Malinovski: IBGE divulga números da silvicultura nacional. Disponível em <https://malinovski.com.br/ibge-divulga-numeros-da-silvicultura-nacional/>. Acesso dia 11 de janeiro de 2024.

IBGE: Produção da Extração Vegetal e Silvicultura. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=o-que-e>. Acesso em 15 de janeiro de 2024.

MIRANDA A. C.; MORAES, M. L. T.; TAMBARUSSI, E. V.; FURTADO, E. L.; MORI, E. S.; Silva, P. H. M.; Sebbenn, A. M. **Heritability for resistance to Puccinia psidii winter rust in Eucalyptus grandis hill ex maiden in southwestern Brazil**. Tree Genetics & Genomes, 9, 321-329, 2013.

MORA, A.L.; GARCIA, C.H. **A cultura do Eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 112p.,2000.

MOULIN, J. C., ARANTES, M. D. C., OLIVEIRA, J. G. L. D., CAMPINHOS, E., GOMES, F., & VIDAURRE, G. B. (2017). **Efeito do espaçamento, idade e irrigação no volume e densidade básica do eucalipto**. *Floresta e Ambiente*, 24, e00073914.

OLIVEIRA, R., SERENINE JUNIOR, L.; SOUZA, J. A. G. de; SILVA, A. K. V. da.; SANTOS, M. E. C. dos.; COSTA, L. J.; CUNHA, F. I. U.; MELO, R. R. de. **Seleção de clones de Eucalyptus para região norte de Mato Grosso**. In 9º Congresso Florestal Brasileiro (Vol. 1, No. 1, pp. 251-255) 2022.

PINTO JUNIOR, J. E.; SANTAROSA. E.; GOULART, I. C. G. R. **Histórico do cultivo do eucalipto**. Embrapa, Brasília DF, 2014.

OLIVEIRA, E. B. de, Pinto Júnior, J. E., JUNIOR, J. E. P. **O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento**, Embrapa, 2021.

PAULA, R. R.; PEREIRA, M. G.; SANTIAGO, R. R.; AMORIM, H. B. **Propriedades edáficas e desenvolvimento de eucalipto em topossequência na Flona Mário Xavier-RJ**. *Floresta e Ambiente*, 19, 344-351, 2012.

PALUDZYSZYN FILHO, E.; SANTOS, P. E. T. **Programa de melhoramento genético do eucalipto da Embrapa Florestas: resultados e perspectivas**. Colombo: Embrapa Florestas, 2012.

POTENCIAL FLORESTAL: A história do eucalipto no Brasil. Disponível em: <https://potencialflorestal.com.br/a-historia-do-eucalipto-no-brasil/>. Acesso em 15 de janeiro de 2024.

Produção da Extração Vegetal e Silvicultura (PEVS). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=774>. Acesso dia 05 de janeiro de 2024.

RAY, D. K.; GERBER, J. S.; MACDONALD, G. K.; WEST, P. C. **Climate variation explains a third of global crop yield variability**. Nature Communications, v. 6, n. 5989, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1038/ncomms6989>.

REMADE. **O eucalipto e suas origens** (ed 59). Revista da Madeira: On-line, 2001.

RIBEIRO, A.; PAIVA, Y. G.; BAESSO, R. C. E.; ALMEIDA, A. Q. de; OLIVEIRA, A. S. de; OLIVEIRA, R. A. de; HAMAKAWA, P. J.; SILVA, M. P. **Eucalipto**. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. p. 409-423.

RODRIGUES, I. C. B., DA SILVA, A. G., NUNES, L. J., GUENTER, G., & DA SILVA, C. **Crescimento de um plantio clonal de eucalyptus ao longo dos 42 meses de idade sob diferentes espaçamentos no leste do rio grande do norte**. Congresso Internacional Despertando Vocações em Ciências Agrárias, 2017.

SACRAMENTO NETO, O. B. **Balanco hídrico em plantios jovens de eucalipto na região de Belo Oriente, MG**. 2001. 77 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SANTAROSA. E.; GOULART, I. C. G. R.; PINTO JUNIOR, J. E. **Importância socioeconômica e principais usos do eucalipto**. Embrapa, Brasília DF, 2014.

SANTOS, M. D. dos. **Efeito do espaçamento de plantio na biomassa do fuste de um clone híbrido interespecífico de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla***. 2011. 140 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu.

SANTOS, G. M. N. **Desempenho fitotécnico de clones de eucalipto, cultivado em diferentes adensamentos e consorciados com mandioca**. Trabalho de Conclusão de Curso, Programa de graduação, 2019.

SANTOS, G. A. RESENDE, M. D. V.; SILVA, L. D.; HIGA, A.; ASSIS, T. F. **Interação genótipos x ambientes para produtividade de clones de *Eucalyptus* L'Hér. no Estado do Rio Grande do Sul**. Revista *Árvore*, Viçosa, v.39, n.1, p.81-91, fev. 2015.

SANTOS, G. A.; XAVIER, A.; LEITE, H.G. **Desempenho silvicultural de clones de *Eucalyptus grandis* em relação a árvores matrizes**. Revista *Árvore*, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 737-747, set./out, 2006.

SCHOPFER, W. **Dendometria**, 1967.

SHANTHI, K.; BACHPAI, V. K. W.; ANISHA, S.; GANESAN, M.; ANITHAA, R. G., SUBASHINI, V.; CHAKRAVARTHI, M.; SIVAKUMAR, V.; YASODHA, R. **Micropropagation of *Eucalyptus camaldulensis* for the production of rejuvenated stock plants for microcuttings propagation and genetic fidelity assessment**. New For, 46, 357-371, 2015.

SILVA, J. A. A. **Potencialidades de florestas energéticas de *Eucalyptus* no Polo Gesseiro do Araripe-Pernambuco**. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, UFRPE, Imprensa Universitária, v. 5/6, p. 301-319, 2008/2009.

SOARES, C. P. B; PAULA NETO, F. de; SOUZA, Ag. L. de. **Livro Dendrometria e Inventário Florestal**. 2017.

SOUZA, H. S., DA SILVA LOPES, A., BARETTA, M. C., DOS SANTOS, J. O. P., & DE ARRUDA TSUKAMOTO FILHO, A. **Crescimento de eucalipto em diferentes arranjos espaciais de sistemas silvipastoris no município de Santa Rita do Trivelato–Mato Grosso**. *Advances in Forestry Science*, 7(1), 847-853, 2020.

Torabrás: O eucalipto. Disponível em: <https://torabras.com.br/o-eucalipto>. Acesso em 13 de janeiro de 2024.

WREGE, M. S.; ALVES, R. S. **Regiões mais favoráveis ao crescimento e produção de madeira de eucalipto na região Sul do Brasil**. In: Oliveira, E. B., & Pinto Júnior, J. E. (Orgs.). *O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento*. Brasília: Embrapa, 2021.

XAVIER, A. **Silvicultura clonal em *Eucalyptus***. Revista *Madeira*, (edição especial). p. 46-53 2003.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. da. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas** (2 ed.). Viçosa: UFV, 2009.