

# Pesquisas agrárias e ambientais

volume XII



**Alan M. Zuffo**  
**Jorge G. Aguilera**  
org.



Pantanal Editora

2022

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

**Pesquisas agrárias e ambientais**  
**Volume XII**



Pantanal Editora

2022

Copyright© Pantanal Editora

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

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

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

### Conselho Editorial

#### Grau acadêmico e Nome

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

#### Instituição

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

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

Ficha Catalográfica

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

P472 Pesquisas agrárias e ambientais [livro eletrônico] : volume XII / Organizadores  
Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera. – Nova Xavantina, MT:  
Pantanal Editora, 2022.

143p.; il.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-81460-55-6

DOI <https://doi.org/10.46420/9786581460556>

1. Ciências agrárias – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente.  
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario. II. Aguilera, Jorge González.  
CDD 630

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**



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

**Pantanal Editora**

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

## **Apresentação**

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

O e-book “Pesquisas Agrárias e Ambientais Volume XII” é a continuação de uma série de volumes de e-books com trabalhos que visam otimizar a produção de alimentos, o meio ambiente e promoção de maior sustentabilidade nas técnicas aplicadas nos sistemas de produção das plantas e animais. Ao longo dos capítulos são abordados os seguintes temas:

características químicas do solo submetido à incubação com pó de rocha; situação do melhoramento genético na cultura do abacaxizeiro e da bananeira; abelhas sociais (*Meliponini*) e sua participação na promoção da Agroecologia; demanda e disponibilidade hídrica para a pecuária na Microrregião do Alto Teles Pires – MT, Brasil; resistência do solo à penetração em Latossolo Amarelo distrófico cultivado com cana-de-açúcar sob diferentes ciclos de cultivo. Portanto, esses conhecimentos irão agregar muito aos seus leitores que procuram promover melhorias quantitativas e qualitativas na produção de alimentos e do ambiente, ou melhorar a qualidade de vida da sociedade. Sempre em busca da sustentabilidade do planeta.

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


**Os organizadores**

<b>Sumário</b>	
<b>Apresentação</b>	<b>4</b>
<b>Capítulo 1</b>	<b>6</b>
Efeito nas características químicas do solo submetido à incubação com pó de rocha	6
<b>Capítulo 2</b>	<b>18</b>
Situação do melhoramento genético na cultura do abacaxizeiro	18
<b>Capítulo 3</b>	<b>30</b>
Situação do melhoramento genético na cultura da bananeira	30
<b>Capítulo 4</b>	<b>41</b>
Abelhas sociais (Meliponini) e sua participação na promoção da Agroecologia	41
<b>Capítulo 5</b>	<b>58</b>
Demanda e disponibilidade hídrica para a pecuária na Microrregião do Alto Teles Pires – MT, Brasil	58
<b>Capítulo 6</b>	<b>71</b>
Resistência do solo à penetração em Latossolo Amarelo distrófico cultivado com cana-de-açúcar sob diferentes ciclos de cultivo	71
<b>Capítulo 7</b>	<b>79</b>
Características biométricas de frutos de cultivares melão produzidos no Cerrado piauiense	79
<b>Capítulo 8</b>	<b>89</b>
Aspectos sobre o melhoramento genético do eucalipto no Brasil	89
<b>Capítulo 9</b>	<b>105</b>
Perfil do consumidor de carne ovina do município de Palmeira das Missões, RS	105
<b>Capítulo 10</b>	<b>115</b>
Degradação ambiental em APP's a partir da ação antrópica, no município de Campina Grande-PB	115
<b>Capítulo 11</b>	<b>130</b>
Custos de produção e comercialização de mudas	130
<b>Índice Remissivo</b>	<b>142</b>
<b>Sobre os organizadores</b>	<b>143</b>

## Aspectos sobre o melhoramento genético do eucalipto no Brasil

Recebido em: 15/08/2022

Aceito em: 21/08/2022


 10.46420/9786581460556cap8

Michel Anderson Masiero<sup>1\*</sup> 

Vinícius Henrique Dias de Oliveira<sup>2</sup> 


Luciana Sabini da Silva<sup>2</sup> 

Edvan Costa da Silva<sup>3</sup> 

Noéle Khristinne Cordeiro<sup>2</sup> 

Jéssica dos Santos Almeida<sup>4</sup> 

Wagner Menechini<sup>5</sup> 

Jordanya Ferreira Pinheiro<sup>3</sup> 

### INTRODUÇÃO

O Brasil é reconhecido mundialmente como um dos líderes no desenvolvimento e aplicação de inovações na área de genética, melhoramento e propagação de eucalipto. O espírito empreendedor do setor de produção da base florestal foi o principal motivo para este sucesso, sempre estimulado pela pressão do mercado a desenvolver soluções locais e buscar inovações tecnológicas para manter e aumentar a competitividade (Grattapaglia, 2021).

O setor florestal brasileiro mantém atualmente, em regime de produção, cerca de nove milhões de hectares de áreas de florestas plantadas, sendo 77% do total, representado pelo gênero *Eucalyptus* (Ibá, 2020). Os plantios de espécies, clones e híbridos desse gênero são a principal fonte de insumo na indústria de base florestal para a produção de celulose e papel, carvão vegetal, painéis de madeira reconstituída e usinas de tratamento de madeira (Souza et al., 2017).

O melhoramento genético florestal convencional enfrenta hoje um desafio crescente para a recomendação de clones considerando as flutuações ambientais cada vez mais frequentes e imprevisíveis (Grattapaglia, 2021).

Nos últimos anos diversos estudos experimentais de Seleção Gênica (SG) vêm sendo publicados sobre espécies de eucalipto, principalmente por instituições de pesquisa, como a Embrapa, sempre em colaboração com o setor produtivo, no intuito de fomentar a internalização desta nova abordagem técnica

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Campus Porto Alegre, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Campus São Luís, MA, Brasil.

<sup>4</sup> Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IEMA), Campus Vargem Grande, MA, Brasil.

<sup>5</sup> Faculdade de Administração e Ciências Econômicas (FACEC), Campus Cianorte, PR, Brasil.

\*Autor correspondente: michel\_masiero2@hotmail.com

nos programas de melhoramento das empresas florestais brasileiras (Torres-Dini et al., 2016; Muller et al., 2017; Resende et al., 2017; Tan et al., 2017, Tan et al., 2018; Cappa et al., 2019).

A otimização da seleção é uma ferramenta que pode ser aplicada dentro dos programas de melhoramento, possibilitando maximizar a diversidade genética na população, reduzir a endogamia e maximizar os ganhos genéticos para o próximo ciclo seletivo (Nogueira et al., 2019).

Métodos usados na reprodução de florestas de eucalipto têm sido melhorados desde 1941. Inicialmente, foi investido no melhoramento com base em características fenotípicas e obtenção melhorada de sementes, e posteriormente com métodos de hibridização e clonagem. Estudos de adaptabilidade e de estabilidade em muitos ambientes foram também realizados para identificar genótipos com comportamento em diferentes locais. Sendo um cultivo de ciclo longo, foram observados esforços crescentes para reduzir o período de seleção, o que resultou em uma seleção precoce com uma redução de menos da metade do tempo de avaliação (Castro et al., 2016).

Espécies de eucalipto, em geral, encontram-se em avançado estágio de melhoramento em comparação à maioria das culturas agrícolas. Existe ainda ampla flexibilidade sobre quais materiais genéticos incluir nas populações de melhoramento que, em regra geral, são constituídas por dezenas ou centenas de árvores geneticamente não-relacionadas, selecionadas diretamente de populações naturais, testes de procedência/progênie ou mesmo clones elite utilizados comercialmente (Grattapaglia, 2021).

Marcadores moleculares vêm sendo utilizados nessas etapas iniciais dos programas para caracterizar e quantificar os níveis e a organização da variabilidade genética existente (Silva et al., 2018). Os experimentos de SG em espécies de *Eucalyptus* têm procurado espelhar a estrutura das populações reais de melhoramento e adotar delineamentos que respondem, com satisfação às expectativas teóricas de diversidade e relacionamento entre os indivíduos utilizados no treinamento e na validação (Grattapaglia, 2021).

De forma geral, as capacidades preditivas relatadas nos diferentes estudos com *Eucalyptus*, bem como com outras espécies florestais, principalmente de coníferas, têm sido muito satisfatórias (Grattapaglia et al., 2018). Diante disso, o objetivo deste trabalho consiste em reunir informações acerca dos métodos de melhoramento de espécies de eucalipto para o Brasil.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente capítulo foi redigido de tal forma a trazer uma abordagem teórica sobre os aspectos no melhoramento genético do eucalipto no Brasil. Para o levantamento das informações bibliográficas, realizou-se pesquisa e consulta de documentos e informações em plataformas de pesquisas acadêmicas digitais como a Scielo, Periódico Capes, Google Acadêmico, bem como sites de periódicos científicos, bibliotecas digitais de Teses e Dissertações, portal de boletins técnicos, livros físicos e digitais e sites governamentais.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Aspectos botânicos do eucalipto*

O gênero *Eucalyptus* pertence à família Myrtaceae, sendo reconhecidas cerca de 800 espécies, variedades e híbridos (Flores et al., 2016). Sua primeira descrição botânica ocorreu pelo botânico francês Charles Louis L'Héritier de Brutelle, em 1788. O nome deriva do grego: *eu* (bem) e *kalipto* (cobrir), e se refere ao opérculo que cobre os órgãos reprodutores da flor, formado por pétalas modificadas (Remade, 2001).

As principais espécies de *Eucalyptus* são árvores típicas de florestas altas, com alturas entre 30 e 50 m; e de florestas abertas, com árvores menores, com altura entre 10 e 25 m, incluindo, ainda, cerca de 30 a 40 espécies com porte arbustivo (Mora & Garcia, 2000). Possui forte dominância apical e frutos lenhosos, de forma levemente cônica, contendo válvulas que se abrem para libertar as sementes (Esalq, 2015).

Quase todos os eucaliptos têm folhagem persistente, ainda que algumas espécies tropicais percam as suas folhas no final da época seca. Muitas espécies de eucalipto apresentam ainda dimorfismo foliar e adaptações a diferentes ambientes e funções. A maior parte das espécies, a partir de dois anos, apresenta folhas alternadas, lanceoladas a falciformes, estreitas e pendidas a partir de longos pecíolos (Castro & Machado, 2006).

As folhas maduras de árvores com mais de cinco anos apresentam coloração verde escura, são isolaterais, anfiestomáticas e pendentes. Folhas de transição são produzidas ao longo de um intervalo de nós e têm características estruturais que são intermediárias entre as folhas juvenis e adultas (James et al., 1999).

Espécies lenhosas, de forma geral, apresentam natureza heterozigótica, devido a alogamia quase obrigatória na sua reprodução e, na maioria das espécies, a forma principal e natural de propagação é por via seminal. Frente a isso, visando a obtenção de materiais superiores, a alternativa utilizada no setor florestal tem sido a utilização da propagação vegetativa no processo de produção de mudas clonais (Xavier et al., 2009). Por tais razões, o gênero *Eucalyptus* vem experimentando certo nível de melhoramento genético ao longo dos anos.

As plantações nacionais de *Eucalyptus* são baseadas principalmente em plantios clonais. As primeiras iniciativas de clonagem do eucalipto datam de meados do século passado, quando pesquisadores australianos, de Camberra, e franceses, no Marrocos e no norte da África, multiplicaram várias espécies de *Eucalyptus* por enraizamento de estacas obtidas de 27 mudas seminais (Alfenas et al., 2009).

## HISTÓRICO DO MELHORAMENTO GENÉTICO

### *Mundo*

Atualmente o eucalipto é a espécie arbórea mais plantada do mundo e com crescente mercado para atender as demandas de energia ou matéria-prima para a indústria, como papel e celulose, carvão vegetal, madeira serrada, produtos de madeira sólida e madeira processada (Ibá, 2020). É válido destacar que boa parte da sua disseminação pelo mundo ocorreu há pelo menos 200 anos, porém ensaios se iniciam anos depois em na década de 1820 na África do Sul (Remade, 2001).

As espécies de *Eucalyptus* têm ocorrência natural na Austrália, Tasmânia e outras ilhas da Oceania e se adaptaram muito bem a várias regiões no mundo contribuindo para a redução na pressão sobre floresta nativas, aquecendo o mercado madeireiro e gerando empregos (Santarosa et al., 2014). Há relatos de sua introdução no continente europeu na década de 1770, sendo que os primeiros ensaios com objetivo comercial europeu iniciaram por volta de 1850 (Remade, 2001).

Existem relatos de que as primeiras sementes trazidas à América do Sul, tenham sido trazidas da Inglaterra para o Chile em 1823. Posteriormente o gênero foi introduzido no Uruguai e na Argentina na década de 1850. No Brasil, não se sabe ao certo a data de introdução do gênero, no entanto, existe relatos de sua implantação por volta de 1868 no Rio Grande do Sul e no Rio de Janeiro (Remade, 2001).

### ***Brasil***

No Brasil, Edmundo Navarro de Andrade iniciou diversos estudos experimentais para sua produção em grande escala, utilizando a espécie *E. Grandis*, há pelo menos cem anos na Estação Experimental de Rio Claro. No entanto, foi apenas em 1970 quando a proveniência e a seleção foram intensificadas por várias instituições. As proveniências do entorno de Coffs Harbour exibiram o maior potencial de crescimento no estado de São Paulo, onde prevalecem as condições subtropicais (Ferreira, 2015). Contudo, Eldridge et al. (1993) relataram que *E. grandis* da região de Atherton exibe consistentemente melhor tolerância a doenças do que a procedência de New South Wales em ambientes tropicais e subtropicais.

No Brasil, as florestas plantadas com o gênero *Eucalyptus* destacam-se no setor florestal por apresentar grande adaptação, rápido crescimento, elevada produtividade e diversas finalidades (Tambarussi et al., 2017). O país possui cerca de nove milhões de hectares de florestas plantadas e o grande incentivo em pesquisas e melhoramento, garante um lugar de destaque no setor florestal (Ibge, 2018).

Quanto ao programa de melhoramento genético de eucalipto, a Embrapa Florestas tem firmado parcerias com instituições privadas visando atender nichos industriais e demandas regionais pela madeira. Também há a necessidade quanto às limitações dos centros de produção ocasionadas por escassez hídrica, baixas temperaturas, entre outros. Para tanto, o programa conta com a caracterização de genótipos, bem como a recombinação natural ou controlada e identificação de indivíduos superiores para lançamentos de cultivares comerciais (Paludzyszyn Filho & Santos, 2012). Atualmente as bases de melhoramento se encontram nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e São Paulo.

O cultivo de eucaliptos na região Sul do Brasil apresenta particularidades que o torna diferenciado comparativamente ao praticado em outras regiões do território nacional. O rigor climático e a dificuldade de se trabalhar com clones, entre outros aspectos, atuam desfavoravelmente (Santos et al., 2021).

## **FINALIDADES DO MELHORAMENTO GENÉTICO**

### ***Condições climáticas e ambientais***

O melhoramento genético visando aspectos climáticos e ambientais possui como finalidade disponibilizar germoplasmas com cultivares para as diversas regiões do país (Bandara & Arnold, 2017). De tal forma, que apresente variabilidade genética atendendo toda a demanda de madeira para os diversos usos existentes na indústria florestal brasileira (Paludzyszyn Filho & Santos, 2012). Os programas de melhoramento de eucaliptos têm se concentrado na seleção de genótipos por meio da variabilidade dentro e entre as espécies para garantir o melhor germoplasma para o estabelecimento da plantação (Miranda et al. 2013; Bandara & Arnold, 2017).

Os programas de melhoramento genético no Brasil buscam melhor a adaptabilidade do eucalipto sob as diferentes regiões, com adaptações e potencialidade de desenvolvimento e produção em condições climáticas de regiões temperadas, subtropicais e tropicais (Paludzyszyn Filho & Santos, 2012). Neste contexto, aspectos ambientais locais dentro dessas regiões como déficit hídrico, geadas e ventos, fizeram com que os programas de melhoramento desenvolvessem genótipos resistentes para cada uma dessas situações (Assis; Abad & Aguiar, 2015; Assad et al., 2021). A susceptibilidade do eucalipto a geadas, déficit hídrico e ventos podem gerar prejuízos ao empreendimento florestal quando da sua ocorrência e são em geral evitados com a escolha do melhor local para implantação dos plantios florestais (Paludzyszyn & Santos, 2012; Assis; Abad & Aguiar, 2015).

### ***Geadas***

No que se refere a geadas no Brasil os programas de melhoramento no Sul do país (Santa Catarina e Paraná), tem desenvolvido pesquisas com genótipos para ambientes frios, expandindo plantios de eucalipto na região e substituindo a utilização de outras espécies florestais exóticas como o *Pinus taeda* (Assis; Abad & Aguiar, 2015; Assad et al., 2021).

No que se refere a temperatura, os aspectos de melhoramento concentram-se em estresse a baixas temperaturas, podendo ser dividido em resfriamento, no qual a temperatura é suficientemente fria para causar injúria, mas não fria o bastante para congelar a planta, e o congelamento, que causa injúrias na planta quando a temperatura atinge o ponto de congelamento, ocorrendo a formação de cristais de gelo (Taiz et al., 2017).

Diante disso, é fundamental que os genótipos sejam tolerantes, ou seja, que possuam habilidades de sobreviver ao congelamento sem sofrer danos (Santos et al., 2018). Algumas espécies são reconhecidamente resistentes e tolerantes a geadas na Região Sul do Brasil, destacam-se *E. viminalis*, *E.*

*benthamii*, *E. nitens* e *E. dunnii* (Lisbão Junior, 1980; Higa et al., 2000). Entretanto, com exceção do *E. benthamii* e *E. dunnii*, as outras espécies são de baixa produtividade (Santos et al., 2021).

### **Déficit hídrico**

Em relação as condições de déficit hídrico o melhoramento genético tem por finalidade identificar os melhores genótipos para resistência aos períodos de déficit hídrico (Paludzyszyn Filho & Santos, 2012; Corrêa et al., 2017). A adaptação genotípica das populações à variação na disponibilidade hídrica, em geral, está relacionada à regulação estomática e bem como ao ajustamento osmótico (Taiz et al., 2017).

No Brasil, os programas de melhoramento localizados em regiões estratégicas com pluviosidade relativamente baixa solos áridos com alto potencial de drenagem, apresentando aspectos de seca (Corrêa et al., 2017). O uso dessas espécies como fonte de resistência a falta de água na composição de híbridos, onde os genitores resistentes, que tenham sido submetidos às condições de stress hídrico são considerados importantes no melhoramento. Dentre as espécies mais resistentes ao déficit hídrico, destacam-se o *E. camaldulensis*, *C. torelliana*, *E. tereticornis* e *E. brassiana* (Assis; Abad & Aguiar, 2015).

### **Ventos**

Entre os aspectos ambientais fundamentais no melhoramento do eucalipto, destaca-se também a finalidade de obtenção de híbridos resistentes aos ventos (Paludzyszyn Filho & Santos, 2012; Santos et al., 2018). A resistência a ventos está relacionada a propriedades da madeira, as quais têm controle genético e sofrem efeito ambiental, bem como à interação genótipos por ambientes. No melhoramento visando resistência a ventos é fundamental identificar as propriedades da madeira pois são as que possuem maiores influências na resistência (Assis; Abad & Aguiar, 2015).

É fundamental pois pode ser empregado nas seleções de árvores como o estabelecimento de metodologias de seleção das progênies (Resende et al., 2021). Nesse contexto, fibras mais longas e lumens mais estreitos conferiram maior resistência a ventos em alguns estudos, entretanto a espessura da parede e o diâmetro da fibra, tem mostrado relação com a densidade, promovendo maiores resistências mecânicas a madeira (Braz et al., 2014). No Brasil estudos relataram entre as espécies, o *E. saligna*, apresentando uma correlação de resistência ao vento e retidão de fuste (Assis; Abad & Aguiar, 2015).

## **PRAGAS E DOENÇAS**

O melhoramento genético visando resistência de pragas e doenças tem finalidade de obtenção de obter híbridos com resistência ao ataque de patógenos (Paludzyszyn Filho & Santos, 2012). Os insetos normalmente são controlados por intervenções biológicas ou químicas. Já para as doenças, as medidas de controle, na grande maioria dos casos, são feitas de modo preventivo mediante o desenvolvimento, a seleção e a propagação comercial de materiais genéticos resistentes (Assis; Abad & Aguiar, 2015). O gênero *Eucalyptus* possui uma grande quantidade de espécies, e nelas se encontra variabilidade intra e

interespecífica para resistência a essas doenças, o que permite a seleção de materiais resistentes em espécies puras e também o desenvolvimento de híbridos interespecíficos resistentes (Assis, 2014).

Entre as doenças as principais doenças dos plantios de eucalipto no Brasil destacam-se para as folhas: a ferrugem (*Puccinia psidii*), a mancha foliar e a desfolha por (*Cylindrocladium pteridis*) e a bacteriose (*Xanthomonas axonopodis*) e manchas foliares e desfolha causada por *Teratosphaeria* em algumas espécies (Assis; Abad & Aguiar, 2015; Ferreira; Marino & Furtado, 2017; Rezende et al., 2019). Já as doenças associadas ao tronco destacam-se: o cancro do eucalipto (*Chrysoporthe cubensis*) e a murcha de ceratocystis (*Ceratocystis fimbriata*) (Assis, 2014). No que se refere as fontes de resistência algumas espécies possuem destaque: para o cancro e murcha de *ceratocystis* são: *Corymbia citriodora*, *C. torelliana*, *E. cloeziana*, *E. pilularis*, *E. paniculata*, *E. pellita*, *E. urophylla*, *E. robusta*, *E. resinifera* e *E. microcorys* (Rezende et al., 2019). Com relação Transversaria, onde se encontram as espécies *E. urophylla*, *E. grandis*, *E. saligna*, não são afetadas favorecendo a hibridação dessas com espécies sucessíveis, sendo uma medida eficiente de resistência no controle dessa doença (Assis; Abad & Aguiar, 2015).

Para a ferrugem as espécies *Corymbia citriodora*, *C. torelliana*, *E. camaldulensis*, *E. microcorys*, *E. pellita*, *E. pilularis*, *E. propinqua*, *E. resinifera*, *E. robusta*, *E. saligna*, *E. tereticornis* e *E. urophylla* possuem fonte de resistência favorável a cruzamentos (Ferreira; Marino & Furtado, 2017). Já com resistência à *Cylindrocladium*, na Região Norte do Brasil destacam-se *E. pellita*, *E. robusta* e *E. resinifera* (Assis; Abad & Aguiar, 2015).

## MADEIRA

Em relação ao melhoramento genético com ênfase na qualidade da madeira, trata-se da finalidade em obter-se híbridos para as diferentes cadeias produtivas florestais celulose e papel, Biorredutores (carvão vegetal) e serraria e laminação (Wrege et al., 2021). O melhoramento genético tem papel importante no aumento da produtividade por área e a consequente redução de custos de produção, além de considerar características relevantes para o processo industrial ou que agreguem maior qualidade ao produto final (Assis; Abad & Aguiar, 2015).

No que se refere a produção de celulose e papel as características da madeira mais importantes no processo de produção de celulose e na qualidade do produto apresentam de moderados a altos controles genéticos (Demuner & Bertolucci, 1993). A produtividade em IMA celulose é a variável utilizada como referência para estimar a produção sendo levada em consideração na seleção dos melhores híbridos a produção de celulose, entre as espécies estão *E. grandis* x *E. urophylla* (Assis; Abad & Aguiar, 2015).

Para a produção de Biorredutores (carvão vegetal) a carbonização é o principal aspecto, sendo assim, o maior rendimento gravimétrico e a maior densidade da madeira reduzem o consumo específico (volume de madeira necessário para a obtenção de determinado peso do biorredutor), aumentando a carbonização (Silva et al., 2019). Dessa forma deseja-se híbridos com alta densidade, acompanhados de

resistência mecânica e granulometria, alguns possui destaques pelos seus potenciais na produção de carvão: *C. citriodora*, *E. paniculata* e *E. microcorys* (Assis; Abad & Aguiar, 2015; Wrege et al., 2021).

Para a laminação e serraria caracterizada pelo aproveitamento de plantios feitos para outras finalidades, os quais são manejados para produzir toras, diante disso, os programas de melhoramento possuem uma grande oportunidade em se desenvolver estudos buscando híbridos específico para o setor, o que afeta positivamente na qualificação da madeira para este segmento industrial (Assis; Abad & Aguiar, 2015; Wrege et al., 2021). O que favorece o eucalipto é a matéria-prima fabril (laminação e serraria), referem-se à sua capacidade produtiva, adaptabilidade a diversos ambientes e diversidade de espécies (Assis; Abad & Aguiar, 2015).

## **ESTRATÉGIAS, SELEÇÕES E MÉTODOS**

O eucalipto por se tratar de uma espécie perene, o melhoramento resulta na combinação entre delineamentos de cruzamento, métodos de seleção e estrutura de populações (Paludzyszyn Filho & Santos, 2012; Resende & Alves, 2021).

Diante disso, os programas de melhoramento genético florestal basicamente o processo melhorista refere-se à implantação de testes de progênies e testes clonais, a partir dos quais os indivíduos selecionados são recombinados (recombinação genética) para a continuidade e avanço das gerações, para posteriormente recomendar para plantios de produção (Assis; Abad & Aguiar, 2015; Resende & Alves, 2021).

Em aspectos gerais o eucalipto é uma espécie alógamas (polinização cruzada), que é o tipo de polinização da maioria das espécies florestais, sendo assim o método de seleção recorrente é mais indicado para o melhoramento genético (Santos et al., 2018). Esse método (seleção) de melhoramento possui a capacidade de melhorar características quantitativas, controladas por muitos genes e/ou sujeitas a elevada influência ambiental apresentando herdabilidades moderadas a baixas (Resende & Alves, 2021). O objetivo geral da seleção recorrente e a concentração de alelos favoráveis, mantendo a variabilidade genética da população (Paludzyszyn Filho & Santos, 2012).

O princípio da seleção recorrente é aumentar continuamente e progressivamente os alelos favoráveis, por vários ciclos seletivos, a partir de uma população base até a recombinação e obtenção do híbrido (Resende & Alves, 2021). A seleção recorrente pode ser intrapopulacional, quando visa melhorar uma população e interpopulacional, quando visa melhorar duas populações, buscando a heterose entre elas, sendo dois métodos utilizados para melhoramento do eucalipto seleção Recorrente Intrapopulacional (SRI) e Seleção Recorrente recíproca (SRR) (Assis; Abad & Aguiar, 2015; Resende & Alves, 2021).

Seleção Recorrente Intrapopulacional (SRI), foi inicialmente a principal estratégia de melhoramento para o eucalipto, devido possuir métodos simples, como a instalação de áreas produtoras de sementes, até métodos mais elaborados, como o estabelecimento de pomares clonais de sementes,

com progênies testadas, entretanto, não recomendada para espécies com elevada heterose (Assis; Abad & Aguiar, 2015).

De fato, a (SRI) visa ao melhoramento do valor genético aditivo médio da população (pura ou sintética) por meio de vários ciclos seletivos, os cruzamentos são realizados em populações únicas, entre clones caracterizados como elites ao final de cada ciclo a existência de incorporação de novos clones-elites (Santos et al., 2018). Os procedimentos realizados com incorporação de genes de clones-elite de cada seleção são denominados Seleção Recorrente Intrapopulacional em População Sintética (SRIPS), em populações sintéticas a uma “re-sintetização” a cada geração via cruzamentos controlados entre os clones (Resende & Barbosa, 2005; Assis; Abad & Aguiar, 2015).

Seleção Recorrente recíproca (SRR), é a principal ferramenta para o melhoramento da média de cruzamentos interpopulacionais (Resende & Alves, 2021). De fato, a (SRR) é utilizada no melhoramento de espécies em que a heterose é relevante nas características de importância econômica, visando melhorar a heterose entre duas populações e unicamente a obtenção de clones (Assis; Abad & Aguiar, 2015). Esse método prevê utilizar os indivíduos híbridos selecionados no contexto de SRR, na formação de compostos ou sintéticos, conforme a estratégia de melhoramento e seleção em populações sintéticas ou compostos (Assis; Abad & Aguiar, 2015; Resende & Alves, 2021).

Em eucalipto, como observado por Resende (1991) e confirmado por Resende et al. (2021) esse esquema de seleção (SRR) no contexto da estratégia de melhoramento do cruzamento e obtenção de híbrido melhores entre as populações. No Brasil, vários programas de (SRR) para o melhoramento do híbrido *E. grandis* × *E. urophylla* vem sendo conduzidos, mas ainda sem resultados publicados (Resende & Alves, 2021).

A melhor estratégia a ser adotada segue a finalidade e principalmente os ganhos por unidade de tempo e ao controle genético da característica a ser melhorada. Nesse aspecto, as características de qualidade da madeira têm predominância dos efeitos aditivos no controle genético, o que permite o uso da SRI (Resende & Alves, 2021). Por outro lado, para as características de crescimento, os efeitos dos desvios de dominância são muitas vezes significativos. Nesse caso, a SRR envolvendo populações ou espécies complementares se torna mais eficiente para o aumento dos ganhos a cada geração de melhoramento (Paludzyszyn Filho & Santos, 2012).

Como relatado as estratégias de melhoramento do eucalipto são baseadas na hibridação associadas a clonagem e tem finalidades para a produção de clones modelos. Assim, diante da heterose presente entre as espécies de eucalipto para crescimento (Assis, 2000; 2001; Assis; Abad & Aguiar, 2015) pode-se então com a clonagem a partir dos genótipos superiores selecionados (híbridos) fossem utilizadas como estratégia principal no melhoramento de eucalipto do Brasil, com ênfase na obtenção de clones a partir dos híbridos selecionados (Assis; Abad & Aguiar, 2015; Resende & Alves, 2021).

As seleções dos indivíduos são aspectos fundamentais no melhoramento silvicultural, levam-se em consideração entre os fatores de interesse e que as progênies possuam principalmente: adaptações

climáticas, resistência a pragas e doenças e consistência na qualidade da madeira (Assis; Abad & Aguiar, 2015). A seleção das progênes em uma população pode ser fenotípica, quando o valor fenotípico da característica é o referencial, ou genotípica quando baseada nos valores de ganhos genéticos desses indivíduos (Resende & Alves, 2021).

Diante disso, alguns programas utilizados para estimativas de parâmetros genéticas via testes de progênes entre eles: REML/BLUB (Rezende, 2016). Predição de valores genéticos aditivos e genotípicos de indivíduos com potencial para seleção, além de avaliar a expressão de variação genética disponível, quantificar e maximizar os ganhos genéticos (Rezende, 2016; Resende & Alves, 2021).

O uso de marcadores moleculares são outras ferramentas que possuem evolução na área florestal demonstrando interesse para os programas de melhoramento (Rezende, 2016). A seleção genômica ampla para o eucalipto vem sendo abordado em estudos, pois apresenta diferenciação nos aspectos de seleção assistida por marcadores, com potencialidade para o melhoramento de eucalipto, os novos métodos de Seleção Assistida por Marcadores Moleculares SAM, como o Genome Wide Selection GWS são destacados para o melhoramento (Assis; Abad & Aguiar, 2015).

## CLONAGEM

A partir da década de 80, a técnica de clonagem do eucalipto foi tecnicamente dominada, e as empresas passaram a utilizá-la nos programas de melhoramento, permitindo, assim, a perpetuação e multiplicação de boas combinações genéticas (Campinhos & Ikemori, 1983). Na Aracruz Celulose, de 1986 a 1994, o progresso genético utilizando a clonagem proporcionou ganhos superiores a 2,5% ao ano (Gonçalves et al., 2001).

O Brasil tem grande destaque no cenário mundial no setor florestal (Nunes et al., 2020). Levando em consideração que o país possui excelentes condições climáticas e amplas áreas para implantação, além de estar investindo no desenvolvimento de novas tecnologias no melhoramento genético de espécies florestais (Souza et al., 2017).

A criação de clones que surge como alternativa e ganha destaque promovendo a homogeneização das propriedades tecnológicas da madeira, aumentando a produtividade e diminuindo a rotação, melhor dizendo, o período que compreende entre o plantio e a colheita das árvores (Talgatti et al., 2018). O gênero *Eucalyptus* apresenta diversas espécies que se adaptam em diferentes condições climáticas, além de seu uso múltiplo, este gênero é mais empregado em reflorestamentos no Brasil, sendo plantado em praticamente todas as regiões do país (Torres et al., 2016).

A clonagem do eucalipto vem promovendo a homogeneização das propriedades tecnológicas da madeira, aumentando a produtividade e diminuindo o ciclo de corte (Talgatti et al., 2018). Atualmente, o aumento na demanda por madeira induz o setor florestal a investir em pesquisa para aumentar ao máximo a produtividade dos plantios e, por conseguinte, reduzir a idade de corte destes, acelerando o ciclo para poder suprir o mercado (Carneiro et al., 2016).



No entanto, o enraizamento das espécies é um desafio na propagação clonal, principalmente quando há envolvimento de material adulto (Souza et al., 2019). Os métodos de propagação vegetativa têm sido constantemente utilizados para maximizar a produção clonal em espécies de eucaliptos, especialmente pelo rejuvenescimento do tecido (Wendling et al., 2014) e aumento de enraizamento adventício (Oliveira et al., 2015).

São encontrados desafios para melhorar o enraizamento adventício de genótipos com baixo desempenho (Brondani et al., 2012) ou mesmo sem enraizamento, e os propágulos obtidos diretamente de plantas adultas têm sido especialmente desafiadoras porque mostram baixo grau de juvenildade do tecido.

Técnicas como micropropagação foram otimizados para eucaliptos (Shanthi et al., 2015), melhorando o rejuvenescimento e revigoramento dos tecidos e, portanto, aumentando o enraizamento adventício. Essas conquistas têm sido benéficas para a produção clonal em grande escala sistemas de materiais genéticos selecionados, tanto em qualidade e quantidade.

Vários fatores influenciam o desempenho de microestacas, especialmente as ambientais, condições às quais os propágulos são expostos durante a fase de enraizamento adventício ex vitro e aclimação, que interfere diretamente na sobrevivência das microestacas. A temperatura do ambiente de enraizamento deve ser destacada entre os fatores e tem implicações diretas sobre processos fisiológicos (Hartmann et al., 2018).

## **PERSPECTIVAS DO MELHORAMENTO GENÉTICO**

Entre as perspectivas do melhoramento genético para o eucalipto destaca-se a obtenção desenvolver novos métodos de avaliação entre ele a Seleção Assistida por Marcadores Moleculares - SAM, como o Genome Wide Selection GWS.

Adaptar caracteres de resistência (déficit hídrico, geadas, pragas e doenças eficiência no uso de nutrientes e água adaptação às mudanças climáticas globais). Associados as resistências as perspectivas envolvem estudos relacionados as características de qualidade da madeira (teor de lignina, rendimento de celulose, densidade básica, ângulo micro fibrilar proporção de madeira juvenil/adulta, rendimento de madeira sólida livre de nós), buscando sempre as melhorar na obtenção de híbridos.

Geração de materiais genéticos mais produtivos, com melhor qualidade da madeira e resistente a fatores bióticos e abióticos, através da transgenia. E fazendo um melhor uso das técnicas de estimativas de parâmetros genéticos em testes de progênies: REML/BLUP.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A produção de eucalipto movimentam a economia brasileira de forma ativa, pois desempenham um papel importante em diferentes segmentos de cadeias produtivas, especialmente quando o produto florestal madeira participa diretamente.

A atuação das instituições no melhoramento genético do eucalipto tem trazido substanciais benefícios à cultura no Brasil, contemplando uma grande gama de ecossistemas que possuem aptidão para a utilização comercial.

A introdução de genótipos ampliou a base genética de espécies pré-existentes e inseriu novos materiais de pesquisa, possibilitando o melhoramento intra-populacional, elevando os níveis de adaptação e produtividade. Os rendimentos poderão ser otimizados a partir da clonagem dos genótipos altamente selecionados.

Frente às flutuações climáticas e, com elas, o aumento da incidência de pragas e doenças, devem ser consideradas também as exigências industriais e dos consumidores finais cada vez mais sofisticadas, que geram novos desafios aos melhoristas, bem como aos programas de melhoramento, devendo continuar na busca de materiais que façam frente às adversidades. Diante disso, o melhoramento genético deverá continuar sendo estimulado e continuará buscando inovações tecnológicas para garantir sucesso e manter ou até mesmo aumentar a competitividade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfenas, A. C., Zauza, E. A. V., Mafia, R. G., & Assis, T. F. de. (2009). *Clonagem e doenças do eucalipto* (2 ed.). Viçosa: UFV.
- Assad, E. D., Monteiro, B. A., & Pugliero, V. S. (2021). Mudanças do clima e a cultura do eucalipto. In: Oliveira, E. B., & Pinto Júnior, J. E. (Orgs.). *O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento*. Brasília: Embrapa.
- Assis, T. F. (2000). Production and use of *Eucalyptus hybrids* for industrial purposes. QFRI/CRC-SPF Symposium, Noosa. In: Dungey, H. S., Dieters, M. J., & Nikles, D. G. comp. *Proceedings of Hybrid Breeding and Genetics of Forest trees*. Noosa: Department of Primary Industries.
- Assis, T. F. (2001). Melhoramento para produtividade e qualidade de celulose de fibra curta. In: Resende, M. D. V. (Ed.) *Workshop sobre Melhoramento de Espécies Florestais e Palmáceas no Brasil*. Curitiba: Embrapa Florestas.
- Assis, T. F. (2014). *Melhoramento genético de Eucalyptus: desafios e perspectivas*. Nova Lima: Embrapa Florestas.
- Assis, T., Abad, J., & Aguiar, A. (2015). Melhoramento Genético do Eucalipto. In: Schumacher, M. V., & Vieira, M. (Org.). *Silvicultura do Eucalipto no Brasil*. Santa Maria: UFSM.
- Bandara, K. M. A., & Arnold, R. J. (2017). Genetic variation of growth and log end-splitting in second-generation *Eucalyptus grandis* in Sri Lanka. *Australian Forestry*, 80, 264-271.
- Braz, R. L., Oliveira, J. T. S., Rosado, A. M., Vidaurre, G. B., & Paes, J. B. (2014). Parâmetros dendrométricos e resistência mecânica das árvores de clones de *Eucalyptus* em áreas sujeitas à ação dos ventos. *Ciência Florestal*, 24, 947-956.
- Brondani, G. E., Wit Ondas, H. W., 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.

- Cappa, E. P., Lima, B. M., Silva-Junior, O. B., Garcia, C. C., Mansfield, S. D., & Grattapaglia, D. (2019). Improving genomic prediction of growth and wood traits in *Eucalyptus* using phenotypes from non-genotyped trees by single-step GBLUP. *Plant Science*, 284, 9-15.
- Carneiro, A. C. O., Vital, B. R., Frederico, P. G. U., Fialho, L. F., Figueiró, C. G., & Silva, C. M. S. (2016). Efeito do material genético e do sítio na qualidade do carvão vegetal de madeira de curta rotação. *Floresta*, 46, 473-480.
- Castro, M. M., & Machado, S. R. (2006). Células e tecidos secretores. In: Appezzato--, B., & Carmello-Guerreiro, S. M (Orgs.) (2 ed.). *Anatomia vegetal*. Viçosa: UFV.
- Castro, C. A. O., Resende, R. T., Bhering, L. L., & Cruz, C. D. (2016). Brief history of *Eucalyptus* breeding in Brazil under perspective of biometric advances. *Ciência Rural*, 46, 1585-1593.
- Corrêa, T. R., Picoli, E. A. D. T., Souza, G. A. D., Condé, S. A., Silva, N. M., Lopes M., K. L. B., Resende, M. D. V. D., Zauza, E. A. V., & Oda, S. (2017). Phenotypic markers in early selection for tolerance to dieback in *Eucalyptus*. *Industrial Crops and Products*, 107, 130-138.
- Campinhos, E., & Ikemori, Y. K. (1983). *Produção de propágulos vegetativos (por enraizamento de estacas) de Eucalyptus spp. em viveiro*. Aracruz: Aracruz Florestal.
- Demuner, B. J., & Bertolucci, F. L. G. (1993). *Seleção Florestal: uma nova abordagem a partir de estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para características de madeira e polpa de eucalipto*. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL DA ABTCP, 26., 1993, São Paulo. Anais... São Paulo: ABTCP.
- Eldridge, K., Davidson, J., Harwood, C., & Van Wyk, G. (1993). *Eucalyptus domestication and breeding*. Oxford: Clarendon Press.
- Esalq - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". (2015). *Botânica de Eucalyptus spp.* Universidade de São Paulo.
- Ferreira, M. A aventura dos eucaliptos. (2015). In: Schumacher, M. V., & Vieira, M. (Org.). *Silvicultura de eucalipto no Brasil*. Santa Maria: UFMS.
- Ferreira, K. C. Z., Marino, C. L., & Furtado, E. L. (2017). Seleção de genótipos de eucalipto resistentes à ferrugem (*Puccinia psidii*) através de parâmetros monocíclicos. *Summa Phytopathol.*, 43, 103-110.
- Flores, T. B., Alvares, C. A., Souza, V. C., & Stape, J. L. (2016). *Eucalyptus no Brasil: zoneamento climático e guia para identificação*. Piracicaba: IPEF.
- Grattapaglia, D., Silva-Junior, O. B., Resende, R. T., Cappa, E. P., Müller, B. S. F., Tan, B.; Isik, F., Ratcliffe, B., & El-Kassaby, Y. E. (2018). Quantitative genetics and genomics converge to accelerate forest tree breeding. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1693.
- Grattapaglia, D. (2021). Genômica aplicada à genética e melhoramento de *Eucalyptus* na Embrapa: 25 anos de avanços e as perspectivas para o futuro. In: Oliveira, E. B., & Pinto Júnior, J. E. (Orgs.). *O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento*. Brasília: Embrapa.

- Gonçalves, F., Rezende, G. D. S. P., & Bertolucci, F. de L. G. (2001). Progresso genético por meio de seleção de clones de eucalipto em plantios comerciais. *Revista Árvore*, 25, 295-301.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E.; Davies, J. R., & Geneve, R. L. (2018). *Plant propagation: principles and practices* (9 ed). São Paulo, Brazil: Prentice-Hall.
- Higa, R. C. V., Higa, A. R., Trevisan, R., & Souza, M. V. R. Resistência e resiliência a geadas em *Eucalyptus dunnii* Maiden plantados em Campo do Tenente, PR. *Boletim de Pesquisa Florestal*, 40, 67-76.
- Ibá (Indústria Brasileira de Árvores). (2020). *Relatório anual: ano base 2019*. Brasília: IBÁ.
- Ibge (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). (2018). *Produção da extração vegetal e silvicultura*.
- James, S. A., Smith, W. K., Vogelmann, T. C. (1999). Ontogenetic differences in mesophyll structure and chlorophyll distribution in *Eucalyptus globulus* ssp. *Globulus* (Myrtaceae). *American Journal of Botany*, 86, 198-207.
- Lisbão Junior, L. (1980). O efeito da geada e o comportamento inicial de três procedências de *Eucalyptus dunnii* Maiden, em ensaio conjugado de miniespaçamentos e adubação. *Boletim de Pesquisa Florestal*, 1, 28-49.
- Miranda A. C., Moraes, M. L. T., Tambarussi, E. V., Furtado, E. L., Mori, E. S., Silva, P. H. M., & Sebbenn, A. M. (2013). Heritability for resistance to *Puccinia psidii* winter rust in *Eucalyptus grandis* hill ex maiden in southwestern Brazil. *Tree Genetics & Genomes*, 9, 321-329.
- Mora, A. L., & Garcia, C. H. (2000). *A cultura do eucalipto no Brasil*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura.
- Müller, B. S. F., Neves, L. G., Almeida Filho, J. E. De., Resende Junior, M. F. R.; Muñoz, P. R., Santos, P. E. T. dos., Paludzyszyn Filho, E., Kirst, M., & Grattapaglia, D. (2017). Genomic prediction in contrast to a genome-wide association study in explaining heritable variation of complex growth traits in breeding populations of *Eucalyptus*. *BMC Genomics*, 18, 524. DOI: 10.1186/s12864-017-3920-2.
- Nogueira, T. A. P. C., Nunes, A. C. P., Santos, G. A., Takahashi, E. K., Resende, M. D. V., & Corradi, I. S. (2019). Estimativa de parâmetros genéticos em progênies de irmãos completos de eucalipto e otimização de seleção. *Scientia Forestalis*, 47, 451-462. DOI: 10.18671/scifor.v47n123.07.
- Nunes, I. L.; Leite, E. S.; Lima, R. J., Minette, L. J., Schettino, S., Souza, A. P. (2020). Variabilidade espacial de clones de Eucalipto em função do preparo de solo e adubações. *Brazilian Journal of Development*, 6, 12334-12349.
- Oliveira, L. S., Brondani, G. E., Batagin-Piotto, K. D., Calsavara, R., & Almeida, M. (2015). Micropropagation of *Eucalyptus cloeziana* mature trees. *Aust For*, 78, 219-231.
- Paludzyszyn Filho, E., & Santos, P. E. T. (2012). *Programa de melhoramento genético do eucalipto da Embrapa Florestas: resultados e perspectivas*. Colombo: Embrapa Florestas.
- Remade (2001). *O eucalipto e suas origens* (ed 59). *Revista da Madeira: On-line*.

- Resende, M. D. V. (1991). Correções nas expressões do progresso genético com seleção em função da amostragem finita dentro de famílias e populações e implicações no melhoramento florestal. *Boletim de Pesquisa Florestal*, 22/23, 61-77.
- Resende, R. T., Resende, M. D. V., Silva, F. F., Azevedo, C. F., Takahashi, E. K., Silva Junior, O. B., & Grattapaglia, D. (2017). Assessing the expected response to genomic selection of individuals and families in Eucalyptus breeding with an additive-dominant model. *Heredity*, 119, 245-255. DOI: 10.1038/hdy.2017.37.
- Resende, M. D. V. (2016). Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 16, 330-339.
- Resende, M. D. V., Duin, I. M., Coelho, T. A. V., Soares, Higa, A. R., Santos, A. F., Silva, L. D., & Auer, C. G. (2019). Avaliação da resistência de progênies de Eucalyptus grandis para mancha foliar de Cylindrocladium e Kirramyces. *Summa Phytopathol*, 45, 295-301.
- Resende, M. D. V., & Alves, R. S. (2021). Genética: estratégias de melhoramento e métodos de seleção. In: Oliveira, E. B., & Pinto Júnior, J. E. (Orgs.). *O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento*. Brasília: Embrapa.
- Santos, P. E. T., Paludzyszyn Filho, E., Magalhães, W. L. E., & Vandresen, P. B. (2018). Melhoramento genético de eucaliptos subtropicais: contribuições para a espécie *Eucalyptus badjensis*. Colombo: Embrapa Florestas.
- Santos, P. E. T.; Paludzyszyn Filho, E.; Ribaski, J., Drumond, M. A., & Oliveira, V. R. (2021). Melhoramento genético e lançamento de cultivares. In: Oliveira, E. B., & Pinto Júnior, J. E. (Orgs.). *O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento*. Brasília: Embrapa.
- Shanthi, K., Bachpai, V. K. W., Anisha, S., Ganesan, M.; Anithaa, R. G., Subashini, V., Chakravarthi, M., Sivakumar, V., & Yasodha, R. (2015). Micropropagation of *Eucalyptus camaldulensis* for the production of rejuvenated stock plants for microcuttings propagation and genetic fidelity assessment. *New For*, 46, 357-371.
- Silva, P. H. M. D., Brune, A., Alvares, C., Amaral, W., Teixeira, M., Grattapaglia, D., & PAULA, R. C. (2018). Selecting for stable and productive families of *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake across a country wide range of climates in Brazil. *Canadian Journal of Forest Research*, 49, 87-95.
- Silva, A. C., Arantes, D. C., Gonçalves, F. G., Almeida, M. N. F., Santos, L. M. H.; Andrade, J. K. B., & Minini, D. (2019). Qualidade do carvão vegetal produzido com resíduos de eucalipto. *Scientia Forestalis*, 47, 536-544.
- Souza, D. M. S. C., Fernandes, S. B., Avelar, M. L. M., Frade, S. R. P., Molinari, L. V., Gonçalves, D. S., & Brondani, G. E. (2019). Mixotrophism effect on in vitro elongation and adventitious rooting of *Eucalyptus dunnii*. *Cerne*, 25, 394-401.
- Souza, F. M. L., Pupo, C. H., Sereghetti, G. C., Sansígolo, C. A., Ferreira, J. P., Silva, R. B., & Garcia, D. P. (2017). Características de crescimento, densidade básica e composição química da madeira de

- Eucalyptus* spp. na região de Ribas do Rio Pardo - MS. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, 11, 350-359.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. A., & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal* (6.ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Talgatti, M., Silveira, A. G., Santini, E. J., Gorski, L., Baldin, T., & Valcorte, G. (2018). Propriedades físicas e mecânicas da madeira de clones de eucalipto. *Scientia Agraria Paranaensis*, 17, 434-442.
- Tambarussi, E. V., Pereira, F. B., Azevedo, V. A. A., Peres, F. S. B., Dias, N., & Furlan, R. A. (2017). Variabilidade genética em clones de *Eucalyptus* spp. para Grajaú, estado do Maranhão. *Revista do Instituto Florestal*, 29, 253-261.
- Tan, B., Grattapaglia, D., Wu, H. X., & Ingvarsson, P. K. (2018). Genomic relationships reveal significant dominance effects for growth in hybrid *Eucalyptus*. *Plant Science*, 267, 84-93.
- Tan, B., Grattapaglia, D., Martins, G. S., Ferreira, K. Z., Sundberg, A., & Ingvarsson, P. K. (2017). Evaluating the accuracy of genomic prediction of growth and wood traits in two *Eucalyptus* species and their F1 hybrids. *BMC Genomics*, 17, 110. DOI: 10.1186/s12870-017-1059-6.
- Torres, P. M. A., PAES, J. B., Nascimento, J. W. B., & BRITO, F. M. S. (2016). Caracterização físico-mecânica da madeira jovem de *Eucalyptus camaldulensis* para aplicação na arquitetura rural. *Floresta e Ambiente*, 23, 109-117.
- Torres-Dini, D., Nunes, A. C. P., Aguiar, A. V.; Nikichuck, A. V., Centurión, C., Cabrera, M., Moraes, M. L. T., Resende, M. D. V., & Sebbenn, A. M. (2016). Clonal selection of *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus globulus* for productivity, adaptability, and stability, using SNP markers. *Silvae Genetica*, 65, 30.
- Wendling, I., Trueman, S. J., & Xavier, A. (2014). Maturation and related aspects in clonal forestry – part II: reinvigoration, rejuvenation and juvenility maintenance. *New For*, 473-486.
- Wrege, M. S., Alves, R. S. (2021). 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.
- Xavier, A.; Wendling, I., & Silva, R. L. da. (2009). *Silvicultura clonal: princípios e técnicas* (2 ed.). Viçosa: UFV.

## Índice Remissivo

### A

Áreas de Preservação Permanente, 116, 117,  
118, 119, 125, 126, 127, 128

### C

Cultivares, 83  
Custos, 131, 132, 133, 134, 135, 139

### D

Degradação ambiental, 115  
Dessedentação animal, 64

### E

*Eucalyptus*, 89, 90, 91, 92, 94, 98

### M

Mudas, 132, 139, 140  
*Musa* spp, 30

### P

Piauí, 79, 80, 82

### Q

Qualidade de fruto, 88

### S

*Saccharum officinarum* L., 71  
Substratos, 135

### V

Viveiro, 142

## Sobre os organizadores



  **Alan Mario Zuffo**

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



  **Jorge González Aguilera**

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





**Pantanal Editora**

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

[contato@editorapantanal.com.br](mailto:contato@editorapantanal.com.br)

