

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 25/01/2020.

GABRIEL DE RESENDE BARONI

**CRESCIMENTO INICIAL E PARÂMETROS GENÉTICOS DE POPULAÇÕES
PARA MELHORAMENTO DE *Corymbia* spp. e *Eucalyptus pilularis* Smith**

Botucatu

2018

GABRIEL DE RESENDE BARONI

**CRESCIMENTO INICIAL E PARÂMETROS GENÉTICOS DE POPULAÇÕES
PARA MELHORAMENTO DE *Corymbia* spp. E *Eucalyptus pilularis* Smith**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais (Programa de Pós Graduação em Ciência Florestal).

Orientador: Dr. Paulo Henrique Müller da Silva

Botucatu

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

B266c Baroni, Gabriel de Resende, 1992-
Crescimento inicial e parâmetros genéticos de populações para melhoramento de *Corymbia* spp. e *Eucalyptus pilularis* Smith / Gabriel de Resende Baroni. - Botucatu: [s.n.], 2018
88 p.: fots. color., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2018
Orientador: Paulo Henrique Müller da Silva
Inclui bibliografia

1. Árvores - Melhoramento genético. 2. Espécies florestais. 3. Ferrugem nas árvores. I. Silva, Paulo Henrique Müller da. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

Elaborada Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

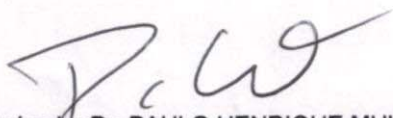
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CRESCIMENTO INICIAL E PARÂMETROS GENÉTICOS DE
POPULAÇÕES PARA MELHORAMENTO DE *Corymbia* spp.
E *Eucalyptus pilularis* Smith

AUTOR: GABRIEL DE RESENDE BARONI

ORIENTADOR: PAULO HENRIQUE MULLER DA SILVA

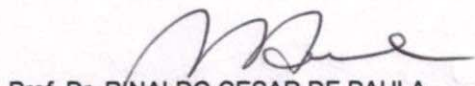
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIA FLORESTAL,
pela Comissão Examinadora:

A handwritten signature in black ink, appearing to read "P. W.", is positioned above the name of the researcher.

Pesquisador Dr. PAULO HENRIQUE MULLER DA SILVA
IPEF / Instituto de Pesquisas e Estudo Florestais - Piracicaba/SP

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Leo Zimback", is positioned above the name of the researcher.

Dr. LEO ZIMBACK
Floresta Estadual de Botucatu / Instituto Florestal do Estado de São Paulo

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Rinaldo Cesar de Paula", is positioned above the name of the professor.

Prof. Dr. RINALDO CESAR DE PAULA
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Botucatu, 25 de janeiro de 2018

AGRADECIMENTOS

À FCA/Unesp por ser a instituição formadora, por meio dessa obtive o meu título de Mestre em Ciências Florestais e enriqueci minha formação profissional.

À Capes pela concessão da bolsa.

Às instituições associadas ao Programa Cooperativo de Melhoramento Florestal, por disponibilizar recursos ao desenvolvimentos dos trabalhos.

À Universidade Federal de Lavras, pois é a instituição responsável por minha graduação e aonde meus olhos abriram para a carreira acadêmica.

Ao Dr. Paulo Henrique pela orientação, paciência e conhecimentos compartilhados.

Aos Dr. Rinaldo e Dr. Léo por aceitarem ser banca examinadora e pelas sugestões.

Ao Eveli, funcionário do IPEF, que é meu companheiro de campo e ajudou em todas as mensurações e sempre compartilhou seu precioso conhecimento.

Ao Rildo, Lourival e todos os funcionários da Horta Florestal de Itatinga – SP que contribuíram com o apoio e conhecimentos compartilhados.

Àos meus amados pais Romeo e Edna e minha à irmã Naimara que sempre deram apoio incondicional e amor. Se hoje sou uma boa pessoa, eles são os grandes responsáveis por isso.

À minha amada e meiga namorada Ariane pelo amor e o apoio. Com ela ao meu lado o caminho se torna mais suave e divertido.

Aos meus amigos da República Zona Azul: Baiano, Higo, Macarrão, Matraca, Mongol, Nilton, Porca, Vitoldo e Vinicius pelo apoio, bons momentos e festas e risadas.

Aos demais os membros da minha família (avós, tios, tias e primos) pelo apoio e a torcida para que tudo desse certo.

Ao Instituto Federal do Sul de Minas Gerais aonde minha carreira profissional começou e meus olhos se abriram para uma formação profissional mais completa.

À todos os meus amigos pelo apoio e torcida, em especial ao Rodolfo, Diego e Mateus.

À todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento do trabalho.

Às instituições educadoras por onde passei. Uma instituição educadora tem o poder de mudar a vida inteira de um aluno.

Por fim, à todos os professoras que se dedicaram e compartilharam seus conhecimentos. Essa linda profissão atualmente desvalorizada no Brasil, mas que também possui o poder de melhorar a sociedade.

RESUMO

A introdução de espécies possibilita obter alternativas aos desafios do setor florestal: como estresses bióticos e abióticos, novas exigências de mercado e contribuir com contínuo ganho de produtividade. Os objetivos deste trabalho foram: conhecer o crescimento inicial e parâmetros genéticos de populações de *Corymbia henryi* (CH), *C. citriodora variegata* (CCV), *C. maculata* (CM) e *Eucalyptus pilularis*; estudar e comparar a resistência à ferrugem (*Austropuccinia psidii*) em progênies de *E. pilularis* em condições ambientais controladas e em campo. Os ensaios de *Corymbia* spp. foram testes de procedências sem a estrutura de progênies, sendo uma população para cada espécie. Nesses testes foram avaliadas a altura de plantas aos 6,9 e 13 meses após o plantio e diâmetro à altura do peito aos 13 meses. Em *E. pilularis* foi mensurada a altura e sobrevivência de plantas aos 7 meses após o plantio. Após as mensurações, foram realizadas as análises de *deviance* à 5% de significância para verificar diferença entre os materiais genéticos e entre parcelas. Posteriormente, os parâmetros genéticos foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrição/melhor predição linear não viciada (REML/BLUP). Com o *E. pilularis* também foi avaliado a resistência à ferrugem, sendo realizada a inoculação de *A. psidii* em condições ambientais controladas em 20 progênies. No campo, a resistência à ferrugem foi avaliada mensalmente de julho a outubro de 2017. CH, CCV e CM apresentaram crescimento inicial rápido e alta sobrevivência de plantas. CH apresentou efeito significativo de procedência para altura apenas aos 6 meses. Essa espécie apresentou valores altos e moderados de herdabilidade da média de procedências (H^2_{mp}) em altura e sobrevivência nas três épocas. CCV e CM apresentaram valores baixos de H^2_{mp} para todas as épocas de avaliação da altura e sobrevivência de plantas. O DAP apresentou H^2_{mp} baixo nas três espécies. *E. pilularis* apresentou crescimento inicial de 1,47 m e sobrevivência de 98%. Os valores de herdabilidade individual no sentido restrito (H^2_a) e herdabilidade da média de progênies (H^2_a) foram altos (0,38 e 0,76; respectivamente). Em relação à inoculação em condições controladas, 96,25 % das mudas foram resistentes à ferrugem. A H^2_a e H^2_m foram altas (0,41 e 0,81, respectivamente). No campo, a ferrugem foi observada apenas em julho. Apenas três mudas no campo apresentaram esporulação de ferrugem. Assim, a H^2_a e H^2_m foram baixas (0,001; 0,02). Isso ocorreu porque em condições controladas mais indivíduos apresentaram ferrugem, pois o ambiente

controlado é ótimo para ocorrência da doença. As espécies de *Corymbia* spp. tiveram rápido crescimento inicial. CH apresentou forte controle genético em altura e sobrevivência de plantas. CCV e CM apresentaram fraco controle genético em ambos os caracteres. *E. pilularis* apresentou crescimento inicial rápido e forte controle genético dos caráter altura. O teste em condições ambientais controladas apresentou maior eficiência do que o teste de campo na estimação dos parâmetros genéticos da resistência à ferrugem.

Palavras-chave: introdução de espécies; ferrugem; teste de procedência/progênie.

ABSTRACT

The introduction of species makes it possible to obtain alternatives to the challenges of the forestry sector: such as biotic and abiotic stresses, new market requirements and contribute to continuous productivity gains. This work aimed: to know the growth and initial genetic parameters of populations of *Corymbia henryi* (CH), *C. citriodora variegata* (CCV), *C. maculata* (CM) and *Eucalyptus pilularis*; to study and compare resistance to rust (*Austropuccinia psidii*) in progenies of *E. pilularis* under controlled and field environmental conditions. The trials of *Corymbia* spp. were tests of provenances without the structure of progenies, being a population for each species. In these trials the height of plants at 6, 9 and 13 months after planting were evaluated. Diameter at breast height (DBH) at 13 months were evaluated. In *E. pilularis* the height and survival of plants at 7 months after planting were measured. After the measurements, the deviance analyzes were carried out at 5% of significance to verify the difference between genetic material and between plots. Afterwards, the genetic parameters were estimated by the method of Restriction Maximum Likelihood / Best Linear Unbiased Prediction (REML / BLUP). *E. pilularis* was evaluated for resistance to rust, and inoculation of *A. psidii* was carried out under controlled environmental conditions in 20 progenies. Rust resistance in the field was evaluated monthly from July to October 2017. CH, CCV and CM showed rapid initial growth and high plant survival. CH showed significant origin effect only at 6 months. This species presented high and moderate heritability values of the mean of provenances (H^2_{mp}) in height and survival in the three seasons. CCV and CM presented low values of H^2_{mp} for all seasons of height evaluation and plant survival. DAP presented low H^2_{mp} in all three species. *E. pilularis* presented initial growth of 1.47 m and survival of 98%. The values of individual heritability in the restricted sense (H^2_a) and heritability of the average progenies (H^2_{pa}) were high (0.38 and 0.76, respectively). Regarding the inoculation under controlled conditions, 96.25% of the seedlings were resistant to rust. The H^2_a and H^2_{pa} were high (0.41 and 0.81, respectively). In the field, rust was observed only in July. Only three seedlings in the field presented sporulation of rust. Thus, H^2_a and H^2_{pa} were low (0.001; 0.02). This happened because under controlled conditions more individuals presented rust, because the controlled environment is great for the occurrence of the disease. The species of *Corymbia* spp. had rapid initial growth. CH showed strong genetic control in height and plant survival. CCV and CM presented

weak genetic control in both characters. *E. pilularis* showed rapid initial growth and strong genetic control of height characters. The test in controlled environmental conditions was more efficient than the field test in the estimation of genetic parameters of resistance to rust.

Keywords: introduction of species; rust; provenance / progeny test.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	13
CAPÍTULO 1 – ESTADO DA ARTE	15
1.1 <i>Corymbia</i> e <i>Eucalyptus</i>	15
1.2 “Spotted gums”	16
1.3 <i>Eucalyptus pilularis</i>	21
1.4 Ferrugem do eucalipto.....	23
1.5 Formação de populações base	26
REFERÊNCIAS.....	299
CAPÍTULO 2 – CRESCIMENTO INICIAL E PARÂMETROS GENÉTICOS DE PROCEDÊNCIAS DE <i>Corymbia</i> spp.	35
2.1 Introdução.....	39
2.2 Material e métodos	40
2.3 Resultados e discussão.....	43
2.4 Considerações finais	51
REFERÊNCIAS.....	53
CAPÍTULO 3 - CRESCIMENTO INICIAL E PARÂMETROS GENÉTICOS DE <i>Eucalyptus pilularis</i> Smith.....	57
3.1 Introdução.....	61
3.2 Material e métodos	62
3.3 Resultados e discussão.....	65
3.4 Considerações finais	69
REFERÊNCIAS.....	71
CAPÍTULO 4 - PARÂMETROS GENÉTICOS DA RESISTÊNCIA DE <i>Eucalyptus pilularis</i> à FERRUGEM EM CONDIÇÕES CONTROLADAS E EM CAMPO	75
Referências	82
CONSIDERAÇÕES FINAIS	85

REFERÊNCIAS 857

CONSIDERAÇÕES FINAIS

C. henryi (CH), *C. citriodora* sub. *variegata* (CCV) e *C. maculata* (CM) apresentaram rápido crescimento inicial. CH exibiu alta a moderada herdabilidade da média de procedências (H^2_{mp}) e forte controle genético nos caracteres avaliados, possibilitando maior ganho com a continuidade do melhoramento genético. CCV e CM apresentaram baixa herdabilidade da média de procedências para o caráter altura.

E. pilularis apresentou rápido crescimento inicial e boa sobrevivência de plantas. As progênies apresentaram forte controle genético de para altura de plantas mostrando o bom potencial para continuidade do programa de melhoramento.

As mudas de *E. pilularis* em condições ambientais controladas foram 96,25% imunes a resistentes à *A. psidii*

O teste em condições controladas mostrou ter maior precisão seletiva e maior controle genético para o caráter. Dessa forma, o teste em condições controlada foi mais eficiente que o de condições de campo.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009. 500 p.
- ASSIS, T. F.. Melhoramento genético de *Eucalyptus*: desafios e perspectivas. In: 3º ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 3., 2015, Campinas. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2015. p. 127 - 148.
- BELTRAME, R. et al. Desempenho silvicultural e seleção precoce de clones de híbridos de eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [s.l.], v. 47, n. 6, p.791-796, jun. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2012000600009>
- BRAWNER, J. T. et al. Selection of *Corymbia citriodora* for pulp productivity. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, [s.l.], v. 74, n. 2, p.121-131, jul. 2012. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.2989/20702620.2012.701418>
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de Plantas**. 6. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2013. 523 p.
- CARNEGIE, A. J. First Report of *Puccinia psidii* (Myrtle Rust) in *Eucalyptus* Plantations in Australia. **Plant Disease**, [s.l.], v. 99, n. 1, p.161-161, jan. 2015.
- CASTELLANO, G. R. et al. Crescimento de eucaliptos quase centenários no Horto de Rio Claro. **Circular Técnica Ipef**, Piracicaba, v. 1, n. 205, p.1-12, jul. 2013. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr205.pdf>>. Acesso em: 03 ago. 2017.
- GONÇALVES, J. L. M. et al. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. **Forest Ecology And Management**, [s.l.], v. 301, p.6-27, ago. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2012.12.030>
- IBÁ (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES). **Relatório Anual 2017**. Brasília: Studio 113, 2017. 100 p. Disponível em: <http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2017.
- LEE, D. J. Achievements in forest tree genetic improvement in Australia and New Zealand 2: Development of *Corymbia* species and hybrids for plantations in eastern Australia. **Australian Forestry**, [s.l.], v. 70, n. 1, p.11-16, jan. 2007. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00049158.2007.10676256>.
- LEWIS, T. et al. **Tree growth relationships and silvicultural tools to assist stand management in private native spotted gum dominant forests in Queensland and northern New South Wales**. Melbourne: Forest & Wood Products Australia, 2010
- MORA, A. L. et al. Resultados de ensaios e introdução de espécies de *Eucalyptus* na região centro-sul. **Boletim Informativo do IPEF**, Piracicaba, v. 3, n. 28, p.29-35, jun. 1981. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/boletim_informativo/bolinf28.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2017.

PÁSZTOR, Y. P. C. **Testes de procedências de *Eucalyptus pilularis* S.M. na região de Mogi Guaçu.** Tese de Doutorado, ESALQ (Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”), 1972.

PINTO, C. S. et al. Genetic variability in progenies of *Eucalyptus dunnii* Maiden for resistance to Puccinia psidii. **Crop Breeding And Applied Biotechnology**, [s.l.], v. 14, n. 3, p.187-193, out. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332014v14n3a28>

REIS, C. A. F. et al. ***Corymbia maculata*: estado da arte de pesquisas no Brasil.** Colombo: Embrapa Florestas, 2014. 50 p. (Documentos 263; ISSN 1980-3958).

SILVA, P. H. M. et al. Use of genetic markers to build a new generation of *Eucalyptus pilularis* breeding population. **Silvae Genetica**, [s.l.], v. 64, n. 1-6, p.170-181, jan. 2015. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.1515/sg-2015-0016>

SILVA, P. H. M. et al. Sobrevivência e crescimento inicial de espécies de eucalipto em diferentes condições climáticas. **Scientia Forestalis**, [s.l.], v. 45, n. 115, p.1-1, 1 set. 2017. Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais (IPEF). <http://dx.doi.org/10.18671/scifor.v45n115.13>

SOUZA, S. M.; SILVA, H. D.; PINTO JÚNIOR, J. E. Variabilidade genética e interação genótipo x ambiente em *Eucalyptus pilularis*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 1, n. 26, p.3-16, dez. 1993.