

Sobrevivência e crescimento inicial de espécies
de eucalipto em diferentes condições climáticasSurvival and initial growth of eucalypts
species across climatic conditionsPaulo Henrique Müller da Silva¹, David John Lee², Aline Cristina Miranda³,
Celso Luís Marino⁴, Mario Luiz Teixeira de Moraes⁵ e Rinaldo Cesar de Paula⁶**Resumo**

No trabalho foi avaliado a adaptação de 19 espécies de eucalipto, a maioria delas sem tradição comercial em escala mundial, em diferentes condições climáticas. Foram utilizadas quatro espécies do gênero *Corymbia* (*C. citriodora citriodora*, *C. citriodora variegata*, *C. henryi* e *C. torelliana*) e 15 do gênero *Eucalyptus* de diferentes seções do subgênero *Symphyomyrtus* (*E. amplifolia*, *E. argophloia*, *E. brassiana*, *E. brookeriana*, *E. camaldulensis*, *E. cladocalyx*, *E. crebra*, *E. denticulata*, *E. longirostrata*, *E. macarthurii*, *E. major*, *E. moluccana*, *E. occidentalis*, *E. thozetiana* e *E. urophylla*). Foram instalados oito experimentos em diferentes condições climáticas (climas: Am, Aw, Cwa e Cfa), com latitude variando de 00° 37' a 32° 10'. No Brasil, os ensaios foram instalados nos municípios de Macapá-AP na Região Norte, Itamarandiba-MG, Paraopeba-MG, Borebi-SP, Itatinga-SP na Região Sudeste, Três Lagoas-MS na Região Centro Oeste, Telêmaco Borba-PR na Região Sul e no Uruguai no município de Paysandu. Os tratamentos foram instalados em parcelas retangulares de 7 x 7 plantas. A análise de adaptabilidade foi realizada a partir dos dados de sobrevivência e do crescimento inicial, utilizando-se o método da Média Harmônica da Performance Relativa do Valor Genético. As espécies *E. argophloia*, *E. brookeriana*, *E. cladocalyx*, *E. crebra*, *E. denticulata*, *E. macarthurii*, *E. occidentalis* e *E. thozetiana* não apresentaram boa adaptação apresentando baixa sobrevivência principalmente em condições tropicais (mortalidade > 50%). A espécie que apresentou maior sobrevivência na análise conjunta foi *C. torelliana* com sobrevivência de 98%. O local que apresentou maior mortalidade foi Macapá com 35% de sobrevivência na média das espécies, sendo que as espécies da seção *Exsertaria* (subgênero *Symphyomyrtus*) ou do gênero *Corymbia* de ocorrência natural de regiões tropicais apresentaram boa sobrevivência, maior tolerância a mancha foliar e maior crescimento. As espécies não comerciais que se destacam em crescimento foram *E. longirostrata*, *C. henryi* e *E. major*.

Palavras-chave: *Eucalyptus*; *Corymbia*; adaptação; estresses bióticos e abióticos

Abstract

In this study, 19 eucalypt species were evaluated for adaptation under different climatic conditions in Brazil and Uruguay, the majority of these species have no commercial tradition worldwide. Four of the species evaluated were of the *Corymbia* genus (*C. citriodora citriodora*, *C. citriodora variegata*, *C. henryi* and *C. torelliana*) and 15 of the *Eucalyptus* genus from different sections of the *Symphyomyrtus* subgenus (*E. amplifolia*, *E. argophloia*, *E. brassiana*, *E. brookeriana*, *E. camaldulensis*, *E. cladocalyx*, *E. crebra*, *E. denticulata*, *E. longirostrata*, *E. macarthurii*, *E. major*, *E. moluccana*, *E. occidentalis*, *E. thozetiana* and *E. urophylla*). Eight experiments were set up under different climatic conditions (climates: Am, Aw, Cwa and Cfa), latitude range from 00° 37' to 32° 10'. In Brazil, the trials were set up in Macapá-AP in the Northern Region, Itamarandiba-MG, Paraopeba-MG, Borebi-SP, Itatinga-SP in the Southeastern Region, Três

¹Pesquisador Doutor. IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Via Comendador Pedro Marganti, 3500 - Bairro Monte Alegre - 13415-000, Piracicaba, SP, Brasil. E-mail: paulohenrique@ipef.br

²Professor Associado. University of the Sunshine Coast / Forest Industries Research Centre. Maroochydore DC 4558, Queensland, Australia.

³Pesquisadora Doutora. Suzano Papel e Celulose / Unidade Mucuri. Rod. BR 101, Km 94,5, s/n - Zona Industrial - 45930-000 - Mucuri, BA, Brasil. E-mail: miranda.acf@gmail.com

⁴Professor Titular no Departamento de Genética. UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" / Instituto de Biociências. Distrito de Rubião Junior, s/n - 18618-970 - Botucatu, SP, Brasil. E-mail: clmarino@ibb.unesp.br

⁵Professor Titular no Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia. UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" / FEIS - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Av. Brasil, 56 - 15385-000 - Ilha Solteira, SP, Brasil. E-mail: teixeira@agr.feis.unesp.br

⁶Professor Titular do Departamento de Produção Vegetal. UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" / FCAV - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, S/N - Vila Industrial - 14884-900 - Jaboticabal, SP, Brasil. E-mail: rmpaula@fcav.unesp.br

Lagoas-MS in the Midwest Region, Telemaco Borba-PR in Southern Region and Uruguay near Paysandu City. The treatments were established with rectangular plots of 7 x 7 plants. The adaptability analysis were performed on the survival and initial growth data, using the Harmonic Mean Method of Relative Performance of Genetic Value. The species *E. argophloia*, *E. brookeriana*, *E. cladocalyx*, *E. crebra*, *E. denticulata*, *E. macarthurii*, *E. occidentalis* and *E. thozetiana* were poorly adapted, with low survival mainly in tropical conditions (mortality > 50%). The species that had the highest survival in the joint analysis was *C. torelliana* with survival of 98%. The Macapa trial only had 35% average species survival. In this trial species belonging to *Exsertaria* section (subgenus *Symphyomyrtus*) or the genus *Corymbia* species from tropical sources exhibited good survival, tolerance to leaf spot and growth. The noncommercial eucalypts species that stand out for growth were *E. longirostrata*, *C. henryi* and *E. major*.

Keywords: *Eucalyptus*; *Corymbia*; adaptation; biotic and abiotic stresses.

INTRODUÇÃO

As espécies de eucalipto podem ser classificadas em grupos em relação ao processo de adaptação ao estresse, sendo que nessa classificação a produtividade é inversamente proporcional à tolerância (FLORENCE, 2004). A tolerância, por sua vez, é relacionada a eficiência no uso dos recursos e das características de aclimatação que dependem do genótipo (SILVA et al., 2016) e da intensidade do estresse que podem ser alterados com as mudanças do clima. Atualmente é possível prever as possíveis respostas das espécies de eucalipto difundidas mundialmente devido aos efeitos das mudanças do clima. Mas para as espécies com distribuição restrita não é possível prever quais as consequências devido a carência de informações em distintos ambientes (BOOTH, 2016).

O efeito da mudança do clima para a seleção de genótipos comerciais não será apenas na tolerância aos estresses abióticos mais prolongados, mas também aos estresses bióticos, pois doenças e pragas estão relacionadas com as condições climáticas e são fatores que causam mortalidade e perda de produtividade dos plantios florestais (CAMPOE et al., 2016; SILVA et al., 2013; BRAWNER et al., 2011).

As principais doenças da cultura do eucalipto atualmente no Brasil são causadas por *Puccinia psidii* (ferrugem), *Ceratocystis fimbriata* (murcha de ceratocystis), *Mycosphaerella/Teratosphaeria* (mancha de mycosphaerella), *Cylindrocladium pteridis* (mancha foliar). Essas doenças são causadas por fungos que podem gerar a desfolha, deformação do fuste e mortalidade, com redução acentuada da produtividade, sendo observada em plantas de diferentes idades e de diversas espécies de eucalipto, constituindo-se um dos desafios para o melhoramento florestal, para condições climáticas que favorecerem o desenvolvimento dos patógenos (SILVA et al., 2015; AUER; SANTOS, 2011; RODAS et al., 2005). As principais pragas são *Leptocybe invasa* (vespa-de-galha), *Glycaspis brimblecombei* (psilídeo-de-concha), *Gonipterus platensis* (gorgulho), *Thaumastocoris peregrinus* (percevejo-bronzeado) e *Costalimaita ferruginea* (besouro-amarelo) com maior área de ocorrência e maior quantidade de espécies suscetíveis que as doenças (PENTEADO et al., 2016; SOUZA et al., 2016; VILELA e ZUCCHI, 2015; SOLIMAN et al., 2012).

O número de doenças e pragas vem aumentando consideravelmente ao longo dos anos e existe o risco de novas ocorrências nas áreas tradicionais da silvicultura (WINGFIELD et al., 2008; 2001). Assim, conservar e ampliar a base genética de diversas espécies de eucalipto é uma das opções para atenuar os impactos do aumento dos estresses, pois a diversidade que é fundamental para o ganho de produtividade em cada geração de melhoramento, também constitui uma forma de mitigar as ameaças bióticas e abióticas atuais e futuras dos plantios florestais (GARCIA et al., 2014; WINGFIELD et al., 2008; JURSKIS, 2005).

Apesar da quantidade de espécies existentes de eucaliptos, apenas algumas e seus híbridos são usados em plantações comerciais intensivas (ASSIS et al., 2015; POTTS; DUNGEY, 2004), especialmente as espécies do subgênero *Symphyomyrtus* (*E. camaldulensis*, *E. dunnii*, *E. globulus*, *E. grandis*, *E. nitens*, *E. pellita*, *E. saligna*, *E. tereticornis* e *E. urophylla*) que correspondem a mais de 90% dos plantios no mundo (HARWOOD, 2011).

No Brasil, as duas espécies mais utilizadas são *E. grandis* e *E. urophylla*, sendo que *Corymbia citriodora*, *E. benthamii*, *E. brassiana*, *E. camaldulensis*, *E. dunnii* e *E. tereticornis*, dentre outras também são trabalhadas, porém em menor escala. No país, é necessário conhecer a adaptação de espécies não tradicionais de eucalipto, com a aplicação da silvicultura atual, a qual evoluiu muito ao longo

das últimas décadas (GONÇALVES et al., 2013) para posterior trabalho de introgressão de determinadas características das espécies por meio dos programas de melhoramento clássico. Isto, torna-se importante pois quanto maior for a base genética disponível para o programa de melhoramento, maior a capacidade de adaptação destas frente aos novos desafios, muitas vezes ainda desconhecidos, mas que requerem progresso contínuo e que são viáveis apenas a longo prazo (ZOBEL, 1976).

Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a sobrevivência e o crescimento inicial de espécies de eucalipto em diferentes condições ambientais com a finalidade de verificar o potencial de adaptação das espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

Espécies estudadas

Foram utilizadas 19 espécies de eucalipto, de diferentes áreas de ocorrência do gênero *Corymbia* e também de diferentes seções do subgênero *Symphyomyrtus* do gênero *Eucalyptus* (Tabela 1), todas pertencentes ao Programa Cooperativo de Melhoramento Florestal, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF). A escolha dessas espécies visa o uso das mesmas em futuras hibridações, dentro de cada grupo grupos, com espécies e híbridos comerciais de forma a introduzir características de tolerância não presentes nas espécies tradicionalmente utilizadas.

Tabela 1. Espécies utilizadas nos experimentos.

Table 1. Species used in the experiments.

Trat	Espécie	Cod	Seção
1	<i>C. citriodora citriodora</i>	CCC	Ochraria
2	<i>C. citriodora variegata</i>	CCV	Ochraria
3	<i>C. torelliana</i>	CT	Ochraria
4	<i>C. henryi</i>	CH	Ochraria
5	<i>E. argophloia</i>	arg	Symphyomyrtus - Adnataria
6	<i>E. moluccana</i>	mol	Symphyomyrtus - Adnataria
7	<i>E. thozetiana</i>	tho	Symphyomyrtus - Adnataria
8	<i>E. crebra</i>	cre	Symphyomyrtus - Adnataria
9	<i>E. cladocalyx</i>	cla	Symphyomyrtus - Aenigmataria
10	<i>E. occidentalis</i>	occ	Symphyomyrtus - Bisectaria
11	<i>E. amplifolia</i>	amp	Symphyomyrtus - Exsertaria
12	<i>E. brassiana</i>	bra	Symphyomyrtus - Exsertaria
13	<i>E. camaldulensis</i>	cam	Symphyomyrtus - Exsertaria
14	<i>E. brookeriana</i>	bro	Symphyomyrtus - Maidenaria
15	<i>E. denticulata</i>	den	Symphyomyrtus - Maidenaria
16	<i>E. macarthurii</i>	mac	Symphyomyrtus - Maidenaria
17	<i>E. longirostrata</i>	lon	Symphyomyrtus - Latoangulata
18	<i>E. major</i>	maj	Symphyomyrtus - Latoangulata
19	<i>E. urophylla</i>	uro	Symphyomyrtus - Latoangulata

O número de genótipos varia conforme o experimento devido a problemas de germinação e produção de mudas. *Latoangulata – antiga seção Transversaria

Locais de implantação e avaliações

Foram implantados oito experimentos, em áreas pertencentes a diferentes empresas florestais e instituição de ensino e pesquisa, do Brasil e Uruguai (Tabela 2). No Brasil foram conduzidos ensaios nos municípios de Macapá-AP, na região Norte, de Itamarandiba-MG, Paraopeba-MG, Borebi-SP e Itatinga-SP na região Sudeste, em Três Lagoas-MS na região Centro-Oeste e em Telêmaco Borba-PR, na região Sul; no Uruguai foi implantado no município de Paysandu. Os tratos culturais aplicados aos diferentes experimentos foram aqueles adotados pelas próprias empresas/instituições (Tabela 2), sendo realizado em todos os experimentos: preparo de solo (subsolagem > 0,45m); controle de formiga com aplicação de isca; controle químico de plantas daninhas, realizado com aplicação de herbicida pré e pós plantio, sendo feito o controle até o fechamento da copa; fertilização mineral composta por calagem, fertilização de base e cobertura (quantidade de nutriente de acordo com a análise solo); e aplicação de gel ou irrigação, realizada com a aplicação de 2 a 4 litros de água por planta após o plantio.

Tabela 2. Características climáticas dos locais de instalação.
Table 2. Climatic characteristics of the experimental areas.

Local de Implantação	Empresa/ Instituição	Plantio	Idade (ano)	Esp. (m x m)	Lat	Long	Altitude (m)	Clima	TMA (°C)	PMA (mm)
Macapá, AP	Amcel	jul-13	2,6	3,0 x 2,0	00° 37'	51° 17'	115	Am	27,0	2.400
Itamarandiba, MG	Aperam	jun-14	1,5	3,0 x 3,0	17° 54'	42° 52'	1003	Cwa	21,4	1.167
Paraopeba, MG	Vallourec	fev-15	1,1	3,0 x 2,0	19°18'	44°30'	750	Cwa	20,4	1.300
Três Lagoas, MS	Eldorado	jun-13	2,1	3,4 x 2,3	20° 53'	52° 11'	355	Aw	23,4	1.340
Borebi, SP	Lwarcel	jan-14	2,4	3,0 x 2,6	22°48'	48°54'	711	Aw	21,0	1.350
Itatinga, SP	USP	nov-13	2,7	3,0 x 2,0	23° 02'	48° 37'	850	Cwa	19,4	1.308
T. Borba, PR	Klabin	jan-14	2,0	3,0 x 2,0	24° 09'	50° 27'	700	Cfa	18,4	1.350
Paysandu, UR	Forestal Oriental	mai-14	2,1	3,0 x 2,5	32° 10'	58° 05'	24	Cfa	18,4	1.157

Lat – latitude; Long – longitude, Clima – segundo classificação de Köppen; TMA – temperatura média anual, PMA – precipitação média anual.

Os tratamentos foram implantados em parcelas retangulares de 7 x 7 plantas, espaçamento variando de 6 a 9 m² por planta, com bordadura simples, e parcela útil de 25 plantas. As avaliações de mortalidade e altura das árvores foram realizadas em idades que variaram de 1,1 a 2,7 anos. Para a análise conjunta dos oito experimentos foi utilizado a Média Harmônica da Performance Relativa do Valor Genético (MHPRVG), usando-se o modelo 51 do programa Selegen, conforme descrito por Resende (2016).

Foi monitorado as possíveis causas de mortalidade das plantas, sendo observado em um dos locais a ocorrência de estresse abiótico durante a fase de estabelecimento das mudas e em outro local a ocorrência da mancha foliar que foi avaliada desfolha e mortalidade nove meses após o plantio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor genotípico médio de sobrevivência dos locais foi superior a 70% para 11 espécies, sendo que em Macapá e Telêmaco Borba a sobrevivência média ficou abaixo de 42% (Tabela 3). Dois fatores distintos explicam a baixa sobrevivência nesses locais: i) estresse abiótico em Telêmaco Borba com a ocorrência de estiagem com calor intenso e baixa umidade do ar em período chuvoso (verânico-Figura 1) logo após a implantação do experimento; e ii) estresse biótico em Macapá, aonde ocorreu a mancha foliar de *Cylindrocladium* que é uma doença comum em regiões tropicais (RODAS et al., 2005). Das 18 espécies estudadas em Macapá, observou-se que *E. argophloia*, *E. brassiana*, *E. camaldulensis*, *E. major*, *E. moluccana* e *C. torelliana*, a maioria de regiões tropicais, apresentaram menor intensidade de mancha foliar (Tabela 4).

C. torelliana apresentou a melhor classificação na análise conjunta de sobrevivência, sendo a menor sobrevivência observada em Telêmaco Borba está relacionada ao verânico durante o mês de janeiro e fevereiro de 2017 que proporcionou umidade do ar abaixo de 80%, por pelo menos duas semanas durante a fase de estabelecimento das mudas no experimento. Silva et al. (2016a), discutem que a umidade do ar abaixo de 80% por um período de vários dias consecutivos gera a mortalidade se não houver irrigação durante a fase de estabelecimento do eucalipto.

E. argophloia, *E. brookeriana*, *E. cladocalyx*, *E. crebra*, *E. denticulata*, *E. macarthurii*, *E. occidentalis* e *E. thozetiana* apresentaram as menores taxas de sobrevivência, principalmente nas condições tropicais estudadas. Por outro lado, essas espécies podem ser trabalhadas para condições climáticas mais amenas visando inicialmente melhorar a sobrevivência das mesmas. Na Austrália, o *E. cladocalyx* e o *E. occidentalis* foram trabalhadas para formação de pomares para a produção de sementes melhoradas (BUSH et al., 2015; HARWOOD, 2011). O principal objetivo foi o desenvolvimento de materiais com alta tolerância à seca. No entanto, as duas espécies são de clima temperado e podem não apresentar sobrevivência ao verão chuvoso das regiões tropicais e subtropicais, conforme observado na maioria dos experimentos implantados no Brasil. Essa mortalidade ainda poderá aumentar, uma vez que as avaliações foram realizadas, até o momento, em idades relativamente jovens e as plantas passarão novamente por épocas críticas nos próximos anos.

Tabela 3. Classificação das espécies na análise conjunta da sobrevivência pelo método da Média Harmônica da Performance Relativa do Valor Genético (MHPRVG) e valores genotípicos em cada um dos locais estudados.
Table 3. Classification of species by the joint analysis of survival by the Harmonic Mean Relative Performance of Genetic Value (HMRPVG) and genotypic values in each of the studied.

Ordem	Espécie	Mac	Itam	Par	TL	Bor	Itat	TB	Pay	MHPRVG*MG (%)
1	CT	74	100	100	94	93	NA	64	100	97
2	cam	66	100	100	95	92	NA	65	100	96
3	uro	64	97	100	88	84	NA	56	NA	91
4	bra	61	93	100	90	90	NA	51	93	88
5	amp	46	94	100	84	92	99	71	93	86
6	CCC	52	92	99	88	92	100	47	NA	85
7	maj	43	93	99	89	90	100	58	97	84
8	CCV	54	89	96	83	87	NA	50	67	79
9	mol	42	82	94	79	90	95	38	86	75
10	CH	43	87	91	83	75	93	49	75	75
11	lon	25	89	96	80	91	98	55	84	74
12	cre	20	79	89	NA	77	88	NA	NA	62
13	arg	19	NA	89	NA	NA	91	NA	NA	55
14	cla	10	63	71	NA	NA	NA	18	NA	33
15	tho	7	38	71	31	66	NA	26	48	32
16	occ	NA	47	NA	22	9	NA	7	71	17
17	den	5	47	NA	NA	NA	NA	NA	NA	15
18	bro	0	60	55	21	8	53	13	58	5
19	mac	0	52	30	18	1	50	1	36	3
Média		35	78	87	70	71	87	42	78	

Legenda: Mac: Macapá, AP; Itam: Itamarandiba, MG; Par: Paraopeba, MG; TL: Três Lagoas, MS; Bor: Borebi, SP; Itat: Itatinga, SP; TB: Telêmaco Borba, PR; Pay: Paysandu, UR; NA: Não Avaliado

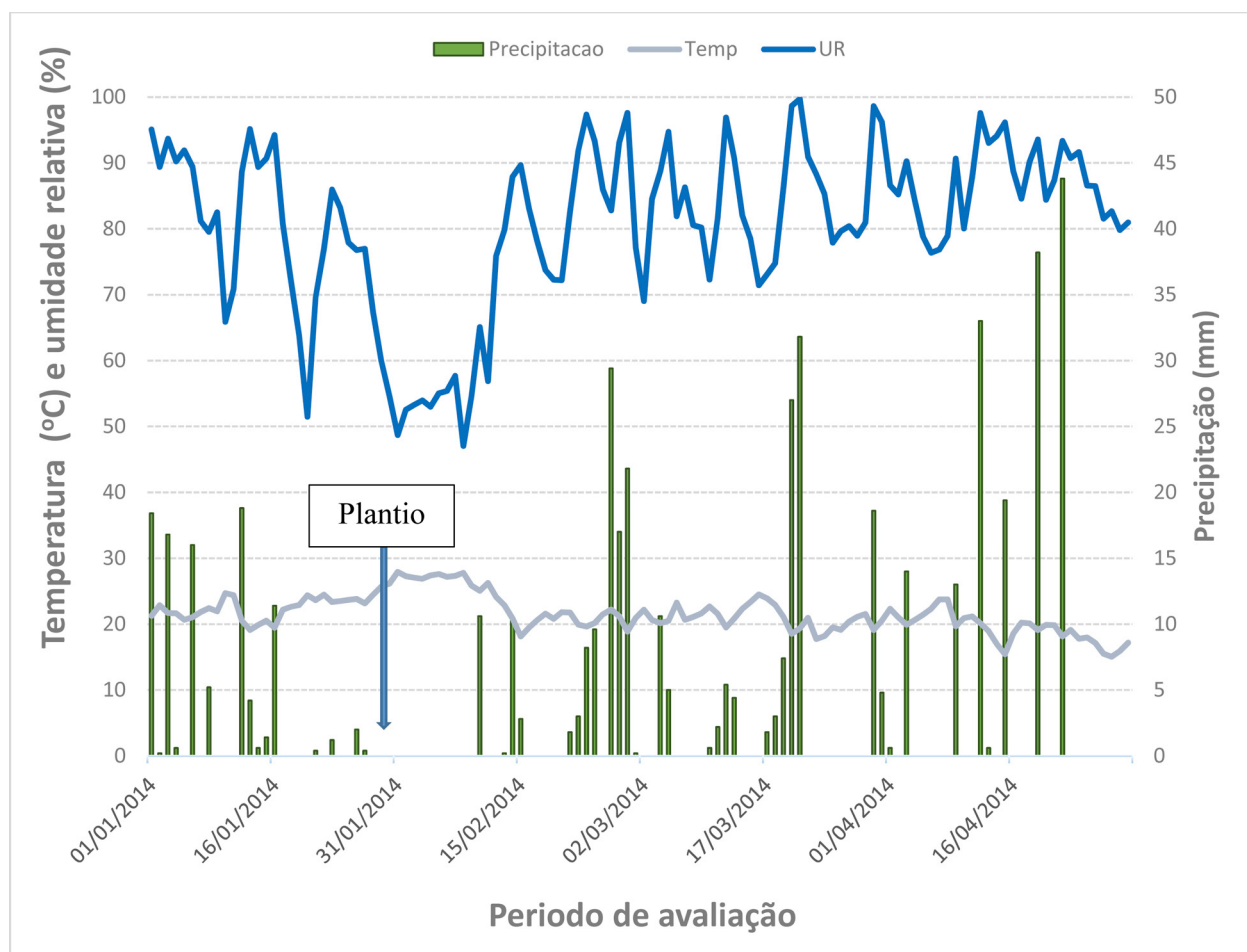


Figura 1. Precipitação, temperatura média e umidade relativa do ar em Telêmaco Borba durante a fase de estabelecimento das mudas.
Figure 1. Rainfall, average temperature and air humidity in Telemaco Borba during the establishment of seedlings.

Tabela 4. Classificação das espécies na análise conjunta do crescimento em altura pelo método da Média Harmônica da Performance Relativa do Valor Genético (MHPRVG) e valores genotípicos em cada um dos locais estudados.
Table 4. Classification of species by the joint analysis of height growth by the Harmonic Mean Relative Performance of Genetic Value (HMRPVG) and genotypic values in each of the studied.

Ordem	Espécie	Mac	Itam	Par	TL	Bor	Itat			MHPRVG*MG
							TB	Pay	(%)	
1	CT	74	100	100	94	93	NA	64	100	97
2	cam	66	100	100	95	92	NA	65	100	96
3	uro	64	97	100	88	84	NA	56	NA	91
4	bra	61	93	100	90	90	NA	51	93	88
5	amp	46	94	100	84	92	99	71	93	86
6	CCC	52	92	99	88	92	100	47	NA	85
7	maj	43	93	99	89	90	100	58	97	84
8	CCV	54	89	96	83	87	NA	50	67	79
9	mol	42	82	94	79	90	95	38	86	75
10	CH	43	87	91	83	75	93	49	75	75
11	lon	25	89	96	80	91	98	55	84	74
12	cre	20	79	89	NA	77	88	NA	NA	62
13	arg	19	NA	89	NA	NA	91	NA	NA	55
14	cla	10	63	71	NA	NA	NA	18	NA	33
15	tho	7	38	71	31	66	NA	26	48	32
16	occ	NA	47	NA	22	9	NA	7	71	17
17	den	5	47	NA	NA	NA	NA	NA	NA	15
18	bro	0	60	55	21	8	53	13	58	5
19	mac	0	52	30	18	1	50	1	36	3
Média		35	78	87	70	71	87	42	78	

Legenda: Mac: Macapá, AP; Itam: Itamarandiba, MG; Par: Paraopeba, MG; TL: Três Lagoas, MS; Bor: Borebi, SP; Itat: Itatinga, SP; TB:Telémaco Borba, PR; Pay: Paysandu, UR; NA: Não Avaliado

Dentre as espécies não tradicionais, *E. longirostrata*, *C. henryi* e *E. major*, apresentaram bom crescimento em altura, sendo que no experimento em Itatinga, a altura média das três espécies foi superior a 10 m, aos 32 meses após o plantio (Tabela 4). As três espécies apresentaram boa sobrevivência e crescimento na maioria dos locais, sendo que *E. longirostrata* foi a espécie que apresentou maior altura na análise conjunta dos experimentos. Porém, essa espécie não apresentou boa adaptação em Macapá, com clima Am, em que a sobrevivência foi inferior a 1%. Em Macapá, os materiais que apresentaram boa sobrevivência e maior crescimento pertencem ao subgênero *Symphyomyrtus* e seção *Exsertaria* ou são do gênero *Corymbia*, o que pode estar relacionado com a área de ocorrência natural dessas espécies, o que de acordo com Flores et al. (2016) são de ocorrência natural de regiões tropicais.

Tabela 5. Intensidade da mancha foliar de *Cylindrocladium* nove meses após o plantio em Macapá.
Table 5. Intensity of *Cylindrocladium* leaf spot nine months after planting in Macapá.

	Espécie	Intensidade mancha foliar	Desfolha(%)	Mortalidade(%)
1	CCC	Alta	75	0 a 10
2	CCV	Alta	75	10 a 20
3	CH	Média	50	10 a 20
4	CT	-	0	0 a 5
5	<i>E. amplifolia</i>	Alta	50	10 a 20
6	<i>E. argophloia</i>	Baixa	25	0 a 10
7	<i>E. brassiana</i>	-	0	0 a 10
8	<i>E. brookeriana</i>	-	-	100
9	<i>E. camaldulensis</i>	Baixa	25	10 a 20
10	<i>E. cladocalyx</i>	-	-	100
11	<i>E. crebra</i>	Alta	90	70 a 80
12	<i>E. denticulata</i>	-	-	-
13	<i>E. longirostrata</i>	Média	50	80 a 90
14	<i>E. macarthurii</i>	-	-	100
15	<i>E. major</i>	Baixa	25	10 a 20
16	<i>E. moluccana</i>	-	0	0 a 5
17	<i>E. thozetiana</i>	-	-	100
18	<i>E. urophylla</i>	Média	25	10 a 20

E. denticulata foi removido da análise pela falta de indivíduos no campo. Legenda: Mac: Macapá, AP; Itam: Itamarandiba, MG; Par: Paraopeba, MG; TL: Três Lagoas, MS; Bor: Borebi, SP; Itat: Itatinga, SP; TB:Telémaco Borba, PR; Pay: Paysandu, UR; NA: Não avaliado

E. longirostrata foi a espécie que apresentou maior crescimento em altura, ficando à frente do *E. urophylla* na análise conjunta. A espécie tem potencial para tolerância à seca e à ferrugem, porém, é suscetível à vespa-da-galha (SILVA et al., 2016b; 2015), constituindo-se numa boa opção para a região sudeste e, possivelmente, centro oeste do Brasil, podendo ser utilizada em plantio puros ou na hibridação com as espécies tradicionalmente utilizadas no Brasil, *E. grandis* e *E. urophylla*.

Entre as espécies de *Corymbia*, *C. henryi* foi a que apresentou maior crescimento e boa sobrevivência na maioria dos locais, sendo uma opção para compor o híbrido com *C. torelliana* visando à obtenção de material com boa sobrevivência e produtividade (LEE et al., 2009). *C. citriodora variegata* (CCV) é uma espécie que também deve ser considerada na hibridação, pois obteve resultados semelhantes ao *C. citriodora citriodora* (CCC), sendo que o CCV obteve melhor classificação que CCC em altura em Três Lagoas e Borebi. No Brasil o híbrido de *Corymbia* mais difundido é *C. torelliana* x *C. citriodora*, sendo que os resultados obtidos neste trabalho corroboram com estudos realizados na Austrália que destacam *C. henryi* e *C. citriodora variegata* com bom potencial para hibridação (LEE et al., 2007; 2005). A hibridação entre espécies do gênero *Corymbia* é uma das opções para minimizar o efeito dos estresses (ASSIS, 2015) e é de interesse para a produção de celulose a partir de matéria prima com alta densidade (BRAWNER et al., 2012).

CONCLUSÕES

Existem espécies que não são utilizadas comercialmente que apresentam boa sobrevivência e crescimento inicial como o *Eucalyptus longirostrata*, *Corymbia henryi* e *C. citriodora variegata* que devem ser trabalhadas nos programas de melhoramento em diversas condições climáticas. Mas em condições específicas, principalmente tropicais, a ocorrência de estresse bióticos e, ou abióticos pode inviabilizar a utilização de várias espécies com potencial de crescimento em outras condições ambientais, sendo necessário a estratificação por ambiental.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos revisores da Scientia Forestalis pelos comentários e sugestões que enriqueceram o manuscrito e as instituições Amcel, Arborgen, Aperam, Copener, Duratex, Eldorado, Fibria, Forestal Oriental, International Paper, Jari, Klabin, Lwarcel, Montes del Prata, Palmasola, Stora Enso, Vallourec, Veracel, Votoratin Siderurgia e Universidade de São Paulo pelo suporte na condução dos experimentos e no programa cooperativo sobre melhoramento do Instituto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUER, C. G., SANTOS, A.D. Doenças em eucaliptos destinados à produção de energia na região Sul do Brasil. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 31, p. 373-379, 2011.
- 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.
- ASSIS, T., WARBURTON, P., HARWOOD, C. Artificially induced protogyny: an advance in the controlled pollination of *Eucalyptus*. *Australian Forest*, Melbourne, v. 68, p. 27-33, 2005.
- BRAWNER, J. T., MEDER, R., DIETERS, M., LEE, D. J. Selection of *Corymbia citriodora* for pulp productivity. *Southern Forests: a Journal of Forest Science*, v.74, n. 2, p. 121-131, 2012.
- BRAWNER, J. T., LEE, D. J., HARDNER, C. N. Relationships between early growth and *Quambalaria* shoot blight tolerance in *Corymbia citriodora* progeny trials established in Queensland, Australia. *Tree Genetics and Genomes*, v. 7, p. 759-772, 2011.
- BOOTH, T. H. Estimating potential range and hence climatic adaptability in selected tree species. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 366, p. 175-183, 2016.

BUSH, D., KAIN, D.; KANOWSKI, P.; MATHESON, C. Genetic parameter estimates informed by a marker-based pedigree: a case study with *Eucalyptus cladocalyx* in southern Australia. **Tree Genetics & Genomes**, v. 11, n. 1, p. 798, 2015.

CAMPOE, O. C., MUNHOZ, J. S. B., ALVARES, C. A., CARNEIRO, R. L., MATTOS, E. M., FERREZ, A. P. C., STAPE, J. L. Meteorological seasonality affecting individual tree growth in forest plantations in Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.380, p.149-160, 2016.

FLORENCE R.G. **Ecology and silviculture of eucalypt forest**. Collingwood: CSIRO, 2004. 413 p.

FLORES T. B., ALVARES C. A., SOUZA V. C., STAPE J. L. **Eucalyptus no Brasil: zoneamento climático e guia para identificação**. Piracicaba: IPEF, 448 p., 2016.

GARCIA, L. G., FERRAZ, S. F. B., ALVARES, C. A., FERRAZ, K. M. P. M. B., HIGA, R. C. V. Modelagem da aptidão climática do *Eucalyptus grandis* frente aos cenários de mudanças climáticas no Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.42, n. 104, p.503-511, 2014.

GONÇALVES, J. L. M.; ALVARES, C. A.; HIGA, A. R.; SILVA, L. D.; ALFENAS, A. C.; STAHL, J.; FERRAZ, S. F. B.; LIMA, W. P.; BRANCALION, P. H. S.; HUBNER, A.; BOUILLET, J. P. D.; LACLAU, J. P.; NOUVELLON, Y.; EPRON, D. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 301, p. 6-21, 2013.

HARWOOD, C. New introductions - doing it right In: WALKER, J. (Ed.) **Developing a eucalypt resource: learning from Australia and elsewhere** Wood Christchurch: University of Canterbury, 2011. p.125-136.

JURSKIS, V. Eucalypt decline in Australia and a general concept of tree decline and dieback. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 215, p. 1-20, 2005.

LEE, D. J., HUTH, J. R., BRAWNER, J. T., DICKINSON, G. R. Comparative performance of *Corymbia* hybrids and parental species in subtropical Queensland and implications for breeding and deployment. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 58, n. 5, 202-212, 2009.

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**, Melbourne, v.70, n. 1, p. 11-16, 2007.

LEE, D. J.; NIKLES, G.; POMROY, P.; BRAWNER, J.; WALLACE, H.; STOKOE, R. *Corymbia* species and hybrids: a solution to Queensland hardwood plantations. **Corymbia Research**, Queensland, v. 5, 2005.

PENTEADO, S. C., BARBOSA, L. R., REIS FILHO, W., LEDE, E. T. A review of the introduced forest pests in Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Colombo, v.51, n. 5, p.397-406, 2016.

POTTS, B. M., DUNGEY, H. S. Hybridization of *Eucalyptus*: Key issues for breeders and geneticists. **New Forests**, Amsterdam, v. 27, n. 2, p. 115-138, 2004.

RESENDE, M. D. V. Software Selegen-REML/BLUP: a useful tool for plant breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 164, n. 4, p. 330-339, 2016.

RODAS, C. A., LOMBARD, L., GRYZENHOINE, M., SLIPPERS, B., WINGFIELD, M. J. *Cylindrocladium* blight of *Eucalyptus grandis* in Colombia. **Australian Plant Pathology**, v. 34, p. 143-149, 2005.

SILVA, P. H. M.; BOUILLET, J. P.; PAULA, R.C. Assessing the invasive potential of commercial *Eucalyptus* species in Brazil: Germination and early establishment. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 374, p. 129-135, 2016a.

- SILVA, P. H. M.; CAMPOE, O. C.; PAULA, R. C.; LEE, D. J. Seedling growth and physiological responses of sixteen eucalypt taxa under controlled water regime. **Forests**, Basel, v.7, n. 6, p. 1-13, 2016b.
- SILVA, P. H. M., DE PAULA, R. C., MIRANDA, A. C., DE MORAES, M. L. T., FURTADO, E. L., DE PIERI, C., LEE, D. Avaliação da ferrugem e da vespa da galha em espécies e procedências de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 35, n. 83, p. 323-328, 2015.
- SILVA, P. H. M., MIRANDA, A. C., MORAES, M. L. T., FURTADO, E. L., STAPE, J. L., ALVARES, C. A., SENTELHAS, P. S., MORI, E. S., SEBBENN, A. M. Selecting for rust (*Puccinia psidii*) resistance in *Eucalyptus grandis* in São Paulo State Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 303, p. 91-97, 2013.
- SOLIMAN, E. P., WILCKEN, C. F., PEREIRA, J. M., DIAS, T. K. R., ZACHÉ, B., DAL POGETTO, M.H.F.A., BARBOSA, L.R. Biology of *Thaumastocoris peregrinus* in different eucalyptus species and hybrids. **Phytoparasitica**, v. 40, p.223-230, 2012
- SOUZA, N. M. D., JUNQUEIRA, L. R., WILCKEN, C. F. SOLIMAN, E. P., CAMARGO, M. B., NICKELE, M. A., BARBOSA, L. R. Ressurgência de uma antiga ameaça: Gorgulho-do-eucalipto *Gonipterus platensis*. **Circular Tecnica IPEF**, Piracicaba, n. 209, 22 p., 2016
- VILELA, E. F. E., ZUCCHI, R. A. **Pragas introduzidas no Brasil – insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ, 2015.
- WINGFIELD, M. J.; SLIPPERS, B.; HURLEY, B. P.; COUTINHO, T. A.; WINGFIELD, B. D.; ROUX, J. Eucalypt pests and diseases: growing threats to plantation productivity. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, Pretoria, v.70, n. 2, p.139-144, 2008.
- WINGFIELD, M. J., SLIPPERS, B., ROUX, J., WINGFIELD, B. D. Worldwide movement of exotic forest fungi, especially in the tropics and the Southern Hemisphere. **Bioscience**, Washington, v. 51n. 2, p. 134- 140, 2001.
- ZOBEL, B. Gene conservation—as viewed by a forest tree breeder. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 1, p. 339-344, 1976.

Recebido em 13/12/2016

Aceito para publicação em 30/05/2017

