

**Sobrevivência e Crescimento Inicial
de Espécies Arbóreo-Arbustivas
Nativas em Ambiente de Mata Ciliar**



ISSN 1679-0154
Dezembro 2016

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 154

Sobrevivência e Crescimento Inicial de Espécies Arbóreo- Arbustivas Nativas em Ambiente de Mata Ciliar

Thomaz Correa e Castro da Costa
Dea Alécia Martins Netto

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2016

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

Fax: (31) 3027-1188

www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia Maria Borges

Damasceno, Maria Lúcia Ferreira Simeone, Monica Matoso

Campanha, Roberto dos Santos Trindade, Rosângela Lacerda de

Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro

Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa

Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa

Foto(s) da capa: Thomaz Correa e Castro da Costa

1ª edição

Versão Eletrônica (2016)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Milho e Sorgo

Costa, Thomaz Correa e Castro da.

Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreo-arbustivas nativas em ambiente de mata ciliar / Thomaz Correa e Castro da Costa, Dea Alécia Martins Netto – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2016.

40 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 154).

1. Reflorestamento. 2. Árvore. 3. Vegetação. I. Netto, Dea Alécia Martins. II. Título. III. Série.

CDD 634.956 (21. ed.)

© Embrapa 2016

Sumário

Resumo	4
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	16
Conclusão	29
Agradecimentos	30
Referências	30
Anexos	35

Sobrevivência e Crescimento Inicial de Espécies Arbóreo-Arbustivas Nativas em Ambiente de Mata Ciliar

Thomaz Correa e Castro da Costa¹

Dea Alécia Martins Netto²

Resumo

Em projetos de reflorestamento com fins ambientais ocorrem grandes perdas no plantio, principalmente quando se opta pelo uso de espécies não usuais para recuperação de áreas degradadas. Os motivos são diversos, dentre eles a pouca rusticidade das plantas, não observação da ecologia e adaptação da espécie ao ambiente. Com o objetivo de testar um reflorestamento do tipo enriquecimento em diferentes níveis de sombreamento, com dois espaçamentos, em ambiente de mata ciliar, foram plantadas espécies arbóreo-arbustivas nativas brasileiras adquiridas de (1) viveiro institucional; e (2) produzidas da chuva de sementes coletada no local. Foram monitorados o desenvolvimento inicial e a sobrevivência das mudas no período de três anos e cinco meses. Foi constatada

¹Eng.-Florestal, DSc Pesquisador Ciência Florestal/Sensoriamento Remoto, Embrapa Milho e Sorgo, Rod. MG 424 km 45, Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG, thomaz.costa@embrapa.br

²Eng.-Florestal, D.Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Rod. MG 424 km 45, Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG, dea.netto@embrapa.br

a influência de variáveis climatológicas na mortalidade das mudas, mas não foi possível extrair informações ecológicas das espécies com relação a tolerância/intolerância a sombra, nem o efeito da competição avaliado pelo espaçamento. Na recomendação de espécies para recuperação de áreas em condições ambientais similares pode-se destacar as espécies: Gonçalo Alves, Jacarandá Mimoso, Angico Roxo, Capitão do Campo, Cinamomo, Faveiro, Ingá, Mariana, Cratília e Angico Branco.

Palavras-chave: recomposição, RAD, incremento mensal

Survival and Initial Growth of Native Trees and Shrub Species for Recovery of Riparian Forest Environment

Thomaz Correa e Castro da Costa¹

Dea Alécia Martins Netto²

Abstract

In reforestation projects with environmental purposes, large losses occur in planting, especially when the option is the use of unusual species for the recovery of degraded areas. The reasons are diverse, mainly due to the lack of rusticity, not observation of the ecology and adaptation of the species to the place. In order to test a reforestation of the enrichment type at different levels of shade, with two spacings, in a Brazilian native tree and shrub species were planted, acquired from (1) institutional nursery; and (2) produced from seed rain collected at the site. The initial development and the survival of the seedlings were monitored in the period of three years and five months. It was verified the influence of climatological variables on the mortality of the seedlings, but it was not possible to extract ecological information of the species with respect to the tolerance / intolerance to the shade, nor the effect of the competition evaluated by the spacing. In the recommendation of species for the recovery of areas under similar environmental conditions can be highlighted the species: Gonçalo Alves, Jacarandá

Mimoso, Angico Roxo, Capitão do Campo, Cinamomo, Faveiro, Ingá, Mariana, Cratyliá, and Angico Branco.

Keywords: recomposition, degraded area, month increment

Introdução

A restauração ambiental de matas nativas e a recuperação de áreas degradadas (RAD) são temas importantes para a mitigação de danos ambientais. O aprimoramento dos processos de restauração florestal e RAD depende, dentre outros fatores, da seleção de espécies nativas adequadas para cada região visando a conservação da biodiversidade e a revitalização dos processos ecológicos.

O processo de recuperação ambiental é mais eficiente quando se consegue estabelecer maior diversidade de espécies vegetais ao longo do tempo (PIERRO, 2015). Por outro lado, experiências bem-sucedidas são aquelas que focam no estabelecimento de cobertura vegetal composta por espécies pioneiras de rápido crescimento. O enriquecimento de espécies, técnica menos comum, é a revegetação com espécies pertencentes a estádios sucessionais tardios (BRANCALION et al., 2015). É aplicada se, no decorrer do tempo, não ocorrer a sucessão vegetal, que são mudanças nos níveis individual e populacional das comunidades florestais (FREDERICO, 1999).

Um dos fatores não observados no plantio de enriquecimento é o nível de sombreamento sobre cada muda. A dinâmica de clareiras mostra o quanto é complexo este processo de regeneração e desenvolvimento de plantas, que podem ser heliófilas, umbrófilas, ou mudarem essa característica em

outro estágio de crescimento. Botelho et al. (1996), ao plantar espécies clímax simultaneamente com espécies pioneiras em quincênio, obtiveram desenvolvimento bem menor a pleno sol das espécies clímax. Desta forma, nem todas as espécies dos estágios mais avançados de sucessão podem ser adequadas em plantios de enriquecimento, por causa da variação da luminosidade.

Assim, na maioria dos projetos de reflorestamento para fins ambientais ocorrem grandes perdas no plantio, principalmente quando se opta pelo uso de espécies não usuais em RAD. Os motivos são diversos, mas principalmente pela pouca rusticidade, não observação da ecologia e adaptação da espécie ao ambiente e falhas na manutenção.

A recomendação de uma espécie florestal para recuperação ambiental é dependente da disponibilidade de sementes, plântulas ou mudas para plantio. A disponibilidade de espécies em viveiros de produção de mudas é limitada para representar a diversidade natural dessas áreas. Isso ocorre em razão de fatores como: interesse econômico dos viveiristas que focam somente em espécies com potencial econômico, disponibilidade de sementes, falta de conhecimento para germinação e produção de mudas, dentre outros.

O componente edáfico também é determinante nisso, pois o sucesso no estabelecimento pode depender da interação entre planta e simbiontes, como fungos micorrízicos e bactérias, fornecimento de nutrientes, dentre outros fatores. Assim, pesquisas que possibilitem a identificação de espécies nativas capazes de estabelecimento e reativação de processos ecológicos, visando a restauração funcional das áreas

degradadas, seguem pela seleção de espécies funcionais nativas da região, principalmente da família Fabaceae, que estabelecem simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos micorrízicos. A reposição de nutrientes é fundamental para o sucesso da revegetação com essas espécies, porém o requerimento é menor quando comparado com espécies que não formam essas simbioses (SOUZA; SILVA, 1996).

Dentre as maiores causas de mortalidade de plantas pós-plantio está a deficiência hídrica. Com sistema radicular com pouca penetração, o estoque de água no solo próximo do ponto de murcha, e condições climáticas que aumentam a transpiração da planta, como temperatura alta, vento, baixa umidade relativa e insolação, podem levar a planta ao ponto de murcha permanente. Scalon et al. (2011) verificaram que, com 12,5% da capacidade de campo (cc), todas as mudas de Mutambo morreram após 35 dias e que, com até 50% cc, as mudas cresceram satisfatoriamente.

Com a combinação destes fatores condicionantes da revegetação, objetivou-se neste trabalho, em condições de campo e com insumos usuais nestes tipos de projeto, testar a sobrevivência, o desenvolvimento e detectar características ecológicas de espécies nativas arbóreo-arbustivas de duas fontes de propagação: de sementes coletadas em fragmentos florestais, no local (RIBEIRO et al., 2012; COSTA et al., 2014b); e de mudas produzidas de árvores matrizes na região, pelo viveiro do Instituto Estadual de Florestas; que foram submetidas a dois espaçamentos: 1 e 2 metros, em diferentes intensidades de luz (sombreamento pela cobertura vegetal anterior ao plantio).

Material e Métodos

A classificação climática de Köppen para Sete Lagoas é Cwa (PEEL et al., 2007), indicando clima de savana, com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média anual é de 21,1 °C com variação de cerca de 6 °C. A precipitação média anual é de 1.384 mm e a evapotranspiração potencial média anual é de cerca de 1.444 mm (GOMIDE et al., 2006).

Foram utilizados os dados da Estação Climatológica do INMET (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2014) localizada a aproximadamente 6 km do local do ensaio. O balanço hídrico de Thornthwaite foi calculado a partir de 2013 até 2016 com dados diários de ET_0 e precipitação, calculados por Penman - Monteith (ALLEN et al., 1998). Para o cálculo do excedente e da deficiência hídrica diários, foi utilizado um CAD = 150 mm. O cálculo foi realizado com a metodologia descrita em Pereira et al. (2002), executado por uma rotina desenvolvida em VBA (Visual Basic for Application). Os valores foram resumidos para os períodos de mensuração.

Para testar o reflorestamento do tipo enriquecimento com diferentes níveis de sombreamento, dois espaçamentos e duas fontes de espécies em ambiente de mata ciliar foram plantadas espécies arbóreo-arbustivas nativas brasileiras adquiridas de (1) mudas do viveiro do Instituto Estadual de Florestas (IEF), produzidas em sacos plásticos de 15 cm de diâmetro x 25 cm de altura (Código 27 a 42); e (2) espécies autóctones, produzidas da chuva de sementes coletada na região, em redes instaladas nas parcelas de um inventário florestal permanente (vide anexo Figuras 5A, 6A), (RIBEIRO et al., 2012; COSTA et al., 2014b), e que foram produzidas em tubetes de 280 cm³ (6,3 cm x 19 cm)

(Código 1 a 26). Foram monitorados o desenvolvimento inicial e a sobrevivência das mudas no período de 3 anos e 5 meses.

O ensaio foi instalado em uma área localizada na fazenda da Embrapa Milho e Sorgo. Foram testadas as espécies descritas na Tabela 1, nos espaçamentos: 1 x 1 e 2 x 2 m. O plantio ocorreu em 7/11/2013, com as espécies distribuídas aleatoriamente em 6 parcelas de 10 x 10 metros (Figura 1) (vide Anexo Figuras 1A-3A). As mudas produzidas pelo IEF foram plantadas somente nas parcelas de 1 x 1 m.



Figura 1. Localização das parcelas de 10 x 10 m (Parcelas 1, 4, 6 com espaçamento de 1 x 1 metro entre mudas; parcelas 2, 3, 5 com espaçamento de 2 x 2 metros), na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Tabela 1. Espécies plantadas em 07/11/2013, aleatoriamente, nas parcelas implantadas na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

Código*1. n	Nome Popular	Nome Científico	Família
1	18 Gonçalo Alves	<i>Astronium fraxinifolium</i> Schott in Spreng	Anacardiaceae
2	6 Ipê Roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	Bignoniaceae
3	6 Cedro	<i>Cedrela fissilis</i> Vell	Meliaceae
4	7 Jacarandá Mimoso	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Bignoniaceae
5	10 Ipê Mulato	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	Bignoniaceae
6	14 Angico Branco	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Mimosaceae
7*3	6 Jacarandá Cascudo	<i>Machaerium</i> sp	Bignoniaceae
8	28 Pata de Vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	Fabaceae
9	9 Angico cascudo	<i>Anadenanthera falcata</i>	Fabaceae
10*2	2 Araticum do Mato	<i>Rollinia sylvatica</i>	Annonaceae
11*2,3	1 Cipó de Andorinha		
12*2,3	1 Cipó Timbó		
13*2,3	1 Vinhático Branco	<i>Plathymenia</i> sp.	Fabaceae
14	13 Tamboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Fabaceae
15*2,3	1 Azeitona		
16*2	1 Amescla	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Burceraceae
17*2	1 Jacarandá Canzil	<i>Sclerolobium paniculatum</i>	Bignoniaceae
18*2	1 Jacarandá Pão de Ló		
19*2,3	4 Jacarandá Branco	<i>Jacaranda</i> sp.	Bignoniaceae
20*2	1 Pau Pombo	<i>Tapirira marchandii</i>	Anacardiaceae
22*3	4 Cipó Trindade		
23*2,3	2 Pratinam		
24*3	44 Mariana		
25*3	8 Jambeiro		
26	49 Cratília	<i>Cratylia argentea</i>	Fabaceae
27	10 Abiu	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Sapotaceae
28*3	9 Amburana	<i>Amburana</i> sp.	Fabaceae
29	5 Baru	<i>Dipteryx alata</i> Vogel	Fabaceae
30	7 Cajá manga	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae
31	7 Capitão do campo	<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Combretaceae
32	7 Cedro	<i>Cedrela fissilis</i> Vell	Meliaceae
33	8 Cinamomo	<i>Melia azedarach</i> L	Meliaceae
34	8 Coqueiro Licuri	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	Arecaceae
35	8 Faveiro	<i>Dimorphandra mollis</i>	Fabaceae
36	7 Jenipapo	<i>Jenipapo Genipa americana</i> L.	Rubiaceae
37	10 Gonçalo Alves	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Anacardiaceae
38*3	13 Ingá	<i>Inga</i> sp	Fabaceae
39*2	3 Cássia Mangium	<i>Acacia mangium</i>	Fabaceae
40	12 Ipê Mulato	<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	Bignoniaceae
41	9 Jacarandá Mimoso	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Bignoniaceae
42	9 Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae

*1 = os códigos de 1 a 26 são referentes a mudas produzidas por chuva de sementes (RIBEIRO et al., 2012; COSTA et al., 2014b) e os códigos de 27 a 42 são as mudas produzidas pelo IEF. (Mudas do VIVEIRO INSTITUCIONAL (plantadas somente nas parcelas de 1 x 1 m).

*2 = mudas não consideradas nas análises (menos de 4 indivíduos)

*3 = espécies não identificadas, aguardando material reprodutivo.

A análise química do solo foi realizada entre 0 e 20 cm e 20 e 40 cm de profundidade (Tabela 2). Pode-se observar que 3 parâmetros estão deficientes para uma cultura anual como o milho, o baixo valor de potássio, e o alto valor de manganês e o H+Al. Os demais parâmetros estão próximos do ideal, necessitando apenas de uma pequena correção.

Tabela 2. Parâmetros de fertilidade do solo na camada de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, na área de Gleissolo, após adubação no plantio.

Parcela	Profundidade do solo	pH ^{*1}	P ^{*2}	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	m	Cu	Fe	Mn	Zn	
		120	14.72	14.72	12.72	2.22	0	5.44	14.978	20.418	73.356	0	7.06	49.78	118.2	1.28	
		-mg/dm ³ -			-cmol/dm ³ -						%		-mg/dm ³ -				
01	0/20cm	5.9	14.72	14.72	12.72	2.22	0	5.44	14.978	20.418	73.356	0	7.06	49.78	118.2	1.28	
	20/40cm	6	4.64	4.64	11	1.47	0	4.88	12.482	17.362	71.892	0	4.67	40.37	82.43	1.45	
02	0/20cm	5.9	9.53	9.53	10.93	1.97	0	5.53	12.924	18.454	70.034	0	2.96	21.4	109.6	0.97	
	20/40cm	5.9	5.7	5.7	11.44	1.74	0.02	5.3	13.195	18.495	71.343	0.151	1.84	18.24	80.6	0.98	
03	0/20cm	5.7	3.92	3.92	9.07	1.19	0	6.29	10.27	16.56	62.017	0	6.16	194.6	54.46	2.69	
	20/40cm	5.7	1.78	1.78	8.86	0.83	0.02	5.81	9.695	15.505	62.527	0.206	4.17	147.2	36.12	2.46	
04	0/20cm	5.6	5.29	5.29	9.66	1.51	0	7.24	11.184	18.424	60.702	0	7.12	140.7	65.55	2.56	
	20/40cm	5.8	2.98	2.98	10.55	1.08	0	6.3	11.638	17.938	64.878	0	4.89	105.4	41	2.23	
05	0/20cm	5.9	7.4	7.4	16.75	2.77	0	5.44	19.539	24.979	78.222	0	6.46	43.17	79.33	1.1	
	20/40cm	6.2	2.3	2.3	14.41	1.92	0	4.95	16.336	21.286	76.745	0	2.24	19.45	49.02	0.76	
06	0/20cm	5.9	3.64	3.64	13.54	1.99	0	6.01	15.539	21.549	72.11	0	3.76	50.87	21.73	0.69	
	20/40cm	6	2.37	2.37	11.6	1.69	0	5.49	13.296	18.786	70.776	0	2.16	40.05	16.06	0.58	

*1 = pH em água, *2 = P por Mehlich.

Legenda: Tabela de teores no solo para o milho

	muito desfavorável
	desfavorável
	médio
	favorável
	muito favorável

Para o plantio das mudas foi utilizado um gel condicionante denominado Hydroplan-EB, com aplicação de 1 litro/cova, no fundo da cova, na diluição de 600 litros água/kg do produto. As mudas foram plantadas em covas de 30 x 30 x 30 cm. Cada cova recebeu 1 L de esterco de cama de frango mais 100 g de calcário dolomítico. Não foi realizado combate a formigas

nem irrigação suplementar, e as capinas e roçadas foram realizadas de acordo com observações visuais do crescimento, principalmente de gramíneas exóticas, quando necessário.

Para medir o nível de sombreamento por meio da área foliar acima das mudas, foi utilizado o sensor Lai 2200 (LI-COR, 2011), que utiliza a razão de transmitância para cálculo de Lai (m^2 de leaf/ m^2 de solo). A probabilidade de não interceptação da luz pela copa é função do comprimento do caminho da radiação, da densidade do dossel, e da fração de folhas projetadas para o zênite (LI-COR, 2011).

Para evitar ou, pelo menos, reduzir a captura de energia direta pelo sensor, a leitura foi realizada com *view cap* 45° , sob o céu nublado e no período da tarde, verificando a estabilidade luminosa durante e após as medições, que é feita pela tendência dos dados. Dados com tendência foram medidos novamente. As leituras abaixo do dossel foram realizadas com o sensor acima de cada muda. Desta forma foi mensurada a área foliar acima de cada muda.

Foram anotados o número de mudas mortas por período e medições de altura total em 18/03/14, 29/07/14, 13/11/14, 04/05/15, 14/09/15, 22/03/16, totalizando 866 dias após o plantio.

As variáveis avaliadas foram a taxa de mortalidade (SHEIL; MAY, 1996), dada pela fórmula:

$$M = (1 - ((N_0 - m)/N_0)^{1/t}) \times 100,$$

Onde:

M = taxa de mortalidade mensal

t = intervalo de tempo entre medições

N_0 = número inicial de árvores

m = número de árvores mortas

e os incrementos periódico e corrente mensal da altura (IPM, ICM), dados por:

$$IPM = [(Altura\ total - Altura\ inicial) / Dias] \times 30$$

Onde:

Altura total = altura (cm) medida na data atual

Altura inicial = altura (cm) medida na data de plantio

Dias = número de dias entre a data atual e a data de plantio

$$ICM = [(Altura\ total - Altura\ anterior) / dias] \times 30$$

Onde:

Altura total = altura (cm) medida na data atual

Altura anterior = última altura (cm) medida antes da data da altura total

Dias = número de dias entre a data atual e a data anterior

A análise exploratória da mortalidade e dos incrementos (IPM e ICM) por espécie foi feita por análise de componentes principais (PCA). E o efeito do sombreamento e do espaçamento no desenvolvimento das espécies foi avaliado por análise gráfica, por causa da carência de repetições nos níveis de área foliar sobre a muda, e no espaçamento, usando-se o incremento periódico mensal do 6º período (IPM de 22/03/2016).

Resultados e Discussão

Na associação da mortalidade das mudas de ambas as fontes, com variáveis climáticas (Figura 2), verifica-se que a diferença entre excedente e déficit hídrico tem comportamento coerente com as taxas de mortalidade apenas no 2º, 3º e 4º períodos. É possível que a queda acentuada no 4º período tenha refletido no sutil aumento da mortalidade no 5º período, mesmo com + 171 mm no 5º período. No 1º período é possível ver a influência do regime hídrico antes da data de plantio, pois o período chuvoso começou em outubro de 2013.

A umidade relativa apresentou comportamento semelhante, coerente com a mortalidade no 2º, 3º e 4º períodos, com variação mais expressiva da UR 18h. Para as temperaturas mínimas e máximas não ocorreram relações esperadas com as taxas de mortalidade.

As associações da mortalidade de mudas com parâmetros climáticos ajudam a compreender as causas de perda no plantio, que podem chegar a 30, 40% de mudas mortas até o 3º, 4º ano (COSTA et al., 2014a). Isso mostra que, mesmo em plantios realizados no início do período chuvoso, é preciso o monitoramento de parâmetros climáticos para eventual

irrigação de salvamento, caso pretenda-se evitar prejuízos com perda de mudas.

Referente às espécies usadas, a fonte dos propágulos e o tipo de recipiente, constata-se que a taxa de mortalidade foi maior para as mudas originadas de sementes coletadas nas florestas locais. O tamanho da muda e o volume de solo no tubete de 19 x 6,3 cm podem ser a causa da maior mortalidade, comparada às mudas do viveiro institucional, de maior porte, produzidas em sacos plásticos de 4.418 cm³, que corresponde a um volume 16 vezes maior. As mudas em tubete foram para o campo com altura média de 12,5 cm (C.V.=31,1), e as mudas do viveiro institucional tinham média de 43,4 cm de altura no plantio (C.V.=41,1). A mortalidade, ao fim do período de monitoramento, foi de 15% para mudas do viveiro institucional e 36% para mudas em tubete.

Na análise exploratória das taxas de mortalidade por espécie (Figura 3), as espécies que menos toleraram o ambiente foram a 7 (Jacarandá Cascudo), 14 (Tamboril) e 34 (Coqueiro Licuri), e outro grupo intermediário, incluindo as espécies 3 (Cedro), 19 (Jacarandá Branco), 25 (Jambreiro) e 27 (Abiu). Foram 5 espécies da chuva de sementes e 2 do viveiro do IEF.

As espécies mais tolerantes, sem mortalidade, foram: 29 (Baru), 31 (Capitão do Campo), 33 (Cinamomo), 35 (Faveiro), 37 (Gonçalo Alves) e 41 (Jacarandá Mimoso). Outra espécie com bom desempenho foi a 24 (Mariana).



Figura 2. Taxa de mortalidade mensal (%) para os períodos de mensuração das mudas do IEF (M IEF) e originadas de chuva de sementes (M chuv.Sem.), comparada a: (1) diferença entre deficiência e excedente hídricos diários (mm) acumulados no período (EXC-DEF); (2) umidade relativa média às 12h e 18h (UTC) (UR_12h e UR_18h); e (3) Temperatura mínima (T. Mín.) e máxima (T. Máx.) (°C) média.

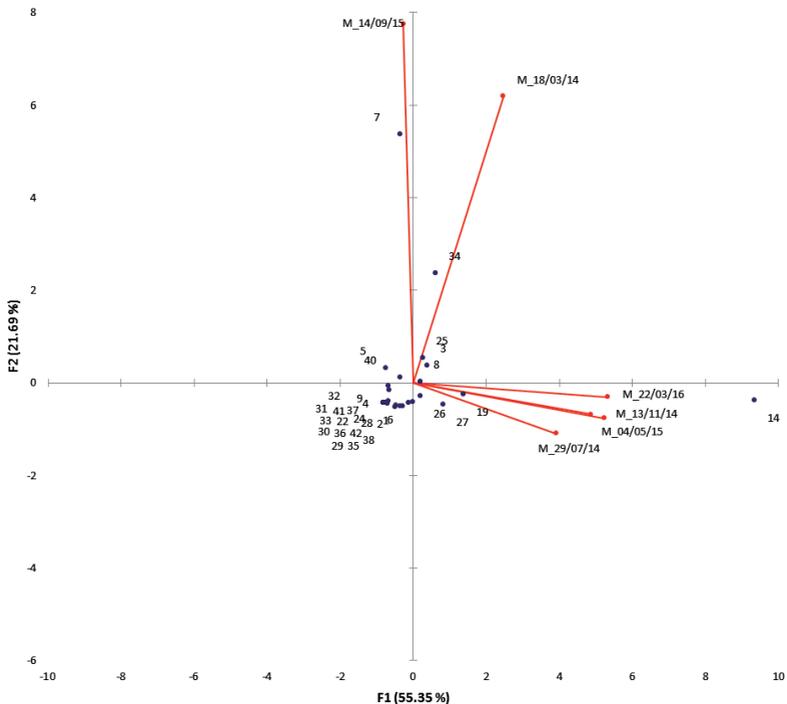


Figura 3. Dispersão conjunta das taxas de mortalidade por período e das espécies florestais entre Fatores 1 e 2 (F1 e F2) da PCA.

A adaptação das espécies pode ser avaliada pelos percentuais de sobrevivência em ordem decrescente, aos 3 anos e 5 meses (Tabela 3).

Tabela 3. Sobrevivência (%) aos 3 anos e 5 meses (22/03/2016) de espécies arbóreo-arbustivas plantadas em ambiente de mata ciliar, Sete Lagoas-MG.

Cód.	Nome comum	Sobrevivência (%)	Cód.	Nome comum	Sobrevivência (%)
24	Mariana	91	29	Baru	100
4	Jacarandá		31	Capitão do campo	100
	Mimoso	86	33	Cinamomo	100
2	Ipê Roxo	83	35	Faveiro	100
5	Ipê Mulato	80	37	Gonçalo Alves	100
1	Gonçalo Alves	78	41	Jacarandá	
9				Mimoso	100
	Angico cascudo	78	38	Ingá	92
22	Cipó Trindade	75	28	Amburana	89
6	Angico Branco	71	42	Jatobá	89
8	Pata de Vaca	61	30	Cajá manga	86
26	Cratília	59	32	Cedro	86
3	Cedro	50	36	Jenipapo	86
25	Jambeiro	50	27		
19	Jacarandá Branco	25		Abiu	60
7	Jacarandá Cascudo	17	34		
14	Tamboril	0		Coqueiro Licuri	13

As maiores perdas ocorreram no grupo de espécies da chuva de sementes. A espécie com maior taxa de sobrevivência foi Mariana. Entre as espécies do viveiro do IEF, somente Coqueiro Licuri apresentou baixa sobrevivência, de 13%. Esta espécie ocorre naturalmente em terras secas e solos muito drenados de areias, cascalhos, pedregulhos e pedras, necessitando de pouca umidade (AROUCHA; AROUCHA, 2013). No reflorestamento realizado por Costa et al. (2014a), em Latossolo Vermelho – Amarelo, vegetação de Cerrado, a taxa de sobrevivência do Coqueiro Licuri ficou em 75%.

O Tamboril, espécie indicada para recuperação de áreas degradadas, da flora de Cerrado e da Floresta Atlântica, família Fabaceae, teve 0% de sobrevivência em ambos os reflorestamentos, enquanto Capitão do Campo teve 100% de sobrevivência nesse estudo e no de Costa et al. (2014a). As espécies Faveiro (70% de sobrevivência), Jatobá (65%), Ingá (55%), Jacarandá Mimoso (55%), Cinamomo (50%), Baru (47%) e Abiu (35%) apresentaram melhores índices de sobrevivência (Tabela 3).

Comparando as duas fontes de espécie, o Gonçalves Alves apresentou 78 e 100% de sobrevivência; o Cedro, 50 e 86% (Tabela 3); Jacarandá Mimoso, 86 e 100%, o que pode estar associado às diferenças de porte da muda e volume de solo entre tubete e saco plástico. No reflorestamento em Costa et al. (2014a), Gonçalves Alves e Cajá Manga não sobreviveram.

Constata-se variação muito grande da taxa de mortalidade/sobrevivência referente ao plantio de espécies nativas e exóticas, mesmo respeitando o mesmo bioma ou tipologia. Em outros estudos, Lima et al. (2009), aos 36 dias após o plantio, encontraram taxas de mortalidade entre 0% a 75% para indivíduos de várias espécies implantados em área no entorno de reservatório de água, em Indianópolis, Minas Gerais. Durigan (1990), estudando 20 espécies de plantas para recomposição de mata ciliar em domínio de Cerrado, encontrou a taxa de sobrevivência entre as espécies de 28% e 100% após 8 meses de plantio. Durigan e Silveira (1999) verificaram taxa de sobrevivência variando de 0% a 94,02% aos 9 anos de idade, entre diferentes espécies plantadas em cultivos puros e mistos para recuperação da cobertura florestal de matas ciliares no Cerrado. Araújo et al. (2014) obtiveram taxas de sobrevivência

variando aproximadamente de 25 a 70%, verificando que tratamentos mais adensados expressaram maiores taxas de sobrevivência, após 1 ano de plantio em uma cascalheira em Diamantina. Foram utilizadas 4 espécies do Cerrado.

Outros fatores, além da adaptação da espécie ao local, podem interferir na mortalidade e no desenvolvimento, como a procedência da semente. A produção de mudas utiliza sementes coletadas de árvores matrizes, com maior potencial genético, e que são provenientes de um ambiente similar ou não do local objetivo para plantio. Por outro lado, a chuva de sementes é proveniente de árvores do local, mas não selecionadas, podendo obter material genético com baixa qualidade.

Na avaliação dos incrementos, pelo crescimento em altura (Tabela 4, Figura 4), observaram-se grupos de espécies com piores incrementos (Cód. 7, 40, 36, 27, 28, 30, 29, 34, 5), espécies com maiores incrementos (Cód. 26, 35), incrementos intermediários (Cód. 9, 1, 19, 37, 38, 4, 41, 6, 28, 24) e espécies com baixos incrementos (Cód. 3, 33, 42, 31, 32, 2, 25).

Nesta análise, valores de incrementos mensais negativos representam redução da altura da muda pelo ataque de pragas, ou murchamento da gema apical, incorporando, no resultado, sua condição fitossanitária e resistência ao estresse hídrico.

Tabela 4. Incrementos corrente e periódico mensais em centímetros (ICM e IPM) das espécies florestais consideradas na análise.

Cod.	Espécie	ICM (cm)						IPM (cm)					
		18/03/14	29/07/14	13/11/14	04/05/15	14/09/15	22/03/16	18/03/14	29/07/14	13/11/14	04/05/15	14/09/15	22/03/16
1	Gonçalo Alves	2.54	1.83	0.75	2.30	-0.47	2.27	5.06	4.30	3.67	4.81	3.40	4.93
2	Ipê Roxo	2.29	-0.49	1.28	1.35	-0.80	2.90	5.20	2.09	2.75	3.23	1.80	4.30
3	Cedro	4.55	-0.19	-0.04	0.07	-0.04	0.54	6.36	2.97	2.36	1.68	1.31	1.56
4	Jacarandá Mimoso	4.65	-0.25	1.00	2.50	-0.28	2.35	7.41	3.43	3.44	4.85	3.61	5.17
5	Ipê Mulato	1.76	0.01	0.56	0.47	0.33	0.77	3.07	1.53	1.65	1.60	1.76	2.02
6	Angico Branco	3.43	0.05	0.71	2.70	0.23	1.75	4.97	2.65	2.59	4.58	3.91	4.07
7	Jacarandá Cascudo	-0.46	-0.46	0.02	-0.21	0.22	0.73	2.60	0.83	0.61	0.20	0.43	1.07
8	Pata de Vaca	1.93	0.76	0.38	3.91	0.59	1.43	5.06	3.30	2.55	5.66	5.38	5.63
9	Angico cascudo	5.98	-0.34	1.58	2.38	0.32	0.75	8.42	3.84	4.32	5.33	4.60	4.04
19	Jacarandá branco	1.04	0.37	2.73	2.53	1.15	2.53	4.30	3.02	4.88	5.87	5.86	11.07
24	Mariana	2.63	0.95	0.63	1.79	0.13	1.47	4.23	3.05	2.82	3.74	3.14	3.99
25	Jambreiro	1.53	0.55	0.75	1.19	3.20	-0.74	4.32	2.69	2.82	3.11	5.70	3.71
26	Cratília	5.91	1.98	-0.58	4.13	2.76	-0.29	8.74	6.79	4.45	7.17	8.52	6.89
27	Abiu	-0.13	-0.03	0.31	0.34	-0.20	0.76	9.02	4.43	3.46	2.79	2.04	2.35
28	Amburana	1.18	-0.92	0.84	-0.05	0.01	0.32	8.75	3.43	3.55	2.38	1.92	1.82
29	Baru	0.00	1.05	0.73	0.36	-0.11	1.52	6.24	4.14	3.68	2.88	2.20	3.24
30	Cajá manga	0.85	0.44	0.21	0.61	-0.25	0.57	9.99	5.39	4.05	3.37	2.46	2.60
31	Capitão do campo	1.41	0.11	0.77	2.12	0.82	1.95	11.01	5.58	4.74	5.36	5.13	5.96
32	Cedro	2.37	-0.90	1.71	1.81	-0.45	1.24	8.01	3.08	3.88	4.46	3.13	3.68
33	Cinamomo	4.40	-0.11	0.01	1.12	0.16	0.51	24.87	12.23	8.71	7.07	5.84	5.07
34	Coqueiro Licuri	2.47	-2.19	0.86	1.55	0.85	0.45	19.40	7.44	6.15	5.76	5.48	7.26
35	Faveiro	6.20	0.35	2.93	4.44	-0.78	3.40	18.92	9.73	9.86	11.18	8.20	9.80
36	Jenipapo	-0.35	0.32	0.44	0.07	0.35	0.43	8.75	4.66	3.75	2.64	2.47	1.52
37	Gonçalo Alves	3.04	0.96	1.70	2.70	-0.52	2.81	8.91	5.38	5.53	6.47	4.67	6.46
38	Angá	4.07	0.01	1.03	2.10	-0.34	3.18	14.07	7.08	6.07	6.25	4.68	6.84
40	Ipê Mulato	-0.52	0.15	0.29	0.14	-0.04	0.62	5.38	2.79	2.28	1.70	1.41	1.67
41	Jacarandá Mimoso	3.30	0.52	0.51	2.41	-0.41	2.16	13.11	7.02	5.51	6.17	4.54	5.70
42	Jatobá	3.38	0.04	0.33	0.71	0.04	1.75	12.49	6.24	4.77	3.97	3.23	4.28

Com o incremento periódico mensal do 6º período (IPM de 22/03/2016), avaliaram-se a influência da área foliar sobre a muda (LaiClas) e o espaçamento (Espac), expresso nos gráficos de tendência nas Figuras 5, 6, 7, 8.

As tendências esperadas entre espécie e classe de área foliar, e entre espécie e espaçamento não ocorreram. A Figura 7 mostra que aproximadamente metade das espécies aumentam o incremento periódico com o aumento do espaçamento, enquanto a outra metade diminui o incremento. Resultados similares ocorreram em Nascimento et al. (2012), que trabalhando com 4 espécies em 4 espaçamentos, não obtiveram correlação entre maior espaçamento e maior altura no estágio inicial de crescimento.

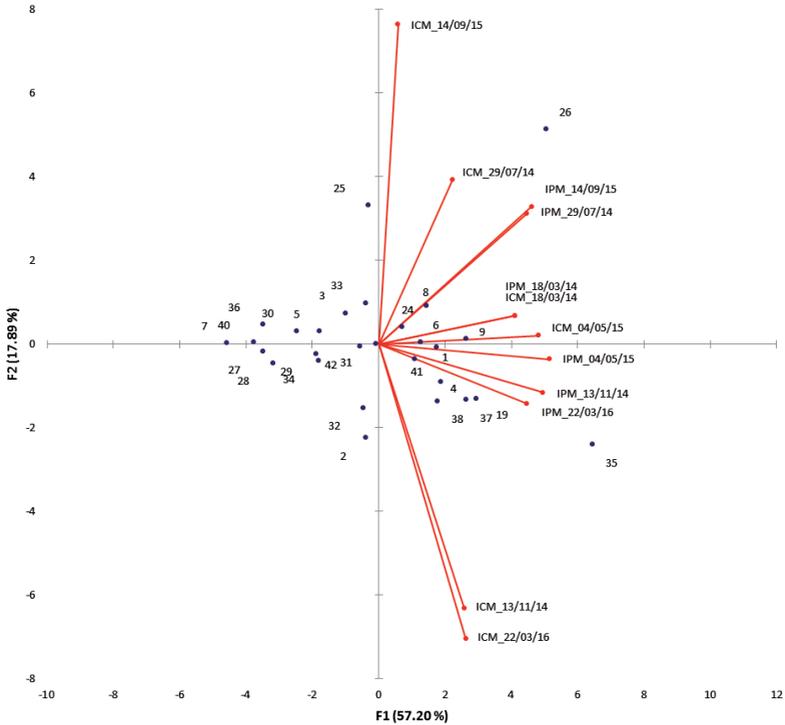


Figura 4. Dispersão conjunta das espécies florestais, do incremento corrente (ICM), e do incremento periódico (IPM) mensal médio da altura por período (Tabela 4) entre Fatores 1 e 2 (F1 e F2) da PCA.

Diversos fatores podem estar interferindo, que vão da variabilidade genética dos indivíduos da espécie, pragas e doenças, variações edáficas não detectáveis, dentre outras, que podem mascarar a interação de espécie com níveis de sombreamento e, no caso do espaçamento, sua interação com níveis de sombreamento, pois o maior incremento da espécie em espaçamento maior irá depender da quantidade de luz

recebida e da tolerância à luz da espécie, além da competição por nutrientes.

O intuito destas análises foi identificar espécies tolerantes e intolerantes a sombra e comparar seu desenvolvimento nas classes de sombreamento. Como não foi verificada nenhuma tendência crescente ou decrescente em função das classes de área foliar (Figuras 5, 6 e 8), a comparação com a ecologia das espécies não foi realizada. A carência de dados de espécies em algumas classes de sombreamento pode ter prejudicado esta análise.

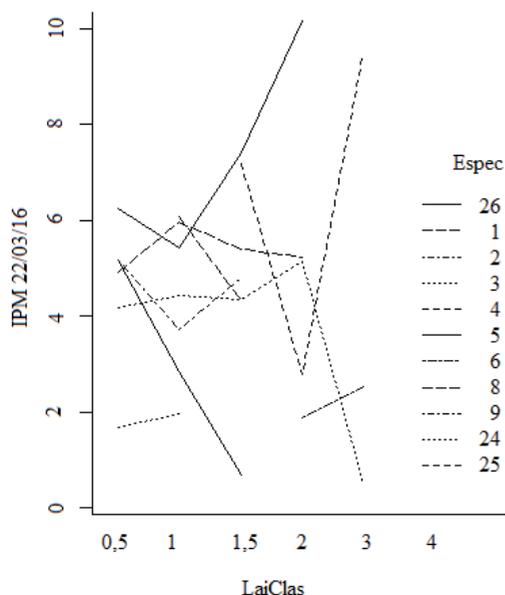


Figura 5. Incremento Periódico Mensal (IPM) em 22/03/2016 das espécies originadas da chuva de sementes em função das classes de área foliar sobre as mudas (LaiClas) no espaçamento de 1 x 1 metro.

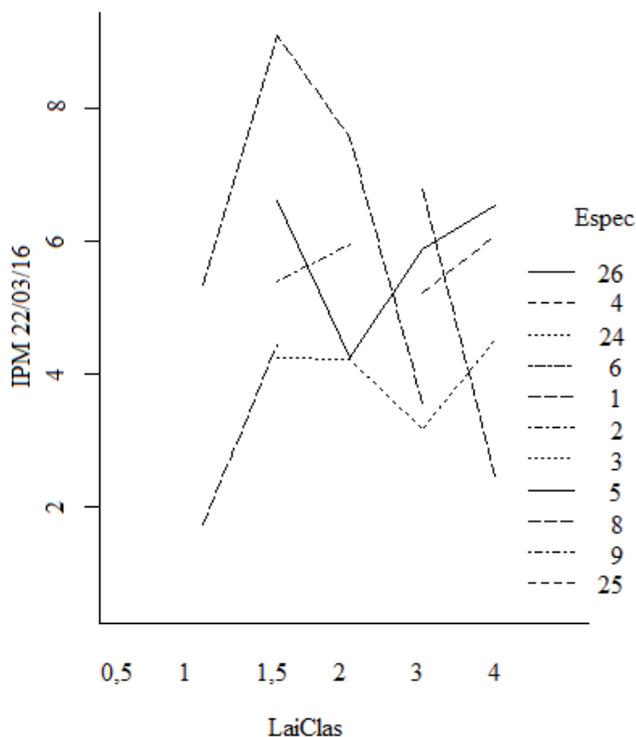


Figura 6. Incremento Periódico Mensal (IPM) em 22/03/2016 das espécies originadas da chuva de sementes em função das classes de área foliar sobre as mudas (LaiClas) no espaçamento de 2 x 2 metros.

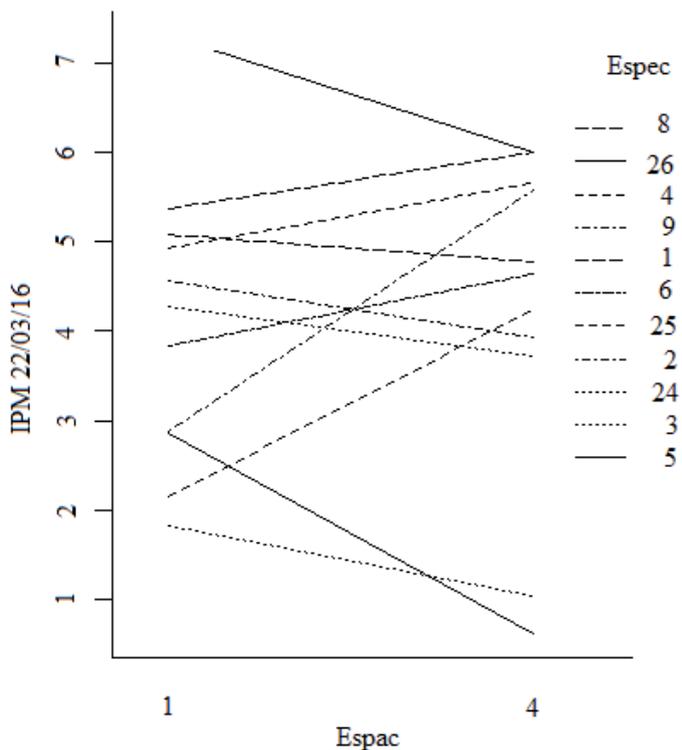


Figura 7. Incremento Periódico Mensal (IPM) em 22/03/2016 das espécies originadas da chuva de sementes para os espaçamentos 1 x 1 m e 2 x 2 m (Espac).

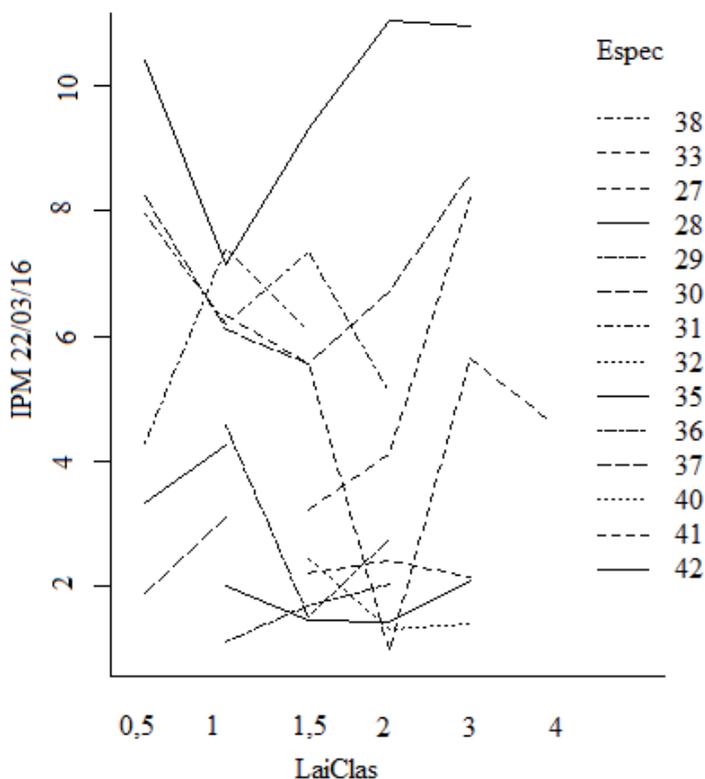


Figura 8. Incremento Periódico Mensal (IPM) em 22/03/2016 das espécies obtidas do viveiro do IEF em função das classes de área foliar sobre as mudas (LaiClas) no espaçamento 1 x 1 metro.

Ao combinar as menores taxas de mortalidade com os incrementos entre as espécies, podemos selecionar aquelas com melhor adaptação neste ambiente. Dentre as espécies oriundas da chuva de sementes, a com melhor adaptação foi: Mariana (24), espécie ainda indeterminada. Dentre as espécies do viveiro do IEF, estão o Capitão do Campo (31), Cinamomo

(33), Faveiro (35), Gonçalo Alves (37), Jacarandá Mimoso (41) e Ingá (38).

O incremento da espécie Mariana foi ainda afetado pelo ataque do besouro serrador, que cortou várias plantas, reduzindo sua altura (vide Anexo Figura 4A). Uma espécie potencial que não foi selecionada pela análise é a Cratília, da flora do Cerrado, com potencial forrageiro, que apresentou uma taxa de sobrevivência baixa, de 59%, associada ao ambiente sombreado, por ser espécie heliófita. O Angico Branco também é outra espécie potencial, reconhecidamente colonizadora nos primeiros estágios de sucessão, de fácil regeneração.

Conclusão

Neste ensaio, foi possível constatar a influência de variáveis climatológicas na mortalidade de mudas, mas não foi possível extrair informações ecológicas das espécies com relação a tolerância/intolerância a sombra, nem o efeito da competição avaliado pelo espaçamento. Com relação à sobrevivência e ao desenvolvimento, algumas espécies de ambas as fontes (chuva de sementes e viveiro institucional) foram eficientes para colonização deste ambiente. As avaliações de mortalidade indicaram que espécies da chuva de sementes, e em recipientes com menor volume de solo, apresentaram maior mortalidade de mudas.

Na recomendação de espécies para recuperação de áreas em condições ambientais similares pode-se destacar Gonçalo Alves, Jacarandá Mimoso, Capitão do Campo, Cinamomo, Faveiro, Ingá, Mariana, Cratília, e Angico Branco.

Agradecimentos

Este trabalho é resultado da atividade “Conversão de áreas degradadas em sistemas agroflorestais” do MP6 -Transição agroecológica: 06.14.07.006.00.02.008. Agradecemos aos técnicos de campo no nome de Francimar Roberto da Silva, Vilmar Ferreira Martins, Cleber Alves da Cruz, pelo suporte na implantação e manutenção deste ensaio, a Monica Imaculada Ribeiro, pela condução dos testes de germinação, a Marcus Vinícius e Geraldo Jatobá, pela identificação preliminar de espécies, a Nayara Giovana Araujo, pela ajuda na coleta e organização de dados, e a Walter José Rodrigues Matrangolo, pelas mudas de *Cratília* cedidas para o ensaio.

Referências

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 134 p. (Irrigation and drainage paper, 56).

ARAÚJO, L. C.; PEREIRA, I. M.; CARVALHO, T. F.; MARQUES, I. C.; SILVA, N. F. Sobrevivência de cinco espécies do cerrado aos 12 meses após o plantio em uma cascalheira no Parque Estadual do Biribiri em Diamantina, MG. **MG. BIOTA**, Belo Horizonte, v. 7, n. 3, p. 14-26, out./dez. 2014.

AROUCHA, E. P.T. L.; AROUCHA, M. L. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do Licuri**. Brasília, DF: Instituto Sociedade, População e Natureza, 2013. 92 p.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios, na região sul de minas gerais. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 4-13, 1996.

BRANCALION, P. H. S.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. v. 1, 432 p.

COSTA, T. C. e C. da; CAMPANHA, M. M.; MATRANGOLO, W. J. R.; MIRANDA, G. A.; CARVALHO, E. R. de O. **Sobrevivência e crescimento inicial de espécies arbóreo arbustivas nativas brasileiras para recuperação de paisagem degradada no cerrado mineiro**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014a. 29 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 95).

COSTA, T. C. e C. da; VIANA, J. H. M.; RIBEIRO, J. L. Semideciduous seasonal forest production of leaves and deciduousness in function of the water balance, LAI and NDVI. **International Journal of Ecology**, v. 2014, p. 1-15, 2014b.

DURIGAN, G. Taxa de sobrevivência e crescimento inicial das espécies em plantio de recomposição da mata ciliar. **Acta Botânica Brasílica**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 35-40, 1990.

DURIGAN, G.; SILVEIRA, E. R. da. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 56, p. 135-144, 1999.

FREDERICO, A. G. G. **Efeitos do regime de inundação e de bambus na dinâmica da comunidade arbórea de um fragmento**

de floresta semidecídua no Sul de Minas Gerais. 1999.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GOMIDE, R. L.; ALBUQUERQUE, P. E. P. de; ANDRADE, C. de L. T. de; DURAES, F. O. M.; VIANA, J. H. M. Caracterização climática e determinação da necessidade hídrica de culturas do sítio-específico de precisão de Sete Lagoas para a fenotipagem de genótipos de cereais tolerantes à seca. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, SPODOPTERA FRUGIPERDA, 2.; SIMPÓSIO SOBRE COLLETOTRICHUM GRAMINICOLA, 1., 2006, Belo Horizonte. **Inovação para sistemas integrados de produção: trabalhos apresentados. [Sete Lagoas]: ABMS, 2006.** Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29733/1/Caracterizacao-climatica.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas do Brasil 1961-1990.** Brasília, DF, 2014. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 27 fev. 2014.

LI-COR. **Lai-2200 plant canopy analyzer: instruction manual.** 3rd ed. Lincoln: Li-Cor Biosciences, 2011.

LIMA, J. A. de; SANTANA, D. G. de; NAPPO, M. E. Comportamento inicial de espécies na revegetação da mata de galeria na fazenda Mandaguari, em Indianópolis, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 4, p. 685-694, 2009.

NASCIMENTO, D. F.; LELES, P. S. dos S.; OLIVEIRA NETO, S. N. de; MOREIRA, R. T. S.; ALONSO, J. M. Crescimento inicial de seis espécies florestais em diferentes espaçamentos. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 159-165, 2012.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; McMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633-1644, 2007.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia**: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

PIERRO, B. Modos de restaurar as florestas. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, n. 238, p. 32-35, 2015.

RIBEIRO, J. L.; CARVALHO, S. E. F.; RAID, M. A. M.; NETTO, D. A. M.; COSTA, T. C. C. Avaliação da germinação de sementes de fragmentos florestais receptadas em redes visando recomposição da flora local. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REFLORESTAMENTO AMBIENTAL, 2., 2012, Guarapari. **Produção de água**: anais. Vitória: Cedagro, 2012.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; EUZÉBIO, V. L. M.; KODAMA, F. M.; KISSMANN, C. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de Mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 655-662, out./dez. 2011.

SHEIL, D.; MAY, R. M. Mortality and recruitment rate evaluations in heterogeneous tropical forests. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 84, n. 1, p. 91-100, 1996.

SOUZA, F. A. de; SILVA, E. M. R. Micorrizas arbusculares na revegetação de áreas degradadas. In: SIQUEIRA, J. O. (Org.). **Avanços e aplicações na pesquisa com micorrizas**. Lavras: UFLA, 1996. v. 1, p. 255-290.

ANEXOS



Figura 1A. Vista parcial de parcelas 10 x 10 m.



Figura 2A. Vista parcial de parcelas 10 x 10 m.



Figura 3A. Vista parcial de parcelas 10 x 10 m.



Figura 4A. Mudas atacadas pelo besouro serrador.



Figura 5A. Chuva de sementes coletadas em redes.



Figura 6A. rede coletora instalada nas parcelas do inventário florestal permanente (120 redes).

