

GERMINAÇÃO DE 15 ESPÉCIES VEGETAIS DO CERRADO SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE LUZ

GERMINATION OF 15 CERRADO PLANT SPECIES UNDER DIFFERENT LIGHT CONDITIONS

Yuri Bertelli Correia LIMA¹; Giselda DURIGAN²; Flaviana Maluf SOUZA³

1. Faculdade Oswaldo Cruz, São Paulo, SP, Brasil; 2. Instituto Florestal, Floresta Estadual de Assis, Assis, SP, Brasil;

3. Instituto Florestal, Seção de Ecologia Florestal, São Paulo, SP, Brasil. flavianams@yahoo.com.br

RESUMO: A ausência de conhecimento sobre a germinação de plantas do Cerrado tem sido apontada como importante obstáculo à propagação dessas espécies e, conseqüentemente, à restauração da vegetação. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar o comportamento de quinze espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas do Cerrado, semeadas em diferentes condições de luz. Realizamos um experimento em viveiro, onde as sementes foram expostas a pleno sol e sob sombreamento a 75%, com cinco repetições por espécie e 10 tubetes por repetição, totalizando 1500 sementes. Acompanhamos a germinação diariamente durante nove meses. Das quinze espécies estudadas doze germinaram, sendo três apenas na sombra e quatro apenas a pleno sol. De modo geral, a germinação foi baixa, sendo que seis espécies tiveram no máximo 10% de sementes germinadas. Somente duas espécies apresentaram germinação superior a 50%. Três espécies apresentaram diferenças significativas entre os dois tratamentos para a germinação: *Cyrtocymura scorpioides* e *Fimbristylis autumnalis*, típicas de fisionomias campestres, cuja germinação foi maior a pleno sol, e *Styrax pohlii*, espécie de ambiente florestal, que germinou mais à sombra, características essas que podem explicar os resultados observados. Algumas espécies permaneceram viáveis no substrato por muito tempo e continuaram germinando mesmo cinco meses após a semeadura. Esses resultados confirmam que a luz pode influenciar diferentemente a germinação das plantas do Cerrado. As baixas taxas de germinação e a variabilidade no tempo para germinar são importantes desafios a serem superados pela ciência e pela tecnologia para a propagação das espécies do Cerrado, seja por meio da produção de mudas ou semeadura direta. Informações sobre as respostas das espécies a diferentes fatores abióticos são essenciais para aumentar as chances de sucesso dessas técnicas, permitindo ampliar o número de espécies a serem utilizados na restauração.

PALAVRAS-CHAVE: Emergência. Produção de mudas. Propagação. Savana. Sementes. Sombreamento.

INTRODUÇÃO

A germinação das sementes e a sobrevivência das plântulas são as etapas mais críticas em uma comunidade vegetal natural (KITAJIMA; FENNER, 2000) e são igualmente fundamentais na restauração de ecossistemas, que depende, antes de tudo, da reintrodução das espécies no ambiente a ser restaurado.

O conhecimento sobre a germinação das sementes do Cerrado ainda é incipiente diante de sua enorme riqueza florística. A falta desse conhecimento se apresenta como um dos primeiros obstáculos para a restauração, que se faz urgente mediante o acelerado ritmo de conversão de suas terras para usos agrícolas ou pastagens (KLINK; MACHADO, 2005). São praticamente desconhecidas as técnicas de propagação e cultivo de plantas do Cerrado (DURIGAN et al., 2004), as quais dependem, primeiramente, do conhecimento da dinâmica germinativa das espécies (BRANDO; DURIGAN, 2002). O sucesso da restauração depende também do conhecimento sobre o comportamento das espécies em diferentes condições abióticas, de forma que a reintrodução

seja feita adequadamente de acordo com sua capacidade de sobrevivência e estabelecimento em campo.

Pouco se sabe sobre o estabelecimento de plântulas das savanas neotropicais, particularmente sobre como o grau de cobertura do dossel das diferentes fitofisionomias influencia o desenvolvimento das plantas (SALAZAR et al., 2012). Portanto, estudos sobre as respostas das espécies a diferentes condições ambientais são fundamentais para auxiliar em diversas etapas do processo da restauração do Cerrado. Esse conhecimento pode proporcionar a melhoria das técnicas de produção de mudas ou de propagação dessas espécies por semeadura direta, aumentando as chances de sucesso dos projetos de restauração. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar a influência de diferentes condições de luz sobre a germinação de quinze espécies do Cerrado em condição de viveiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Estudamos 15 espécies nativas do Cerrado, compreendendo ervas, gramíneas, arbustos e árvores

(Tabela 1). As sementes foram coletadas na Estação Ecológica de Santa Bárbara (Águas de Santa Bárbara, SP, 22°48'59"S e 49°14'12"W) e na Estação Ecológica de Assis (Assis, SP, 22°35'36"S, 50°24'56"W) entre Março e Abril de 2011 e armazenadas em câmara fria (4°C ± 1°C) e úmida (85-90%) por 15 a 16 meses.

Realizamos o experimento no viveiro de mudas do Instituto Florestal (São Paulo – SP), e, portanto, em condições naturais de temperatura e umidade. Foram comparados dois tratamentos: semeadura a pleno sol e sombreamento de 75% por meio de sombrite, em área com recobrimento lateral até 10 cm do solo. As sementes foram dispostas para germinar em tubetes de polipropileno, com dimensões de 36 mm de diâmetro interno e 140 mm de altura total, arranjados em mesas com 841 células

cada. Os tubetes foram preenchidos até a metade com esterco de cavalo curtido, sendo o restante do volume preenchido com terra vegetal (composto de terra, casca de pinus, húmus, folhas e restos vegetais em decomposição). Seleccionamos visualmente as sementes, excluindo as que estavam vazias e com sinais de danos ou deterioração (predação, fungos, apodrecimento). Depositamos uma semente em cada tubete a cerca de 1 cm de profundidade e cobrimos com uma fina camada de terra vegetal. Os tubetes foram verificados regularmente para avaliar a germinação das plântulas, assim como a umidade do substrato, sendo então realizada a rega sempre que necessário para manter o solo úmido. A semeadura foi realizada sempre no mesmo dia para cada espécie e a data da germinação foi controlada individualmente para cada tubete.

Tabela 1. Espécies vegetais do Cerrado utilizadas no experimento.

Família	Espécie	Nome popular	Hábito
Aquifoliaceae	<i>Ilex affinis</i> Gardner	mate- falso	árvore
	<i>Ilex brasiliensis</i> (Spreng.) Loes.	mate- falso	árvore
Asteraceae	<i>Bidens gardneri</i> Baker	picão-vermelho	erva
	<i>Cyrtocymura scorpioides</i> (Lam.) H.Rob.	erva-de-preá	erva
	<i>Gochnatia barrosoae</i> Cabrera	cambará-veludo	arbusto
	<i>Gochnatia polymorpha</i> (Less.) Cabrera	candeia	árvore
Cyperaceae	<i>Fimbristylis autumnalis</i> (L.) Roem.& Schult	falso-alecrim-da-praia	erva
Leguminosae	<i>Chamaecrista langsdorffii</i> (Kunth ex Vogel) Britton ex Pittier	sene-do-campo	arbusto
Malpighiaceae	<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	murici	arbusto
Melastomataceae	<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	vassoura-preta	árvore
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i> L.	rabo-de-burro	erva
	<i>Andropogon leucostachyus</i> Kunth	campim-membeca	erva
	<i>Axonopus pressus</i> (Steud.) Parodi	grama-do-cerrado	erva
Rubiaceae	<i>Psychotria anceps</i> Kunth	casca-d'anta	árvore
Styracaceae	<i>Styrax pohlii</i> A.DC.	benjoeiro	árvore

O delineamento experimental compreendeu cinco repetições por espécie, com 10 tubetes por repetição (50 sementes por espécie em cada tratamento), totalizando 1500 sementes (2 tratamentos x 5 repetições x 15 espécies). Realizamos as avaliações diariamente durante nove

meses, verificando o número de sementes germinadas. O critério para se considerar a semente como germinada foi a exposição da parte aérea da plântula na superfície do substrato (CARVALHO et al., 2005). Embora o conceito de germinação possa ser mais restritivo, considerando apenas a emissão

da radícula (BEWLEY; BLACK, 1994), o termo é comumente utilizado com uma abordagem mais ampla, que inclui também os processos de formação de hipocótilo e folhas (BERLYN, 1979; BEWLEY; BLACK, 1994). Este conceito tem um significado ecológico importante, especialmente quando se tem interesse na germinação em condições naturais, nas quais só é possível observar a plântula quando ocorre a emergência acima do solo.

Os valores de porcentagem de germinação foram transformados em arco seno da raiz quadrada e comparados entre tratamentos por meio de teste *t* (ZAR, 1999), assim como a altura das plântulas. Nos casos em que houve heterocedasticidade, utilizamos o teste *t* de *Welch*, que considera variâncias

desiguais (RUXTON, 2006). Realizamos as análises com o software Statistica 8.0 (STATSOFT, 2008).

RESULTADOS

Observamos que, entre as quinze espécies estudadas, apenas *Gochnatia barrosoae* e *Miconia ligustroides* não germinaram. Independentemente dos tratamentos, seis espécies apresentaram germinação inferior a 10% (*Andropogon bicornis*, *Chamaecrista langsdorffii*, *Gochnatia polymorpha*, *Ilex affinis*, *Ilex brasiliensis* e *Psychotria anceps*) e duas tiveram germinação superior a 50% (*Bidens gardneri* e *Fimbristylis autumnalis*, Tabela 2).

Tabela 2. Porcentagem de germinação (média \pm erro padrão) de 15 espécies do Cerrado submetidas a dois tratamentos: pleno sol e sob sombrite 75%. Letras sobrescritas diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas entre tratamentos para cada espécie pelo teste *t* ($p < 0,05$).

Espécie	Pleno sol	Sombrite 75%	<i>t</i>	<i>g.l.</i>	<i>P</i>
<i>Andropogon bicornis</i>	0,0 \pm 0,0 ^a	8,0 \pm 3,7 ^a	-2,3547	4	0,0781
<i>Andropogon leucostachyus</i>	18,0 \pm 9,7 ^a	0,0 \pm 0,0 ^a	2,1612	4	0,0968
<i>Axonopus pressus</i>	14,0 \pm 6,0 ^a	2,0 \pm 2,0 ^a	1,6876	6	0,1426
<i>Bidens gardneri</i>	54,0 \pm 13,6 ^a	64,0 \pm 2,4 ^a	-0,6440	4,2	0,5529
<i>oByrsonima intermedia</i>	18,0 \pm 6,6 ^a	26,0 \pm 9,3 ^a	-0,4839	8	0,6415
<i>Chamaecrista langsdorffii</i>	6,0 \pm 2,4 ^a	4,0 \pm 2,4 ^a	0,5773	8	0,5796
<i>Cyrtocymura scorpioides</i>	20,0 \pm 7,1 ^a	0,0 \pm 0,0 ^b	3,4462	4	0,0261
<i>Fimbristylis autumnalis</i>	90,0 \pm 3,2 ^a	22,0 \pm 3,7 ^b	8,9094	8	< 0,001
<i>Gochnatia barrosoae</i>	-	-	-	-	-
<i>Gochnatia polymorpha</i>	2,0 \pm 2,0 ^a	0,0 \pm 0,0 ^a	1,0000	4	0,3739
<i>Ilex affinis</i>	0,0 \pm 0,0 ^a	2,0 \pm 2,0 ^a	-1,0000	4	0,3739
<i>Ilex brasiliensis</i>	2,0 \pm 2,0 ^a	0,0 \pm 0,0 ^a	1,0000	4	0,3739
<i>Miconia ligustroides</i>	-	-	-	-	-
<i>Psychotria anceps</i>	0,0 \pm 0,0 ^a	6,0 \pm 4,0 ^a	-1,5903	4	0,18670
<i>Styrax pohlii</i>	2,0 \pm 2,0 ^b	44,0 \pm 9,8 ^a	-5,0974	8	< 0,001

Três espécies germinaram apenas sob sombra (*A. bicornis*, *I. affinis* e *P. anceps*) e quatro (*Andropogon leucostachyus*, *Cyrtocymura scorpioides*, *G. polymorpha* e *I. brasiliensis*) germinaram somente a pleno sol (Tabela 2). Houve diferença significativa entre tratamentos para três espécies: *C. scorpioides*, que germinou apenas a pleno sol (20% de germinação), *F. autumnalis*, cuja germinação foi cerca de quatro vezes superior

quando exposta a pleno sol, e *Styrax pohlii*, que apresentou germinação 20 vezes maior à sombra (Tabela 2).

B. gardneri e *C. langsdorffii* foram as espécies que levaram menos tempo para começar a germinar, tanto no sol quanto na sombra (Tabela 3). Essas espécies, juntamente com *F. autumnalis* e *A. pressus*, apresentaram maior longevidade das sementes e continuaram germinando por um longo

período, chegando a até 230 dias entre a primeira e a última germinação (Tabela 3). As espécies com maior tempo para o início da germinação foram *I. brasiliensis* e *S. pohlii*, para as quais a primeira emergência demorou cerca de oito meses. As

espécies que apresentaram intervalo de tempo mais curto entre a primeira e a última semente germinada foram *Byrsonima intermedia* (oito dias), *Axonopus pressus* (21 dias) e *P. anceps* (25 dias, Tabela 3).

Tabela 3. Número de dias após a semeadura para a ocorrência da primeira e da última germinação de espécies do Cerrado submetidas a dois tratamentos: pleno sol e sob sombrite 75%.

Espécie	Pleno sol		Sombrite 75%	
	Primeira	Última	Primeira	Última
<i>Andropogon bicornis</i>	-	-	32	87
<i>Andropogon leucostachyus</i>	135	240	-	-
<i>Axonopus pressus</i>	90	241	121	121
<i>Bidens gardneri</i>	8	239	10	74
<i>Byrsonima intermedia</i>	132	140	131	139
<i>Chamaecrista langsdorffii</i>	38	240	20	98
<i>Cyrtocymura scorpioides</i>	164	207	-	-
<i>Fimbristylis autumnalis</i>	131	289	135	197
<i>Gochnatia polymorpha</i>	202	202	-	-
<i>Ilex affinis</i>	-	-	136	136
<i>Ilex brasiliensis</i>	240	240	-	-
<i>Psychotria anceps</i>	-	-	166	191
<i>Styrax pohlii</i>	236	236	104	187

DISCUSSÃO

Padrões gerais de germinação

De modo geral, os valores de germinação foram baixos e mais de 70% das espécies tiveram germinação nula ou inferior a 20%. Como já observado por diversos autores, o sucesso na germinação para espécies do Cerrado é muito variável e pode atingir valores extremos dependendo da espécie, indo da ausência completa de germinação até valores próximos de 100% (BRANDO; DURIGAN, 2001; SOUSA-SILVA et al., 2001; RANAL et al., 2010; SILVEIRA et al., 2013).

Uma das possíveis explicações para a baixa porcentagem de germinação observada é a ocorrência de dormência das sementes, mecanismo já relatado para muitas espécies do Cerrado (SALOMÃO et al., 2003; ZAIDAN; CARREIRA, 2008; RANAL et al., 2010). Nesses casos, para que a germinação ocorra ou seja mais eficiente é

necessário haver a quebra da dormência, que pode acontecer por diversos mecanismos. Várias técnicas de quebra de dormência já foram testadas em laboratório, incluindo choque térmico, imersão das sementes em ácidos ou outras substâncias químicas, escarificação mecânica ou manual, entre outras (SALOMÃO et al., 2003; ZAIDAN; CARREIRA, 2008; GIOTTO, 2010). Em condições naturais, fatores como a luz, a alternância de temperaturas e a passagem das sementes ou dos frutos pelo trato digestivo de certos animais podem estimular a germinação (REES, 1997; EIRA; CALDAS, 2000; LARCHER, 2006). Em nosso experimento, nenhuma técnica foi utilizada para a quebra de dormência das sementes, uma vez que o objetivo era observar o comportamento do processo de germinação em condições mais semelhantes ao ambiente natural das espécies.

Embora seja apontado na literatura que quatro das espécies estudadas (*Andropogon bicornis*, *A. leucostachyus*, *Ilex affinis* e *Miconia*

ligustroides) apresentam dormência (LORENZI, 2002; CHAVES et al., 2011; FIGUEIREDO et al., 2012), à exceção de *M. ligustroides*, todas germinaram mesmo sem tratamento. Contudo, a porcentagem de germinação foi extremamente baixa, mesmo quando comparada a outros estudos. No caso de *A. bicornis*, por exemplo, Figueiredo et al. (2012) observaram 18% de germinação sem o uso de nenhuma técnica para a quebra de dormência da espécie, enquanto nós registramos apenas 8% à sombra e nenhuma semente germinada a pleno sol. Os mesmos autores encontraram 35% de germinação para *A. leucostachyus*, quase duas vezes o valor observado em nosso estudo. Giotto (2010) encontrou variação de 17% a 56% na germinação desta espécie em experimentos de laboratório, dependendo das condições de armazenamento. Por outro lado, em experimentos com semeadura direta em campo, nenhuma semente dessa espécie germinou durante o período de observação de três meses, resultado similar ao do presente estudo, em que a primeira germinação de *A. leucostachyus* ocorreu apenas quatro meses e meio após a semeadura. No caso de *I. affinis*, não existem estudos sobre valores de germinabilidade, mas há relato de que a escarificação melhora consideravelmente a germinação, que é geralmente baixa Lorenzi (2002).

Outros fatores que influenciam o sucesso da germinação são a condição e o tempo de armazenamento das sementes. As sementes utilizadas no presente estudo foram armazenadas por longo período (de 15 a 16 meses), o que pode ter reduzido sua viabilidade. Efeitos negativos da estocagem das sementes já foram relatados para várias espécies, mostrando que quanto maior o tempo de armazenamento, menor o poder germinativo (ROSSATO; KOLB, 2010; SALAZAR et al., 2011). Dentre os principais problemas ocasionados pelo armazenamento está a perda da umidade da semente, que resulta em altos níveis de dessecação. Assim, dependendo das condições ambientais do local e do tempo de estocagem, as sementes podem perder drasticamente sua longevidade e vigor, levando a uma redução da germinabilidade (OLIVEIRA et al., 2008; SCALON et al., 2012). No caso de *A. leucostachyus*, Giotto (2010) observou que a germinação foi duas vezes maior quando a semeadura foi feita poucos dias após a coleta em comparação à germinação de sementes armazenadas por 10 meses a 4°C. A baixa germinação de *I. affinis*, contudo, não parece ser consequência do tempo de armazenamento, uma vez que essa espécie tolera bem a dessecação (KUHLMANN, 2012). Embora temperaturas baixas

de armazenamento possam ser prejudiciais a algumas espécies, outras podem se beneficiar (FIGUEIREDO et al., 2012) ou suportar bem essa condição, permanecendo viáveis por longos períodos (GASPARIN et al., 2013). Essa grande variação interespecífica reforça a necessidade de conhecer a autoecologia das espécies, de forma a melhor compreender os padrões de ocorrência em áreas naturais, bem como aplicar as técnicas mais adequadas para sua propagação.

Além dos aspectos já discutidos, várias espécies podem apresentar alta porcentagem de sementes estéreis ou com embriões pouco desenvolvidos, o que contribui para a lentidão e o baixo sucesso germinativo (LARCHER, 2006; CHAVES et al., 2011). Em plantas herbáceas, a porcentagem de aquênios nessa situação pode chegar a 85% (SASSAKI et al., 1999). Ainda, a seleção visual das sementes viáveis utilizadas em nosso experimento pode não ter sido suficientemente eficaz quando comparada a outros métodos, como o método de pressão (GIOTTO, 2010).

Especificamente no caso de *M. ligustroides*, a combinação de alguns fatores pode explicar a ausência de germinação. Segundo Chaves et al. (2011), essa espécie apresenta dormência complexa (endógena e exógena) em decorrência de embriões imaturos nas sementes e tegumento espesso, que dificulta a absorção de água. Quando não utilizadas técnicas para a quebra de dormência, os autores registraram 55% de germinação em papel de filtro e cerca de apenas 10% de germinação em substrato similar ao utilizado neste estudo. Além disso, a espécie também parece não tolerar altas temperaturas (35°C), nem germinar sob oscilações térmicas (temperaturas alternando entre 20°C e 30°C). Uma vez que nosso experimento foi realizado em condições ambientais naturais e, portanto, sujeitas a tais oscilações, isso pode ter contribuído para impedir o desencadeamento do processo germinativo. Diante de todas essas restrições, a propagação de *M. ligustroides* em condições usuais de viveiro torna-se difícil e a semeadura direta não parece uma alternativa com boas perspectivas de sucesso.

A maioria das espécies estudadas apresentou ampla variação no tempo de germinação e é possível que novas sementes ainda germinassem mesmo após o longo período de observações. As espécies mais longevas chegaram a permanecer viáveis no substrato por cerca de cinco a sete meses. Esse espalhamento na germinação pode ser uma vantagem evolutiva, pois aumenta a probabilidade de que algumas sementes germinem em condições

ambientais mais favoráveis na natureza (LARCHER, 2006). Isto seria particularmente importante no Cerrado, onde a estação seca prolongada ou os episódios de fogo são fatores que limitam o estabelecimento das plântulas (HOFFMANN, 1999; OLIVEIRA, 2008) e a duração das estações do ano pode ser imprevisível (RANAL et al., 2010). Contudo, do ponto de vista de propagação, o longo intervalo de germinação é um obstáculo a ser superado, uma vez que é desejável, para o cultivo, que as sementes de uma espécie germinem quase simultaneamente.

Influência da luz na germinação

Os resultados mostraram que a luz é um fator que influencia diferentemente as espécies do Cerrado, podendo produzir ou não efeitos sobre a germinação. Embora os ecossistemas do Cerrado se caracterizem, geralmente, pela luz em abundância, dez entre as quinze espécies estudadas não apresentaram germinação diferenciada pela disponibilidade de luz, assim como observado para outras espécies em estudos anteriores (ZAIDAN; CARREIRA, 2008; ROSSATO; KOLB 2010; MOTA et al., 2012).

As espécies *Cyrtocymura scorpioides* e *Fimbristylis autumnalis*, que apresentaram maior porcentagem de germinação a pleno sol, são plantas herbáceas características de fisionomias campestres do cerrado, ou seja, de áreas altamente expostas à radiação solar (MENDONÇA et al., 2008). Por essa razão, é provável que tais espécies germinem melhor em ambientes abertos, resultando na grande diferença de germinabilidade entre as duas condições de luz estudadas. De modo análogo, *Styrax pohlii*, cuja germinação foi expressivamente maior à sombra, ocorre em ambientes mais fechados de Cerrado, em especial em florestas ripárias (DURIGAN et al., 2004). Em outro estudo com essa espécie, Kissmann et al. (2012) também registraram maior germinação à sombra, com valores ao redor de 40%, semelhantes ao encontrado no presente estudo.

Para *Bidens gardneri*, a única espécie com germinação superior a 50% tanto na luz quanto na sombra, a baixa disponibilidade de luz não parece ser obstáculo para a emergência das plântulas. Rondon et al. (2012) também observaram que *B. gardneri* pode germinar tanto na luz quanto no escuro, conferindo a esta espécie uma estratégia de

ocupação potencial de diferentes fisionomias de Cerrado. No entanto, plantas adultas desta espécie não são observadas em ambientes florestais, sendo comuns apenas em fisionomias campestres, em áreas perturbadas ou em bordas de cerradão (DURIGAN et al., 2004).

Algumas diferenças encontradas na comparação com outros estudos realizados com as mesmas espécies aqui analisadas podem estar associadas às condições experimentais. A maioria dos experimentos foi realizada em laboratório, muitas vezes em substratos muito diferentes da terra vegetal que utilizamos (ex.: papel de filtro), o que pode influenciar os resultados (CHAVES et al., 2011; FAGUNDES et al., 2011). Além disso, em laboratório, as condições de luz e temperatura são controladas, e, por isso, mais distantes daquelas a que estão submetidas as espécies em seu ambiente natural. Em razão das possíveis diferenças entre as respostas das espécies em laboratório e no campo (GIOTTO, 2010; GUERTA et al., 2011) acreditamos que se o objetivo do conhecimento sobre a germinação das sementes for a propagação das espécies com fins de restauração ecológica, resultados obtidos em viveiros serão provavelmente mais realistas e expressarão melhor o comportamento das espécies tanto na germinação quanto na fase de crescimento inicial (FAGUNDES et al., 2011). Assim, recomendamos que mais estudos sejam realizados em viveiro ou em campo para testar a influência de diferentes fatores abióticos no desenvolvimento das espécies em condições naturais ou mais próximas a elas. Tais estudos podem elucidar questões sobre os padrões de ocorrência e distribuição das populações e gerar informações essenciais para a propagação das espécies e para a definição de estratégias de restauração do Cerrado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos funcionários da Seção de Silvicultura do Instituto Florestal pelo apoio logístico, aos coletores de sementes da Floresta Estadual de Assis, e ao Geraldo Franco, pelo auxílio na identificação das plântulas. Também agradecemos ao CNPq pela bolsa de produtividade concedida à Giselda Durigan (#303402/2012-1) e à FUNDAP, pela bolsa concedida a Yuri B. C. Lima.

ABSTRACT: The lack of knowledge about germination of Brazilian Savanna species has been pointed out as an important constrain to their propagation and, as a consequence, to ecological restoration. The aim of this study was to assess the germination of fifteen herb, shrub and tree Savanna species under different light conditions. We carried out a

nursery experiment, sowing the seeds under full sunlight and 75% shade. The experimental design comprised five replicates per species and 10 pots per replicate, in a total of 1500 seeds. We monitored germination daily during nine months. Twelve out of the fifteen species germinated, being three exclusively under 75% shade and four exclusively under full sun. The overall germination was low; six species showed no more than 10% of germination and only two species germinated more than 50%. Three species differed significantly between treatments: *Cyrtocymura scorpioides* and *Fimbristylis autumnalis*, which are frequent in open grassland savannas and showed higher germination under full sun, and *Styrax pohlii*, which is more common in wooded savannas and had higher germination under shade. The natural occurrence of those species in such environments might help to explain our results. Some species remained viable for a long time in the soil, and still germinated five months after sowing. Our results agree with other studies showing that light may differently affect germination of savanna species. The low germination rates and the variability in the time to germinate are important challenges to be overcome by science and technology for the propagation of the Cerrado species, either through the production of seedlings or direct sowing. Information on species response to different abiotic factors are essential to increase the chances of success of such techniques, and to increase the number of species to be used in restoration projects.

KEYWORDS: Emergence. Plant propagation. Savanna. Seedling production. Seeds. Shading.

REFERÊNCIAS

- BERLYN, G. P. Seed germination and morphogenesis. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.) **Seed Biology – Importance, Development and Germination. Physiological ecology – A Series of Monographs, Texts and Treatises**, v. 1. Academic press: Nova York e Londres, 1972. p. 223-312.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. Nova Iorque: Plenum Press, 1994. 445 p.
- BRANDO, P. M.; DURIGAN, G. Época de maturação dos frutos, beneficiamento e germinação de sementes de espécies lenhosas do Cerrado. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, Brasília, v. 8, p. 78-90, dez. 2001.
- CARVALHO, M. P.; SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. Emergência de plântulas de *Anacardium humile* A. St.-Hil. (Anacardiaceae) avaliada por meio de amostras pequenas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 627-633, jul-set. 2005.
- CHAVES, I. S.; ALVARENGA, A. A.; DOUSSEAU, S.; SOARES, G. C. M. S.; SOUZA, E. S. S.; ARTUR, M. A. S. Germination of *Miconia ligustroides* (Melastomataceae) diaspores submitted to different treatments for dormancy overcoming. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 335-341, jul.-set. 2011.
- DURIGAN, G.; BAITELLO, J. B.; FRANCO, G. A. D. C.; SIQUEIRA, M. F. Plantas do Cerrado Paulista: Imagens de uma paisagem ameaçada. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2004. 475 p.
- EIRA, M. T. S.; CALDAS, L. S. Seed dormancy and germination as concurrent processes. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Rio Claro, v. 12 (Edição Especial), p. 85-104, 2000.
- FAGUNDES, M.; CAMARGOS, M. G.; COSTA, F. V. A qualidade do solo afeta a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas de *Dimorphandra mollis* Benth. (Leguminosae: Mimosoideae). **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 25, n. 4, p. 908-915, out-dez. 2011.
- FIGUEIREDO, M. A.; BAÊTA, H. E.; KOZOVITS, A. R. Germination of native grasses with potential application in the recovery of degraded areas in Quadrilátero Ferrífero, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 3, p. 118-123, 2012.
- GASPARIN, E.; ARAUJO, M. M.; TOLFO, C. V.; FOLTZ, D. R. B.; MAGISTRALI, P. R. Substrates for germination and physiological quality of storage seeds of *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 1, p.77-85, 2013.

GIOTTO, A. C. Avaliação do desenvolvimento dos componentes arbóreos e herbáceos na recuperação de áreas degradadas na bacia do ribeirão do Gama, Distrito Federal. 2010. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade e Brasília, Brasília, 2010.

GUERTA, R. S.; LUCON, L. G.; MOTTA-JUNIOR, J. C.; VASCONCELLOS, L. A. S.; FIGUEIREDO, R. A. Bird frugivory and seed germination of *Myrsine umbellata* and *Myrsine lancifolia* (Myrsinaceae) seeds in a cerrado fragment in southeastern Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 11, n. 4, p. 59-65, 2011.

HOFFMANN, W. A. Fire and population dynamics of woody plants in a neotropical savanna: matrix model projections. **Ecology**, v. 80, n. 4, p. 1354-1369, jun. 1999.

KISSMANN, C.; TOZZI, H. H.; MARTINS, S.; HABERMANN, G. Germination performance of congeneric *Styrax* species from the Cerrado *sensu lato* areas and their distribution pattern in different physiognomies. **Flora**, v. 207, n. 9, p. 673-681, set. 2012.

KITAJIMA, K.; FENNER, M. Seedling regeneration ecology. In: FENNER, M. (Ed.) **Seeds: Ecology of Regeneration in Plant Communities**, 2. Ed. Wallingford: CAB International, 2000. p. 331-360.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, Boston, v. 19, n. 3, p. 707-713, jun. 2005.

KUHLMANN, M. Frutos e sementes do cerrado atrativos para a fauna. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2012. 360 p.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Carlos: RiMa, 2006. 550 p.

LORENZI, H. Árvores brasileiras – Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol. 2, 2. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 384 p.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA-JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E.; FAGG, C. W. Flora vascular do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Orgs.) **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: EMBRAPA, 2008. p. 421-1279.

MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; HEINZ, R. Sombreamento na emergência de plântulas e no crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 3, p. 423-431, jul.-set. 2012.

OLIVEIRA, P. E. Fenologia e biologia reprodutiva das espécies do Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Orgs.) **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília: EMBRAPA, 2008, v. 1, p. 273-290.

OLIVEIRA, A. K. M.; SCHELEDER, E. J. D.; FAVERO, S. Caracterização morfológica, viabilidade e vigor de sementes de *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1011-1018, nov.-dez. 2008.

RANAL, M. A., SANTANA, D. G.; SCHIAVINI, I. Are there germination patterns for cerrado species? In: DEL CLARO, K.; OLIVEIRA, P. S.; RICO-GRAY, V.; BARBOSA, A. A. A.; BONET, A.; SCARANO, F. R.; GARZÓN, F. J. M.; SAMPAIO, M. V.; MORRIS, M. R.; RAMÍREZ, N.; MARÇAL JÚNIOR, O.; MACEDO, R. H. F.; MARQUIS, R. J.; COELHO, L.; MARTINS, R. P.; RODRIGUES, S. C.; LÜTTGE, U. (Eds.) **Encyclopedia of Life Support Systems. EOLSS Publication Catalogue. July – 2010. Tropical Biology and Conservation Management. v. 10 Savannah Ecosystems**. Oxford: UNESCO/EOLSS Encyclopedia of Life Support Systems Publishers Co Ltd., 2010, p. 106-159.

REES, M. Seed dormancy. In: CRAWLEY, M. J. (Ed.) **Plant Ecology**. 2. ed. Oxford: Blackwell Science, 1997. p. 214-238.

RONDON, J. N.; TAKAKI, M.; ZAIDAN, L. B. P. Resposta à qualidade de luz como estratégia para estabelecimento de *Bidens gardneri*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1145-1153, nov.-dez. 2012.

ROSSATTO, D. R.; KOLB, R. M. Germinação de *Pyrostegia venusta* (Bignoniaceae), viabilidade de sementes e desenvolvimento pós-seminal. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 51-60, jan.-mar. 2010.

RUXTON, G. B. The unequal variance t-test is an underused alternative to Student's t-test and the Mann-Whitney U test. **Behavioral Ecology**, Oxford, v. 17, n. 4, p. 688-690, jul.-ago. 2006.

SALAZAR, A.; GOLDSTEIN, G.; FRANCO, A. C.; MIRALLES-WILHELM, F. Timing of seed dispersal and dormancy, rather than persistent soil seed-banks, control seedling recruitment of woody plants in Neotropical savannas. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 21, n. 2, p. 103-116, jun. 2011.

SALAZAR, A.; GOLDSTEIN, G.; FRANCO, A. C.; MIRALLES-WILHELM, F. Differential seedling establishment of woody plants along a tree density gradient in Neotropical savannas. **The Journal of Ecology**, Oxford, v. 100, n. 5, p. 1411-1421, set. 2012.

SALOMÃO, N. A.; SOUSA-SILVA, J. C.; DAVIDE, A. C.; GONZÁLES, S.; TORRES, R. A. A.; WETZEL, M. M. V. S.; FIRETTI, F.; CALDAS, L. S. **Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do Cerrado**. Brasília: Rede de Sementes do Cerrado, 2003. 96 p.

SASSAKI, R. M.; RONDON, J. N.; ZAIDAN, L. B. P.; FELIPPE, G. M. Germination of seeds from herbaceous plants artificially stored in Cerrado soil. **Revista Brasileira de Biologia**, São Carlos, v. 59, n. 2, p. 271-279, maio 1999.

SCALON, S. P. Q., NEVES, E. M. S.; MASETO, T. E.; PEREIRA, Z. V. Sensibilidade à dessecação e ao armazenamento em sementes de *Eugenia pyriformis* Cambess. (uvaia). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 1, p. 269-276, mar. 2012.

SILVEIRA, C. E. S.; PALHARES, D.; PEREIRA, L. A. R.; PEREIRA, K. B. D.; SILVA, F. A. B. Strategies of plant establishment of two Cerrado species: *Byrsonima basiloba* Juss. (Malpighiaceae) and *Eugenia dysenterica* Mart. ex DC (Myrtaceae). **Plant Species Biology**, Nova Iorque, v. 28, n. 2, p. 130-137, maio 2013.

SOUSA-SILVA, J. C.; RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; ANTUNES, N. B. Germinação de sementes e emergência de plântulas de espécies arbóreas e arbustivas que ocorrem em Matas de Galeria. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. (Eds.). **Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. p. 377-422.

STATSOFT, Inc. STATISTICA (data analysis software system) Version 8.0, 2008. Disponível em: <http://www.statsoft.com>.

ZAIDAN, L. B. P.; CARREIRA, R. C. Seed germination in Cerrado species. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 20, n. 3, p. 167-181, jul.-set. 2008.

ZAR, J. H. Biostatistical analysis. 4 ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999. 663 p.