

Semeadura direta com espécies florestais na implantação
de mata ciliar no Baixo São Francisco em SergipeDirect sowing for the implantation of a riparian forest
at the lower San Francisco River in Sergipe State, BrazilRobério Anastácio Ferreira¹, Paula Luiza Santos²,
Alexsandro Guimarães de Aragão², Thadeu Ismerim Silva Santos²,
Elísio Marinho dos Santos Neto² e Antônio Marcos da Silva Rezende³

Resumo

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o comportamento inicial de cinco espécies florestais, plantadas por meio de sementeira direta, em trecho de mata ciliar na região do Baixo São Francisco Sergipano. O experimento foi realizado no município de Santana do São Francisco, SE (10°18'56" S e 36°52'58" W), em delineamento em blocos casualizados, com plantio em linhas, alternando-se espécies pioneiras e clímax. As avaliações realizadas foram: emergência de plântulas, sobrevivência e crescimento inicial, por meio da altura, diâmetro do colo e taxa de crescimento relativo. *Enterolobium contortisiliquum*, *Hymenaea courbaril* e *Cassia grandis* apresentaram maior percentual de plântulas emergidas, enquanto *Schinus terebinthifolius* e *Caesalpinia leiostachya* apresentaram as menores taxas. O estabelecimento das mudas foi influenciado pela massa específica e pelo tamanho das sementes. Em relação à sobrevivência, aos 30 meses, *E. contortisiliquum* e *H. courbaril* foram superiores às demais espécies. *C. leiostachya* e *E. contortisiliquum* apresentaram maior crescimento em altura e *S. terebinthifolius* em diâmetro do colo. Porém, *S. terebinthifolius* apresentou maior crescimento relativo, tanto em altura como em diâmetro do colo. As espécies estudadas mostraram ser eficazes no processo de recuperação de matas ciliares, por meio da sementeira direta.

Palavras-chave: Recuperação florestal, Plantio direto, Sementes florestais

Abstract

The present study was undertaken with the goal to evaluate the initial growth of five forest species, after direct sowing in a riparian area at the lower San Francisco River, Sergipe. The experiment was carried out in Santana San Francisco County, SE (10°18'56" S e 36°52'58" W), in a randomized block design, with line plantings, alternating pioneer and climax species. The evaluated parameters were: seedlings' emergence, survival and initial growth by height, base diameter and relative growth. *Enterolobium contortisiliquum*, *Hymenaea courbaril* and *Cassia grandis* showed the best percentages of seedling emergence, while *Schinus terebinthifolius* and *Caesalpinia leiostachya* were in the lower percentages. Seedling establishment was affected by specific mass and length of seeds. *E. contortisiliquum* and *H. courbaril* were superior to other species in survival at 30 months. *C. leiostachya* and *E. contortisiliquum* presented the best growth in height, while *S. terebinthifolius* had the largest base diameter. *S. terebinthifolius* had the best relative growth in height and base diameter. The studied species showed potential for the use in the restoration of riparian forests by direct sowing.

Keywords: Forest restoration, Direct sowing, Forest seed

INTRODUÇÃO

Na região do Baixo São Francisco, várias ações antrópicas resultaram na degradação de suas margens, conseqüentemente, das matas ci-

liares. De modo geral, os desmatamentos vêm ocorrendo de forma desordenada na maioria das propriedades da região, resultando na supressão da vegetação, erosão das margens do rio e assoreamento do corpo d'água, perda da bio-

¹Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Sergipe - Avenida Marechal Rondon - Bairro Jardim Rosa Elze - São Cristóvão, SE - 491000-000 - E-mail: raf@ufs.br

²Mestrando em Agroecossistemas pelo Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe - Avenida Marechal Rondon - Bairro Jardim Rosa Elze - São Cristóvão, SE - 491000-000 - E-mail: p.luiza@click21.com.br; sandrofloresta@yahoo.com.br; thadeuismerim@gmail.com; gararufloresta@yahoo.com.br

³Engenheiro Florestal do Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe - Avenida Marechal Rondon - Bairro Jardim Rosa Elze - São Cristóvão, SE - 491000-000 - E-mail: a.marcosrezende@bol.com.br

diversidade (flora e fauna), empobrecimento do solo, redução da biota aquática e, diminuição da qualidade de vida das comunidades ribeirinhas. De acordo com Santos (2001), a madeira extraída das matas ciliares é utilizada principalmente para lenha, construção de cercas e produção de carvão. Neste aspecto, a preservação da vegetação ciliar tornou-se prioritária na tentativa de manter a qualidade de vida do próprio homem. Do mesmo modo, o entendimento dos processos que determinam a renovação dos ecossistemas é de fundamental importância para que sejam definidas estratégias de recuperação de ambientes degradados.

Geralmente, os modelos empregados no estudo de recuperação florestal têm como premissa básica o conceito de sucessão secundária, que em sua maioria, são realizados por meio do plantio de mudas, associado aos diferentes grupos sucessionais. Entretanto, alternativas, como a semeadura direta, apresenta-se como promissora no processo de recuperação das matas ciliares e degradadas, devido à praticidade, economia e agilidade na implantação (BARBOSA *et al.*, 1994; SANTOS JÚNIOR, 2000; FERREIRA *et al.*, 2007).

No Brasil, algumas experiências estão sendo realizadas na tentativa de viabilizar a técnica da semeadura direta em termos ecológicos e, ou silviculturais, tanto na recuperação de ecossistemas, como para povoamentos com fins econômicos. Várias experiências apresentaram bons resultados na implantação de povoamentos de *Pinus* sp. (MATTEI, 1997; BRUM *et al.*, 1999; MATTEI *et al.*, 2001; FINGER *et al.*, 2003), recuperação de encostas degradadas (POMPÉIA *et al.*, 1989) e na implantação de matas ciliares (SANTOS JÚNIOR, 2000; FERREIRA, 2002; ALMEIDA, 2004).

A semeadura direta é considerada uma técnica barata e versátil de reflorestamento, podendo ser utilizada na maioria dos sítios e, principalmente, em situações onde a regeneração natural e o plantio de mudas não podem ser executados (MATTEI, 1995). De acordo com Barnett e Baker (1991), o plantio direto de sementes é recomendado somente para algumas espécies, apresentando resultados favoráveis em áreas degradadas, de difícil acesso e de grande declividade do terreno. Deve-se ressaltar que o sucesso da semeadura direta está na dependência da criação de um microambiente com condições tão favoráveis quanto possíveis para uma rápida emergência e estabelecimento das plântulas e mudas (SMITH, 1986; DOUST *et al.*, 2006). Para isso, alguns fatores devem ser levados em consideração, como

as características do solo, temperatura, luz, umidade, competição com gramíneas, herbivoria, dormência e qualidade das sementes (BOTELHO e DAVIDE, 2002). Em algumas situações, faz-se necessário proteger as sementes e plântulas para favorecer o desenvolvimento das espécies (JINKS *et al.*, 2006; FERREIRA *et al.*, 2007).

A seleção de espécies florestais com maior rusticidade é de grande importância não só para assegurar a sobrevivência em campo, mas também para proporcionar um ambiente adequado ao aparecimento de outras espécies, visando facilitar a sucessão vegetal e reverter o processo de degradação (SOARES e RODRIGUES, 2008). Em princípio, a semeadura direta é recomendada apenas para algumas espécies pioneiras e secundárias iniciais, em áreas com ausência de vegetação e também para as espécies secundárias tardias e clímax, quando se trabalha com o enriquecimento de florestas secundárias (KAGEYAMA e GANDARA, 2004).

Apesar da necessidade de se obter um rápido estabelecimento da vegetação na restauração de ecossistemas degradados, com o uso da semeadura direta, não há uma metodologia padrão para se determinar a densidade de sementes ideal para tais projetos (BURTON *et al.*, 2006). Outro fator que também deve ser observado é o tamanho das sementes, o qual em algumas situações pode influenciar na emergência e no estabelecimento das plantas em sítios degradados (DOUST *et al.*, 2006). Considerando-se a necessidade de se obter o maior número possível de informações sobre a biologia de sementes para auxiliar em programas de restauração florestal, Sautu *et al.* (2006) apresentaram informações que podem ser úteis sobre aspectos de beneficiamento, massa específica, conteúdo de umidade, germinação, dormência e longevidade de sementes de 100 espécies arbóreas da Bacia hidrográfica do Canal do Panamá. A vegetação característica é de floresta tropical pluvial e as informações podem ser utilizadas como referências em projetos de recuperação de áreas degradadas e ciliares no Estado de Sergipe.

Face ao atual quadro de degradação da vegetação ciliar situada às margens do Baixo Rio São Francisco, em Sergipe, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a emergência de plântulas, a sobrevivência e o desenvolvimento inicial de espécies florestais nativas, plantadas por meio de semeadura direta em campo, de forma a subsidiar trabalhos de recuperação de matas ciliares.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em trecho de mata ciliar, na Fazenda Mãe Natureza (10° 18' 56" S e 36° 52' 58" W), município de Santana do São Francisco, Estado de Sergipe (Figura 1). A temperatura média anual na região é de 26 °C e a precipitação média anual é de 950 mm, variando de 800 a 1050 mm, com maior distribuição de chuvas entre os meses de março a agosto. Anteriormente, a área era ocupada por pastagem e agricultura, com ausência de cobertura florestal, devido à retirada desta em decorrência dos anos.

A área do experimento está situada a 40m da margem do Rio São Francisco, em cujo trecho apresenta largura superior a 600m. Quanto à formação geológica, a área está inserida no Grupo Baixo São Francisco, Sub-grupo Coruripe, pertencente ao Cretáceo inferior. É classificada como Formação Penedo (Kpo), caracterizada por formações de arenito com intercalações de folhedo, siltitos e calcários (BRUNI e SILVA, 1983).

De acordo com Holanda (2000), os solos predominantes na região de estudo são classificados como Argissolos vermelho-amarelo, Neossolos litólicos eutróficos e Neossolos flúvicos eutróficos. Com base em análises química e física, o solo foi classificado como Franco Arenoso, considerando-se a classificação textural (triângulo americano). As demais características analisadas foram: sódio (0,08 meq/

100g t.f.s.a.), potássio (0,15 meq/100g t.f.s.a.), cálcio + magnésio (3,42 meq/100g t.f.s.a.), hidrogênio + alumínio (1,60 meq/100g t.f.s.a.), PSI (1,52), CTC (5,25 meq/100g t.f.s.a.), V (69,52%), SB (3,65 meq/100g t.f.s.a.), pH CaCl₂ (5,1), pH SMP (6,9), hidrogênio (1,60 meq/100g t.f.s.a.), areia (65,72%), argila (8,64%) e silte (25,64%).

Para implantação do trabalho as espécies selecionadas foram baseadas no estudo realizado por Santos (2001), no qual a autora apresenta informações sobre a composição florística de alguns fragmentos situados à margem do Rio São Francisco. Para a classificação das espécies nos seus respectivos grupos ecológicos, tomou-se como base as informações sugeridas por Oliveira Filho *et al.* (1995): clímax exigente em luz: pau-ferro (*Caesalpinia leiostachya* Benth.), canafístula (*Cassia grandis* L.f.), tamboril (*Enterolobium contortisiliquum* Vell.) e jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) e pioneira a aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius* Raddi.).

Para analisar a influência do tamanho das sementes na emergência de plântulas e desenvolvimento das espécies, as sementes utilizadas foram avaliadas quanto às características físicas, pela determinação da massa específica, utilizando-se uma balança analítica de precisão (Modelo Tecnal BG8000), e por meio de suas características morfométricas (comprimento, largura e espessura), com o auxílio de um paquímetro (0,05 mm).

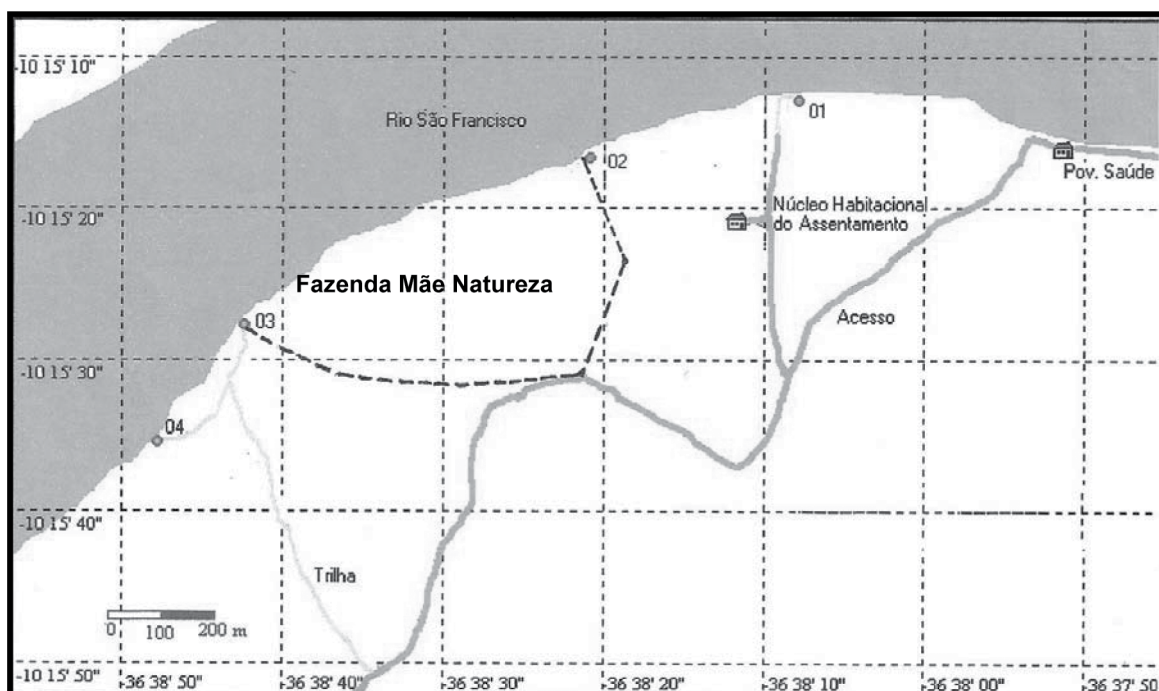


Figura 1. Mapa de localização da área experimental na Fazenda Mãe Natureza, município de Santana do São Francisco, SE.
Figure 1. Localization map of Mãe Natureza experimental farm area in Santana do São Francisco County, SE.

A semeadura foi realizada em junho de 2003, com o experimento em Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), com quatro repetições, totalizando 896 m² (cada parcela era composta de 12 x 12 m). O espaçamento utilizado foi 3 x 1,5 m, em esquema de quincôncio. As sementes foram semeadas em covas (30 x 30 x 30 cm), levando-se em consideração a densidade, a qual variou entre as espécies, tomando-se como base o trabalho de Santos Júnior *et al.* (2004). Para *Caesalpinia leiostachya*, *Cassia grandis* e *Schinus terebinthifolius* foram semeadas 10 sementes por cova; *Enterolobium contortisiliquum* 5 sementes por cova e *Hymenaea courbaril* 3 sementes por cova. Cada espécie foi semeada numa linha de plantio, enterrando-se a uma profundidade de até 1 cm conforme o tamanho da semente.

Antes da semeadura foi realizado tratamento para superação da dormência das sementes, nas espécies *C. leiostachya*, *C. grandis*, *E. contortisiliquum* e *H. courbaril*, por meio de escarificação manual. *S. terebinthifolius* foi semeada sem tratamento para superar dormência.

As operações realizadas na área para a implantação do experimento foram: coleta de solos para a avaliação das características químicas e físicas; combate às formigas, por meio de fumigação (Formi-shell®) e com iscas granuladas Mirex®; coveamento e coroamento num raio de 50 cm; adubação inicial com Bioativo® (200g/cova) e, posteriormente, adubação de cobertura aos 60 dias e um ano após a semeadura, utilizando-se 65 g de cloreto de potássio e 25 g de sulfato de amônio por muda. No controle de plantas daninhas, no entorno de cada cova foi realizada capina manual em raio de aproximadamente 50 cm, a cada 3 meses. Além disto, foi realizado o isolamento da área com cerca de arame farpado e monitoramento local durante a realização do experimento para impedir queimadas e herbivoria.

As avaliações de emergência das plântulas foram realizadas durante os 3 meses iniciais, em

intervalos semanais, obtendo-se assim, o percentual de plântulas emergidas e o percentual de sobrevivência. Dados de temperatura do solo a 5 e 10 cm de profundidade (geotermômetro – Gulterm 180) e umidade do solo a 5cm de profundidade (determinador de umidade – Soil Moisture Meter, com as seguintes classes: 0 – seco, 2-4 – mediamente seco, 4-6 médio, 6-8 mediamente úmido e 8-10 úmido) foram coletados, para a verificação da influência destes fatores na emergência e desenvolvimento das plântulas.

O desenvolvimento das plantas foi avaliado por meio da coleta de dados de altura (medida com régua graduada), diâmetro do colo (medido com paquímetro de 0,05 mm) e da taxa de crescimento relativo (TCR). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa Sanest, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de significância de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos 30 e 90 dias após a implantação do experimento, *E. contortisiliquum*, *H. courbaril* e *C. grandis* apresentaram os maiores percentuais de emergência de plântulas, ao contrário de *C. leiostachya* e *S. terebinthifolius* que apresentaram baixa emergência (Tabela 1). Foi observado que aos 90 dias após a implantação, de uma maneira geral, as espécies apresentaram decréscimo na emergência de plântulas. Tal comportamento mostra que para a obtenção de sucesso na semeadura direta existe um período crítico, porém de curta duração, que é a fase de emergência, na qual são fundamentais a disponibilidade de umidade e a proteção, o que, mesmo assim não garante que não haja danos às sementes e plântulas. De acordo com Mattei e Rosenthal (2002), tais perdas são crescentes com o passar do tempo, e se não forem tomadas às devidas precauções, pode-se resultar numa densidade inicial que irá dificultar a condução do plantio posteriormente.

Tabela 1. Emergência e sobrevivência das espécies utilizadas na semeadura direta, aos 30 e 90 dias após a implantação do experimento.

Table 1. Emergence and survival of tree species by direct sowing, at 30 and 90 days after field implantation.

| Espécies | Emergência (%) | | Sobrevivência (%) | |
|----------------------------|----------------|---------|-------------------|---------|
| | 30 dias | 90 dias | 30 dias | 90 dias |
| <i>C. leiostachya</i> | 20 a | 17 a | 87 ab | 75 ab |
| <i>S. terebinthifolius</i> | 35 a | 23 a | 73 a | 57 a |
| <i>C. grandis</i> | 56 b | 46 b | 100 b | 93 bc |
| <i>H. courbaril</i> | 72 bc | 66 bc | 93 ab | 93 bc |
| <i>E. contortisiliquum</i> | 81 c | 80 c | 100 c | 100 c |

Letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%

Os valores referentes à umidade e temperatura do solo apresentaram-se favoráveis à emergência das plântulas, com exceção de *C. leiostachya* e *S. terebinthifolius*, que apresentaram baixos índices de emergência.

Quanto à umidade do solo disponível no período inicial até os 90 dias (Figura 2), verificou-se que a variação observada na camada até 5 cm de profundidade corresponde a 3,0 na implantação da semente, no início da estação chuvosa (maio-agosto) a 2,0 no mês de outubro (estação seca). Durante o período mais crítico à emergência de plântulas, pode-se considerar que o solo apresentou umidade variando de médio (4-6) a úmido (8-10), na escala do determinador de umidade utilizado.

Em relação à temperatura (Figura 3), a amplitude observada foi de 23 °C em agosto a 32 °C em outubro, na camada superior a 5 cm de profundidade e de 19,8 °C em agosto a 28 °C em outubro. Considerando-se as duas profundidades do solo, em todo o período avaliado a temperatura a 5 cm foi sempre superior à temperatura a 10 cm. Os valores observados podem ser considerados característicos para amplitudes térmicas em regiões tropicais, cujos valores variam, de 15 °C a 35 °C para a emergência da maioria das espécies mencionadas. Esta amplitude é considerada dentro das temperaturas cardeais para a germinação de sementes nestas regiões.

A temperatura do solo e a umidade também foram fatores que influenciaram a emergência de plântulas de *Fraxinus excelsior* L. e *Acer pseudoplatanus* L. (JINKS *et al.*, 2006), as quais foram influenciadas por temperaturas mais altas e por umidade mais elevada do solo, apresentando menor emergência nesta condições.

Deve-se considerar também que, em sítios degradados as flutuações de temperatura e umidade são fatores limitantes à emergência e estabelecimento das plântulas. Associadas a estes fatores, geralmente, as áreas degradadas apresentam solos compactados. Nestes casos, fatores que promovam alterações ou melhorias nas micro-condições climáticas e topográficas são imprescindíveis para favorecer o estabelecimento das espécies empregadas em tais estudos (DOUST *et al.*, 2006).

Pode-se observar também que as diferenças na emergência e na sobrevivência de plântulas podem estar relacionadas com a massa específica e o tamanho das sementes (Tabela 2), uma vez que estas podem ter influenciado no estabelecimento das mudas, por meio da sementeira direta, devido à quantidade de reservas acumuladas. Neste trabalho, verificou-se que as espécies que apresentaram maior massa específica e maior tamanho apresentaram emergência mais rápida e maior sobrevivência, aos 90 dias após a sementeira.

De modo semelhante, Camargo *et al.* (1998) verificaram que o crescimento inicial de plântulas pode ser influenciado pelo tamanho/reserva das sementes. Os mesmos autores constataram em trabalho de sementeira direta com espécies florestais na Amazônia Central, que as sementes de *Caryocar villosum* e *Parkia multijuga* por serem grandes, apresentaram crescimento satisfatório e sobrevivência, enquanto que sementes pequenas, por possuírem poucas reservas, como as de *Cochlospermum orinoccense*, *Ochroma pyramidale* e *Triplaris surinamesis*, não conseguiram se estabelecer, e nem apresentaram taxa considerável de emergência.

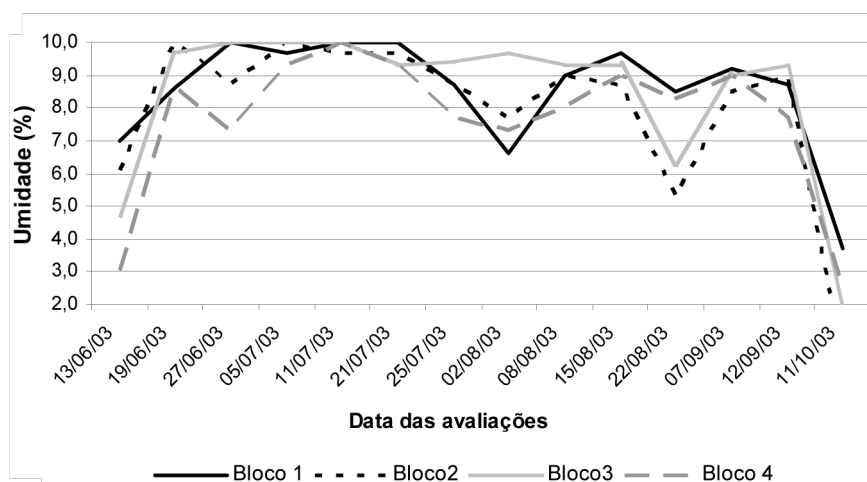


Figura 2. Dados referentes à umidade do solo a 5 cm de profundidade na área do experimento.
Figure 2. Data of moisture content of the soil at 5cm depth in the experimental area.

Tabela 2. Massa específica e características morfométricas das sementes das espécies utilizadas na implantação de mata ciliar, por meio de semeadura direta.

Table 2. Specific mass and morphometric characteristics of tree seeds used in the implantation of a riparian forest by direct sowing.

| Espécies | Massa específica (g) | | | Comprimento (cm) | | | Largura (cm) | | | Espessura (cm) | | |
|----------------------------|----------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|--------------|-------|-------|----------------|-------|-------|
| | Min. | Méd. | Máx. | Min. | Méd. | Máx. | Min. | Méd. | Máx. | Min. | Méd. | Máx. |
| <i>C. leiostachya</i> | 0,069 | 0,154 | 0,281 | 0,130 | 1,048 | 1,260 | 0,450 | 0,662 | 1,800 | 0,200 | 0,380 | 1,430 |
| <i>S. terebinthifolius</i> | 0,005 | 0,013 | 0,018 | 0,200 | 0,273 | 0,340 | 0,200 | 0,254 | 0,320 | 0,100 | 0,143 | 0,240 |
| <i>C. grandis</i> | 0,772 | 0,753 | 0,933 | 1,090 | 1,578 | 1,740 | 0,420 | 1,032 | 1,270 | 0,270 | 0,504 | 0,480 |
| <i>H. courbaril</i> | 1,596 | 4,994 | 6,318 | 2,150 | 2,536 | 2,920 | 1,580 | 2,008 | 2,530 | 0,800 | 1,352 | 1,790 |
| <i>E. contortisiliquum</i> | 0,317 | 0,664 | 0,948 | 1,050 | 1,351 | 1,640 | 0,640 | 0,951 | 1,100 | 0,440 | 0,660 | 0,830 |

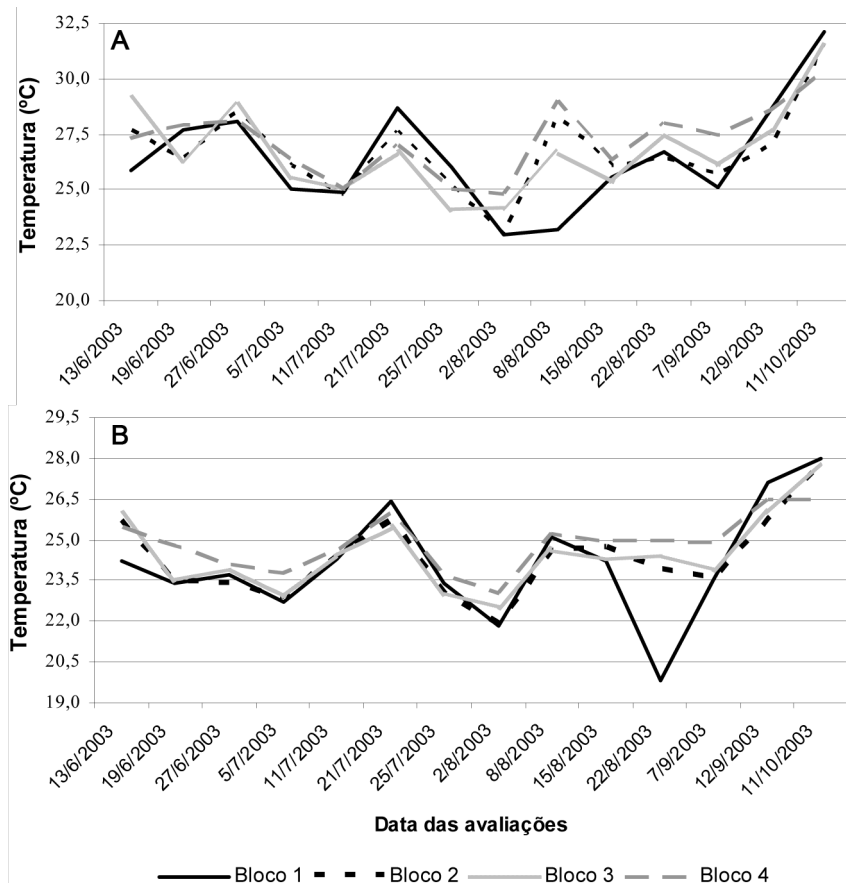


Figura 3. Dados referentes à temperatura do solo a 5 cm (A) e 10 cm (B) de profundidade na área experimental.
Figure 3. Data of soil temperature at 5 cm (A) and 10 cm (B) depth in the experimental area

Doust *et al.* (2006) também observaram que em trabalho de semeadura direta com dezesseis espécies arbóreas para restauração de florestas tropicais no Nordeste de Queensland, Austrália, o tamanho da semente foi um dos fatores que influenciou diretamente o estabelecimento de plântulas. Observou-se que as sementes maiores (>5,0 g) apresentaram maiores taxas de estabelecimento do que as sementes pequenas (0,01 g a 0,099 g) e intermediárias (0,1 a 4,99 g). Associado ao tamanho das sementes, de acordo com os autores, quando estas foram enterradas este fator também favoreceu o estabelecimento em relação à semeadura a lanço na superfície.

Outro fator a ser considerado neste trabalho foi o uso de tratamentos para a superação da dormência das sementes. Assim, observou-

se que a rápida emergência também pode estar associada a métodos que promovam uma superação mais rápida de dormência das espécies selecionadas, promovendo também um rápido estabelecimento das plântulas e, conseqüentemente, um recobrimento mais rápido dos solos nos sítios degradados. Este fator também é mencionado por Aerts *et al.* (2006), uma vez que os autores mencionam o pré-tratamento de sementes como um fator positivo para reduzir a dormência de sementes de *Olea europaea* ssp. *cuspidata*, reduzindo-se também a possibilidade de remoção ou predação de sementes na área de plantio.

Em relação à sobrevivência das plântulas aos 30 dias após a semeadura, em *E. contortisiliquum* e *C. grandis*, não se observou nenhuma mortali-

dade, ao contrário de *H. courbaril*, *C. leiostachya* e *S. terebinthifolius*. Já aos 90 dias, apenas *E. contortisiliquum* não teve mortalidade de plântulas. *C. grandis*, *H. courbaril* e *C. leiostachya* apresentaram baixa mortalidade, ao contrário de *S. terebinthifolius* que apresentou apenas 57,67 % de sobrevivência. Tal fato sugere que *S. terebinthifolius* apresentou maior dificuldade no estabelecimento inicial, o qual pode ser atribuído a vários fatores, além da massa específica e tamanho, tais como o vigor das sementes, que em geral garante o desenvolvimento inicial das plântulas (BARBOSA *et al.*, 1994). Neste aspecto, é imprescindível o uso de sementes de alta qualidade em trabalhos com semeadura direta.

Considerando-se a densidade inicial das sementes na emergência e sobrevivência das espécies estudadas (Tabela 3), observou-se que a técnica da semeadura direta proporcionou resultados consideráveis, nas condições estudadas. As sementes de *H. courbaril* e *E. contortisiliquum* apresentaram melhor viabilidade em campo. A densidade de semeadura utilizada corrobora a recomendação de Santos Júnior *et al.* (2004), sugerindo o uso de 3 a 10 sementes/cova para estabelecer pelo menos uma planta em cada cova e assegurar assim um bom estabelecimento de mudas de espécies clímax em projetos de recuperação com espécies de mata ciliar.

Em trabalho realizado com herbáceas perenes Burton *et al.* (2006) apresentam dados com seis diferentes densidades de semeadura (0, 375, 750, 1.500, 3.000 e 6.000 sem/m²) com a finalidade de recuperação de ecossistemas degradados no Canadá. Os autores recomendam densidade variando de 750 a 1.500 sem/m² (correspondendo de 190 a 301 plantas/m²) para estabelecer mais eficientemente as espécies com este objetivo. Deve-se considerar também que os autores verificaram que as maiores densidades de plantas foram obtidas nas densidades de semeadura mais elevadas. Neste caso,

de acordo com os autores, densidades menores podem ser utilizadas com maior efetividade e maior eficiência para as espécies que apresentam sementes mais caras e, ainda, podem favorecer o estabelecimento e crescimento de outras espécies nativas.

Baseado na sobrevivência das espécies, o número obtido de indivíduos por hectare aos 90 dias, foi de 4.419 e, posterior ao desbaste realizado, manteve-se uma muda em cada cova obtendo-se 2.222, valores considerados satisfatórios no processo de recuperação de ambientes degradados, já que nos modelos empregados em plantios de mudas, a densidade em geral varia de 1.666 a 3.333 mudas/ha (DAVIDE *et al.*, 2000).

É esperado que a densidade no final do experimento, semelhante aos plantios mais adensados e à quantidade de sementes que permaneceu no solo, sejam suficientes para assegurar a regeneração da área, como também foi observado por Ferreira *et al.* (2007) para as espécies *Senna multijuga*, *Senna macranthera*, *Trema micrantha* e *Solanum ganuloso-leprosum*.

De acordo com Burton *et al.* (2006), poucos estudos sobre semeadura direta para revegetação de ecossistemas degradados apresentam discussão sobre a recomendação da densidade de semeadura ou também mencionam quais critérios foram empregados para se definir sobre este aspecto. Dentre critérios que podem ser considerados na escolha desta, segundo os autores, podem-se citar: a) a densidade mínima deve ser aquela que favoreça a uma cobertura de pelo menos 50 % do solo; b) densidade mínima de sementes ou plantas é aquela em que se atinge máxima produção, onde não há nenhum incremento com o aumento desta; c) o ponto de inflexão ou declínio sobre a produção versus a densidade e d) um equilíbrio na demografia, no qual não há decréscimo ou falha no estande.

Tabela 3. Médias da emergência e sobrevivência de plântulas das espécies estudadas, levando-se em consideração a densidade inicial de sementes utilizadas (DI).

Table 3. Emergence and average survival of seedlings, taking the initial density (DI) into consideration.

| Espécies | DI | Emergência | | Sobrevivência | |
|----------------------------|--------|------------|-------|---------------|-------|
| | | (%) | Total | (%) | Total |
| <i>C. leiostachya</i> | 160 | 18 | 30 | 81 | 24 |
| <i>S. terebinthifolius</i> | 160 | 51 | 83 | 96 | 80 |
| <i>C. grandis</i> | 80 | 80 | 65 | 100 | 65 |
| <i>H. courbaril</i> | 48 | 69 | 34 | 94 | 32 |
| <i>E. contortisiliquum</i> | 1.000 | 29 | 296 | 65 | 195 |
| Total/896 m ² | 1.448 | - | 508 | - | 396 |
| Total/ha | 16.160 | - | 5.669 | - | 4.419 |

Em relação ao desenvolvimento das espécies em campo, aos 30 meses após a sementeira (Figura 4), *C. leiostachya* com 266,8 cm e *E. contortisiliquum* com 253,1 cm apresentaram maior altura, enquanto em diâmetro do colo *S. terebinthifolius* com 42,8 mm, *C. leiostachya* com 35,0 mm e *E. contortisiliquum* com 34,7 mm foram superiores às demais. *H. courbaril* e *C. grandis* apresentaram menor desenvolvimento nas duas variáveis analisadas.

Apesar de *C. leiostachya* e *E. contortisiliquum* apresentarem melhor desenvolvimento em altura em relação às demais espécies, *S. terebinthifolius* apresentou maior incremento em altura (2.352 %) e diâmetro do colo (2.194,05 %), considerando-se a taxa de crescimento relativo das espécies durante o período avaliado de 30 meses (Tabela 4). Destacam-se ainda, *C. grandis* (953,82 %) e *C. leiostachya* (1.033,03 %), em altura e diâmetro do colo, respectivamente.

A sobrevivência média final obtida de todas as espécies foi de 57,9 %, sendo que as maiores taxas entre as espécies foram de *E. contortisiliquum* com 93,8 % e *H. courbaril* (87,5 %). As demais espécies apresentaram 68,0 %, 50,0 % e 45,0 % respectivamente, para *C. grandis*, *C. leiostachya* e *S. terebinthifolius*. Considerando-se a densidade mantida aos 90 dias após a sementeira (2.222 mudas/ha) e a densidade final aos 30 meses, obtida pela taxa de sobrevivência, esta foi equivalente a 1.266 mudas/ha. A maior causa de mortalidade das plantas na área de estudo está relacionada ao déficit hídrico no período seco (outubro a fevereiro).

Espera-se que esta densidade seja efetiva para recobrir rapidamente o solo em áreas de matas ciliares a serem recuperadas na região do Baixo São Francisco.

Tabela 4. Taxa de crescimento relativo em altura e diâmetro do colo das espécies estudadas, após 30 meses da sementeira. (Di – diâmetro inicial, Df – diâmetro final, Hi – altura inicial, Hf – altura final e TCR – taxa de crescimento relativo).

Table 4. Relative growth rate in height and base diameter of the species studied, 30 months after sowing. (Di – initial diameter, Df – final diameter and TCR – relative growth rate).

| Espécies | Taxa de crescimento relativo | | | | | |
|----------------------------|------------------------------|-------|-----------|-----------------------|------|-----------|
| | Altura total (cm) | | | Diâmetro do colo (mm) | | |
| | hi | hf | TCR (%) | di | df | TCR (%) |
| <i>S. terebinthifolius</i> | 8,0 | 199,3 | 2352,21 A | 1,8 | 42,8 | 2194,05 A |
| <i>C. leiostachya</i> | 16,2 | 139,7 | 684,05 BC | 3,4 | 35,0 | 1033,03 B |
| <i>H. courbaril</i> | 36,6 | 253,1 | 624,86 BC | 4,3 | 34,7 | 713,30 BC |
| <i>C. grandis</i> | 26,3 | 266,8 | 953,82 B | 3,0 | 22,8 | 637,30 BC |
| <i>E. contortisiliquum</i> | 31,3 | 163,5 | 423,62 C | 5,0 | 34,7 | 448,38 C |
| CV (%) | - | - | 25,134 | - | - | 30,727 |

Letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%

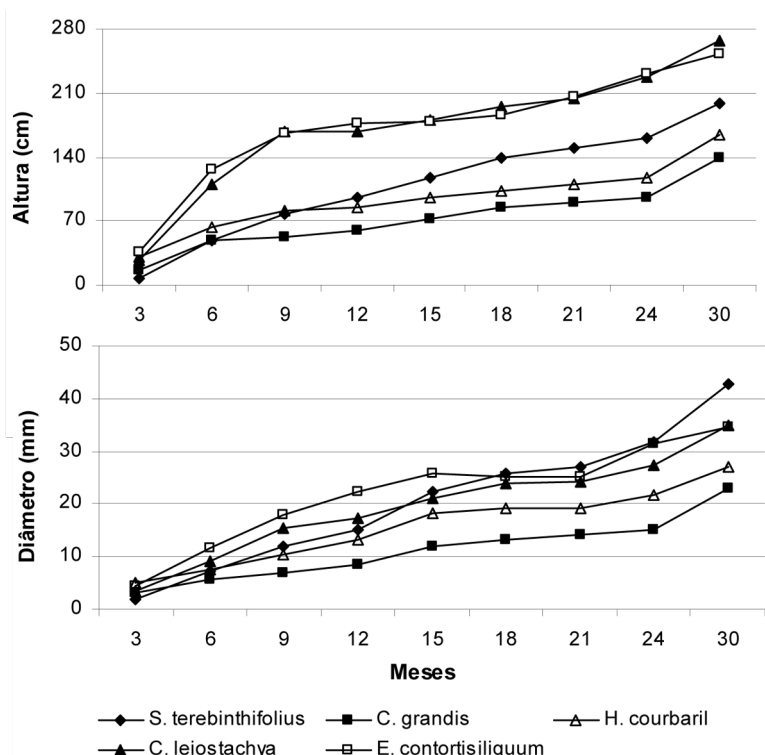


Figura 4. Avaliação de altura (A) e diâmetro do colo (B) das espécies estudadas, após 30 meses da sementeira direta.
Figure 4. Height and base diameter evaluation of the species studied, after 30 months of direct sowing.

CONCLUSÕES

O estabelecimento das mudas foi influenciado pela massa específica e pelo tamanho das sementes, devido à quantidade de reservas acumuladas.

Caesalpinia leiostachya e *Enterolobium contortisiliquum* apresentaram melhor desenvolvimento em altura e *Schinus terebinthifolius* em diâmetro do colo.

Schinus terebinthifolius teve maior crescimento relativo em altura e diâmetro do colo.

A utilização da sementeira direta de espécies florestais mostrou-se viável no processo de recuperação de matas ciliares na região do Baixo São Francisco em Sergipe.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa (FAP-SE) pelo financiamento do projeto, ao PIBIC - CNPq/UFS/COPEs pela concessão de bolsa de iniciação científica e ao proprietário da Fazenda Mãe Natureza, Francisco Barreto, por ceder a área para implantação do Projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AERTS, R.; MAES, W.; NOVEMBER, E.; NEGUSSIE, A.; HERMY, M.; MUIYS, A. Restoring dry afro-montane forest using bird and nurse plant effects: direct sowing of *Olea europaea* ssp. *cuspidata* seeds. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.30, p.23-31, 2006.
- ALMEIDA, N.O. **Implantação de matas ciliares por plantio direto utilizando-se sementes peletizadas**. 2004. 269p. (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.
- BARBOSA, J.M.; BARBOSA, L.M.; SILVA, T.S.; GATUZZO, E.H.; FREIRE, R.M. Capacidade de estabelecimento de indivíduos de espécies da sucessão secundária a partir de sementes em sub-bosque de uma mata ciliar degradada do rio Mogi-Guaçu, SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2, Curitiba, 1994. *Anais...* Curitiba: UFPR, 1994. p.400-406.
- BARNETT, J.P.; BAKER, J.B. Regeneration methods. In: DURYEA, M.L.; DOUGHERTY, P.M. (Eds.). **Forest regeneration manual**. London: Kluwer Academic Publishers, 1991. p.35-50.
- BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5, 2002, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte, 2002. p.123-145.
- BRUM, E.S.; MATTEI, V.L.; MACHADO, A.A. Emergência e sobrevivência de *Pinus taeda* L. em sementeira direta a diferentes profundidades. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, v.5, n.3, p.190-194, 1999.
- BRUNI, M.A.L.; SILVA, H.P. **Mapa geológico do estado de Sergipe**. Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia/Governo do Estado de Sergipe, 1983.
- BURTON, C.M.; BURTON, P.J.; HEBDA, R.; TURNER, N.J. Determining the optimal sowing density for a mixture of native plants used to revegetate degraded ecosystems. *Restoration Ecology*, Oxford, v.14, n.3, p.379-390, 2006.
- CAMARGO, J.L.C.; FERRAZ, I.D.K.; IMAKAWA, A.M. Estabelecimento de plântulas de espécies florestais por sementeira direta e longevidade do banco de sementes em áreas naturais e degradadas da Amazônia Central. In: HIGUCHI, N.; CAMPOS, M.A.A.; SAMPAIO, P.T.B.; SANTOS, J. **Pesquisas florestais para a conservação da floresta e reabilitação de áreas degradadas na Amazônia**. Manaus: INPA, 1998. p.203-214.
- DAVIDE, A.C.; FERREIRA, R.A.; FARIA, J.M.R.; BOTELHO, S.A. Restauração de matas ciliares. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.21, n.207, p.65-74, 2000.
- DOUST, S.J.; ERSKINE, P.D.; LAMB, D. Direct seeding to restore rainforest species: microsites effects on the early establishment and growth of rainforest tree seedlings on degraded land in the wet tropics of Australia. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.234, p.333-343, 2006.
- FERREIRA, R.A. **Estudo da sementeira direta visando à implantação de matas ciliares**. 2002. 138p. (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- FERREIRA, R.A.; DAVIDE, A.C.; BEARZOTI, E.; MOTTA, M.S. Sementeira direta com espécies arbóreas para recuperação de ecossistemas florestais. *Cerne*, Lavras, v.13, n.3, p.21-279, 2007.
- FINGER, C.A.G.; SCHNEIDER, P.R.; GARLET, A.; ELEOTÉRIO, J.R.; BERGER, R. Estabelecimento de povoamentos de *Pinus elliottii* Engelm para sementeira direta a campo. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.13, n.1, p.107-113, 2003.

- HOLANDA, F.S.R. **Estudo integrado do vale do São Francisco sergipano: região de tabuleiros costeiros e pediplano sertanejo-pedologia.** Aracaju: CODEVASF, 2000. 138p.
- JINKS, R.L.; WILLOUGHBY, I.; BAKER, C. Direct seeding of ash (*Fraxinus excelsior* L.) and sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.): the effects of sowing date, pre-emergent herbicides, cultivation, and protection on seedlings, emergence and survival. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.273, p.373-386, 2006.
- KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (Eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2004. p.249-269
- MATTEI, V.L. Avaliação de protetores físicos em semeadura direta de *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.7, n.1, p.91-100, 1997.
- MATTEI, V.L. Importância de um protetor físico em pontos de semeadura de *Pinus taeda* L. diretamente no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.19, n.3, p.277-285, 1995.
- MATTEI, V.L.; ROSENTHAL, M.D. Semeadura direta de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) no enriquecimento de capoeiras. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p.649-654, 2002.
- MATTEI, V.L.; ROMANO, C.M.; TEIXEIRA, M.C.C. Protetores físicos para semeadura direta de *Pinus elliottii* Engelm. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.5, p.775-780, 2001.
- OLIVEIRA FILHO, A.; VILELA, E.A.; CARVALHO, D.A.; GAVILANES, M.L. **Estudos florísticos e fitossociológicos em remanescentes de matas ciliares do Alto e Médio Rio Grande.** Belo Horizonte: CEMIG, 1995. 27p.
- POMPÉIA, S.L.; PRADELLA, D.Z.A.; MARTINS, S.E.; SANTOS, R.C.; DINIZ, K.M. A semeadura aérea na Serra do Mar em Cubatão. **Ambiente**, São Paulo, v.3, n.1, p.13-19, 1989.
- SANTOS, L.G.C. **Diagnóstico dos remanescentes de mata ciliar no baixo São Francisco Sergipano afetado pela erosão marginal e a compreensão dos ribeirinhos sobre a degradação desta vegetação.** 2001. 105p. (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2001.
- SANTOS JÚNIOR, N. **Estabelecimento inicial de espécies florestais nativas em sistemas de semeadura direta.** 2000. 96p. (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.
- SANTOS JÚNIOR, N.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. Estudo da germinação e sobrevivência de espécies arbóreas em sistema de semeadura direta, visando à recomposição de mata ciliar. **Cerne**, Lavras, v.10, n.1, p.103-117, 2004.
- SAUTU, A.; BASKIN, J.M.; BASKIN, C.C.; CONDIT, R. Studies on the seed biology of 100 native species of trees in a seasonal moist tropical forest, Panama, Central America. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.234, p.245-263, 2006.
- SMITH, D.M. **The practice of silviculture.** New York: John Wiley, 1986. 527p.
- SOARES, P. G.; RODRIGUES, R. R. Semeadura direta de leguminosas florestais: efeito da inoculação com rizóbio na emergência de plântulas e crescimento inicial no campo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.36, n.78, p.115-121, jun. 2008.

Recebido em 26/05/2008

Aceito para publicação em 17/04/2009