

RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA POR MINERAÇÃO ATRAVÉS DA
UTILIZAÇÃO DE SEMENTES E MUDAS DE TRÊS ESPÉCIES ARBÓREAS
DO CERRADO, NO DISTRITO FEDERAL

ANTÔNIO CLARÊT CARRIJO BARBOSA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA POR MINERAÇÃO
ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE SEMENTES E MUDAS DE TRÊS
ESPÉCIES ARBÓREAS DO CERRADO, NO DISTRITO FEDERAL**

ANTÔNIO CLARÊT CARRIJO BARBOSA

ORIENTADORA: ROSANA DE CARVALHO CRISTO MARTINS
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

PPGEFL.DM – 102/08
BRASÍLIA/DF: NOVEMBRO - 2008

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA POR MINERAÇÃO ATRAVÉS DA
UTILIZAÇÃO DE SEMENTES E MUDAS DE TRÊS ESPÉCIES ARBÓREAS DO
CERRADO, NO DISTRITO FEDERAL**

ANTÔNIO CLARÊT CARRIJO BARBOSA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
FLORESTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.**

Prof^a.Dr^a. ROSANA DE CARVALHO CRISTO MARTINS,
Professora Adjunto da Faculdade de Tecnologia – Departamento de Engenharia Florestal – UnB,
E-mail: rocristo@gmail.com (**ORIENTADORA**)

Prof^o. Dr. ILDEU SOARES MARTINS,
Professor da Faculdade de Tecnologia – Departamento de Engenharia Florestal - UnB
E-mail: ildmarti@unb.br (**EXAMINADOR INTERNO**)

Prof^o. Dr. GERALDO ERLI DE FARIA
Professor Adjunto da Universidade Federal do Maranhão
E-mail: geraldoerli@yahoo.com.br (**EXAMINADOR EXTERNO**)

Brasília, 26 de novembro de 2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Barbosa, Antônio Clarê Carrijo.

Recuperação de área degradada por mineração através da utilização de sementes e mudas de três espécies arbóreas do Cerrado, no Distrito Federal.

Antônio Clarê Carrijo Barbosa; orientação de Rosana de Carvalho Cristo Martins. – Brasília, DF, 2008.

88 p.: il.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília / Faculdade de Tecnologia – Departamento de Engenharia Florestal, 2008.

1. Recuperação de área degradada. 2. Germinação. 3. Protetor Físico de Germinação. 4. Revegetação. I. Barbosa, Antônio Clarê Carrijo. II. Martins, Rosana de Carvalho Cristo, orientadora

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Barbosa, A.C.C. 2008. **Recuperação de área degradada por mineração através da utilização de sementes e mudas de três espécies arbóreas do Cerrado, no Distrito Federal**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, DF, 88 p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Antônio Clarê Carrijo Barbosa

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Recuperação de área degradada por mineração através da utilização de sementes e mudas de três espécies arbóreas do Cerrado, no Distrito Federal.

GRAU: Mestre

ANO: 2008

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação, sendo permitida a cópia total ou parcial deste documento, deste que citada a fonte.

Antônio Clarê Carrijo Barbosa

CPF: 112489551-53

Tel: (61) 3349-2649 / 9104-1204

claretcarrijo@gmail.com

AGRADECIMENTOS

Tenho muito a agradecer, antes de tudo e de todos, a DEUS, nosso Pai, por tantas oportunidades a mim oferecidas e por todas as pessoas fantásticas que ele colocou em meu caminho, as quais me auxiliaram imensamente nesta vida e neste curso. Com a certeza de estar deixando de citar algumas pessoas de peso, de coração, agradeço também a elas e destaco:

- Meu pai Antônio Carrijo Barbosa – *in memoriam* - que nos ensinou que “a única riqueza do mundo, aquela que o rato não rói e o ladrão não rouba, é o diploma”.
- Minha mãe Maria Alves Barbosa, que além de todo o exemplo de trabalho e esforço, em sua simplicidade e lucidez, sempre me cobra “como está indo o seu mestrado, meu filho?”
- Minha esposa Sonia, que foi a primeira a acreditar que eu tinha condições de fazer o mestrado e pelo seu apoio e carinho durante todo o curso.
- Meus filhos Gustavo e Henrique, que além de ajudarem nas dúvidas da informática ou do inglês e nas medições no campo ou no beneficiamento das sementes, foram penalizados com minha carência de tempo.
- Minha nora Livia, que em várias etapas deste trabalho esteve a postos para ajudar, com imensa boa vontade e perfeccionismo.
- Meu irmão José, que me precedeu na volta à pós-graduação da UnB, reforçando-me a vontade e a determinação de mergulhar nos estudos. Além é claro, das conversas e medições no campo.
- Meus irmãos Esperança, Antônio Filho, Astério, Getúlio e Maria Pia, além dos cunhados, cunhadas e sobrinhos que sempre tiveram uma palavra de apoio e confiança em minha capacidade.
- Meus “auxiliares” do campo, que por estarem próximo a mim, foram arrastados para o trabalho pesado: Livia, Gustavo, Rafael, Hermes e José.
- Meus colegas que auxiliaram na coleta, beneficiamento e tratamento das sementes, além do semeio e controle no viveiro: Selma, Júlio, Tayenne, Irenúzia, Priscila, Juliana, Clarissa, Mila e Daniel.
- Meu amigo Estevão Ribeiro Monti, a palavra de apoio da primeira hora.
- Minha amiga Maria Albertina Maranhense Costa que se prontificou, tão gentilmente, a fazer as traduções dos resumos deste trabalho.
- Meus amigos e colegas do SESI, em especial Antônio, Brityner, Camilla, Ellen, Fernanda, Francira, Juliana, Itamiran, Núbia, Ricardo, Shênia e Célio (*in memoriam*) que sempre tiveram uma palavra de apoio e confiança.
- Meus colegas e amigos e colegas do Colégio do Sol, Adilson, Andréia, Carlos, Daniela, Dulcinéia, Erli, Gabriel, Janaína (s), Mel, Raquel, Ricardo e Thomas que, também, sempre tiveram uma palavra de apoio e confiança.
- Ao diretor da Fazenda Água Limpa (FAL), Sr. Robson Figueiredo, pelo apoio fundamental para a realização da segunda e da terceira etapas deste trabalho.
- Aos funcionários da FAL – Eng. Agr. Igor e os funcionários do viveiro, Sebastião, Marconi e Geraldo - sem o apoio dos quais não teria sido possível a realização de grande parte deste trabalho.

- Aos amigos do IBAMA, Antônio Piau, Cristina Felfili, Jaime Tadeu, Luciano Reis, Maria da Graça Gama, Maria Helena de Souza, Paulo Fontes, Rejane França, Sidney Sabbag e Waldir Quirino, pelo apoio e estímulo.
- Ao Professor Geraldo Erli de Faria, pela boa vontade em participar da banca, por ter feito uma revisão criteriosa e colaborado com preciosas sugestões que moldaram e enriqueceram este trabalho.
- Aos professores do Departamento de Engenharia Florestal: Álvaro, Imanhães, Manoel Cláudio, Mauro Nappo, Reginaldo, Rodrigo, Volpato e demais professores e funcionários que participaram direta ou indiretamente deste trabalho.
- Um louvor especial para duas pessoas do Departamento de Engenharia Florestal: à minha orientadora Prof^a Rosana, que recebeu-me com imensa atenção e carinho, acreditando em minha capacidade, quando nem mesmo eu tinha certeza disto. E ao Prof^o Ildeu, que foi de uma paciência e boa vontade sem limites ao auxiliar-me nos cálculos estatísticos, gastando horas infindáveis com esta atividade. Ambos demonstraram, ao longo destes semestres, como é ser doutor na arte do ensino.

As grandes árvores têm, no lento fluir de sua vida, algo de tanta sabedoria e de tanto pensamento, que me guiam a uma atmosfera de meditação. A vida vegetal, talvez pela sua natureza complementar da nossa vida animal, oferece uma sensação de repouso e de pureza. Cada coisa, cada ser tem uma voz que lhe é própria.

Pietro Ubaldi

Dedico este trabalho...

Ao Papai (in memoriam), exemplo de vida, de fé e de otimismo.

À mãe, exemplo de trabalho e perseverança.

À Sonia, pelo amor, estímulo e apoio.

Aos meus filhos, Gustavo e Henrique, minha aposta no futuro.

RESUMO

Este trabalho teve o objetivo de estudar formas de recuperação de áreas do Cerrado, degradadas por mineração de cascalho, através da técnica de plantio de mudas e semeio de espécies arbóreas. Para tanto, foram selecionadas três espécies arbóreas do Cerrado: *Eriotheca pubescens*, *Eriotheca candolleana* e *Myracrodruon urundeuva*, as quais foram avaliadas quanto aos aspectos de tecnologia de sementes, produção de mudas e plantio no campo de mudas e semeio direto com e sem utilização de protetores físicos de germinação. As sementes da espécie *Eriotheca pubescens*, em testes de laboratório, apresentaram 77,5% de germinação no substrato vermiculita, independentemente da condição de iluminação avaliada. No viveiro, esta espécie, mostrou-se tolerante ao semeio a pleno sol e não apresentou diferença significativa em relação aos substratos testados. No campo, as mudas apresentaram 76,3% de sobrevivência. As sementes da espécie *Eriotheca candolleana*, em testes de laboratório, apresentaram 88% germinação sob temperatura constante de 25°C, no escuro, e substrato à base de algodão. No viveiro, apresentou maior média de crescimento quando se utilizou substrato contendo terra, areia, matéria orgânica e superfosfato simples nos sombreamentos de 50% ou de 30%. No campo as mudas apresentaram 83,8% de sobrevivência. As sementes da espécie *Myracrodruon urundeuva*, em testes de laboratório, apresentaram 73% de germinação no substrato vermiculita, independente da condição de luminosidade ou temperatura. No viveiro, alcançou 90,7% de germinação quando se utilizou substrato contendo terra, areia, matéria orgânica e superfosfato simples. A germinação não sofreu interferência do sombreamento. No campo, as mudas apresentaram 100% de sobrevivência. Verificou-se para as três espécies estudadas, que no campo, o semeio direto com protetores físicos de germinação apresentaram médias de germinação (79,4%, 40%, 57,5%) e de sobrevivência (35,6%, 6,9%, 18,75%) estatisticamente superiores às das sementes sem protetores (germinação: 59,4%, 10,6%, 3,5%; e sobrevivência: 10%, 0%, 0,6%). As três espécies são indicadas para utilização em recuperação de áreas degradadas por mineração, através, principalmente, do plantio de mudas. O semeio direto só não é recomendado para a espécie *Eriotheca candolleana*, devido ao baixo índice de germinação e sobrevivência no campo.

Palavras-chave: Cascalheira, protetor físico, recuperação de áreas degradadas.

ABSTRACT

This paper aims to contribute to the recovery of degraded areas by mining of gravel, at Água Limpa's farm, in the pebbly soil of Caesb, by utilize seedling production techniques and more efficient sow. Three Cerrado species were studied, they are: *Eriotheca pubescens*, *Eriotheca candolleana* and *Myracrodruon urundeuva*. It was also evaluated seeds technology aspects such as: seedlings production and its planting in Cascalheira and still the direct sow with and without the use of physical protectors for germination. The *Eriotheca pubescens* seeds species tested in laboratory indicated better results by utilized the vermiculite, and no changed in lighting condition. It was also noticed, that in the arboretum they can be sown in full sun with not significative demand of substrate. In the field, the seedlings had 76.3% of survival rate after 171 days. It was noticed that the *Eriotheca candolleana* seeds species already tested in laboratory had better germination performance in combination of constant temperature x lighting (dark) x cotton substrate. In the nursery the best result was obtained by using substrate containing soil + organic matter + sand + superphosphate and shading of 50% or 30%. In the field the seedlings had 83.8% of survival rate after 171 days. Some *Myracrodruon urundeuva* seeds species were tested in the laboratory. It was noticed its better germination performance with vermiculite substrate, regardless of brightness or temperature condition. The best results in arboretum were obtained with use of substrate containing soil + organic matter + sand + superphosphate or soil + sand + superphosphate. The shade germination indicated no changed in behavior. It was noticed, that the seedlings behavior in the field had 100% of survival after 171 days. It was also observed that among the three species studied in the field through direct sow, with physical protectors of germination that the average of germination and survival were statistically superior to the seed without protection. The result of this studied indicated that the three species studied can be successfully utilized for rehabilitation of degraded areas by mining.

Key-words: Pebbly soil, physic protection, techniques of rehabilitation of degraded areas.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

1. INTRODUÇÃO	2
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12

CAPÍTULO 2

ESTABELECIMENTO DE *Eriotheca pubescens* (Mart. Ex. Zucc.) Schott & Endler ATRAVÉS DO SEMEIO E PLANTIO DE MUDAS EM ÁREA DE CASCALHEIRA

RESUMO	16
ABSTRACT	17
1. INTRODUÇÃO	18
2. MATERIAIS E MÉTODOS	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
4. CONCLUSÕES	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

CAPÍTULO 3

ESTABELECIMENTO DE *Eriotheca candolleana* (K. Schum.) A. Robyns ATRAVÉS DO SEMEIO E PLANTIO DE MUDAS EM ÁREA DE CASCALHEIRA

RESUMO	37
ABSTRACT	38
1. INTRODUÇÃO	39
2. MATERIAIS E MÉTODOS	40
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4. CONCLUSÕES	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

CAPÍTULO 4

ESTABELECIMENTO DE *Myracrodruon urundeuva* (Allemão) Engl. ATRAVÉS DO SEMEIO E PLANTIO DE MUDAS EM ÁREA DE CASCALHEIRA

RESUMO	61
ABSTRACT	62
1. INTRODUÇÃO	63
2. MATERIAIS E MÉTODOS	65
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
4. CONCLUSÕES	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
CONCLUSÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES.....	83
ANEXOS.....	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Análise de variância do teste de germinação das sementes de <i>Eriotheca pubescens</i> em condições de laboratório.....	25
Tabela 2.2 - Substratos utilizados para germinação de sementes de <i>Eriotheca pubescens</i>	26
Tabela 2.3 - Análise de variância da germinação de sementes de <i>Eriotheca pubescens</i> , no viveiro florestal.....	27
Tabela 2.4 - Análise de variância da altura e do diâmetro de mudas de <i>Eriotheca pubescens</i> produzidas no viveiro da FAL.....	28
Tabela 2.5 - Altura e diâmetros das mudas de <i>Eriotheca pubescens</i> produzidas sob diferentes níveis de sombreamento e tipos de substratos.....	28
Tabela 2.6 - Análise de variância das sementes germinadas e plantas vivas através do semeio direto no campo de <i>Eriotheca pubescens</i>	29
Tabela 3.1 - Influência do substrato, luminosidade e temperatura no índice de velocidade de germinação (IVG) e na porcentagem de germinação transformada (AGER) de sementes de <i>Eriotheca candolleana</i>	45
Tabela 3.2 - Análise de variância da influência da temperatura alternada (25 e 30 °C) e iluminação no índice de velocidade de germinação –IVG – e na germinação transformada - AGER - das sementes de <i>Eriotheca candolleana</i>	46
Tabela 3.3 - Índice de velocidade de germinação, germinação transformada e germinação na temperatura de 20 e 30°C e presença de luz para as sementes da espécie <i>Eriotheca candolleana</i>	47
Tabela 3.4 - Efeito de substratos na temperatura de 20 e 30°C e ausência de luminosidade na germinação de sementes de <i>Eriotheca candolleana</i>	47
Tabela 3.5 - Índice de velocidade de germinação e germinação transformada na temperatura de 20 e 30°C e ausência de luminosidade para as sementes da espécie <i>Eriotheca candolleana</i>	48
Tabela 3.6 - Efeito de substratos na temperatura de 25°C e presença de luminosidade na germinação de sementes de <i>Eriotheca candolleana</i>	48
Tabela 3.7 - Média da germinação transformada - AGER - na temperatura 25 °C e presença de luminosidade, de sementes da espécie <i>Eriotheca candolleana</i>	49

Tabela 3.8 - Efeito de substratos na temperatura de 25 °C e ausência de iluminação, na germinação de sementes de <i>Eriotheca candolleana</i>	49
Tabela 3.9 - Índice de velocidade de germinação e germinação transformada na temperatura de 25 °C e ausência de luminosidade para as sementes de <i>Eriotheca candolleana</i>	50
Tabela 3.10 - Efeito do substrato e sombreamento na germinação de sementes de <i>Eriotheca candolleana</i>	51
Tabela 3.11 - Altura e diâmetro das mudas de <i>Eriotheca candolleana</i> no viveiro em função de sombreamento e substrato.....	52
Tabela 3.12 - Efeito de substrato sobre a altura de plantas de <i>Eriotheca candolleana</i> no viveiro.....	52
Tabela 3.13 - Análise de variância das sementes germinadas e plantas vivas através do semeio direto no campo <i>Eriotheca candolleana</i>	54
Tabela 4.1 - Influência do substrato, da luz e da temperatura no Índice de Velocidade de Germinação e na porcentagem de germinação de sementes de <i>Myracrodruon urundeuva</i>	70
Tabela 4.2 - Teste de média para sementes germinadas, índice de velocidade de germinação e germinação transformada na temperatura a 25 °C e 20 °C e 30 °C, para a espécie <i>Myracrodruon urundeuva</i>	71
Tabela 4.3 - Efeito de substrato com relação às sementes germinadas, índice de velocidade de germinação e germinação transformada na presença de iluminação de sementes de <i>Myracrodruon urundeuva</i>	72
Tabela 4.4 - Efeito de substrato com relação à sementes germinadas, índice de velocidade de germinação e germinação transformada na ausência de de sementes de <i>Myracrodruon urundeuva</i>	72
Tabela 4.5 - Efeito do substrato na germinação de sementes de <i>Myracrodruon urundeuva</i>	74
Tabela 4.6 - Altura e diâmetro das mudas de <i>Myracrodruon urundeuva</i> no viveiro em função de sombreamento e substrato.....	74
Tabela 4.7 - Altura de mudas <i>Myracrodruon urundeuva</i> produzidas em diferentes substratos no viveiro.....	75
Tabela 4.8 - Diâmetro das mudas de <i>Myracrodruon urundeuva</i> no viveiro.....	75
Tabela 4.9 - Efeito do tipo de semeio para germinadas e vivas em sementes de <i>Myracrodruon urundeuva</i>	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – (a) Germinação no laboratório; (b) Produção das mudas no viveiro; (c) Plantio na cascalheira.....	1
Figura 1.2 -(a) Localização da Fazenda Água Limpa, (b) Cascalheira da Caesb.....	7
Figura 1.3 - Cascalheira da Caesb, área sem revegetação.....	8
Figura 2.1 - <i>Eriotheca pubescens</i>	15
Figura 2.2 - (a) Beneficiamento de sementes; (b) Produção das mudas; (c) Abertura de covas com broca, na cascalheira.....	19
Figura 2.3 - <i>Eriotheca pubescens</i> : (a) frutos; (b) sementes beneficiadas; (c) sementes no gerbox para teste de germinação.....	24
Figura 2.4 - <i>Eriotheca pubescens</i> : (a) início da germinação; (b) mudas sombreadas; (c) mudas prontas para o campo.....	29
Figura 2.5 - <i>Eriotheca pubescens</i> : (a) semeio no copo; (b) germinada no copo; (b) germinada na cova, sem copo.....	31
Figura 2.6 - Crescimento em altura (cm) e em diâmetro (mm), no campo, em função da idade de <i>Eriotheca pubescens</i>	32
Figura 2.7 - Mudas de <i>Eriotheca pubescens</i> plantadas na cascalheira da Caesb...	33
Figura 3.1 - <i>Eriotheca candolleana</i> (K. Schum.) A. Robyns, frutificando.....	36
Figura 3.2 - Cascalheira da Caesb, área de cerrado <i>sensu stricto</i> , na FAL.....	40
Figura 3.3 - <i>Eriotheca candolleana</i> : (a) frutos; (b) sementes sendo beneficiadas; (c) sementes no gerbox para teste de germinação.....	45
Figura 3.4 - Germinação no viveiro em função do sombreamento, de <i>Eriotheca Candolleana</i>	51
Figura 3.5 - <i>Eriotheca candolleana</i> : (a) início da germinação; (b) mudas sombreadas; (c) mudas prontas para o campo.....	53
Figura 3.6 - <i>Eriotheca candolleana</i> : (a) cova adubada; (b) semeio no copo; (c) germinada no copo.....	55
Figura 3.7 - Crescimento em altura (cm) e no diâmetro (mm), no campo, em função da idade de <i>Eriotheca candolleana</i>	56
Figura 3.8 – Mudas de <i>Eriotheca candolleana</i> plantadas na cascalheira da Caesb.	56
Figura 4.1 - <i>Myracrodruon urundeuva</i> , frutificando.....	60
Figura 4.2 – Cascalheira da Caesb, projeto implantado e estaqueado.....	65

Figura 4.3 - <i>Myracrodruon urundeuva</i> : (a) frutos; (b) sementes beneficiadas; (c) sementes no gerbox para teste de germinação.....	70
Figura 4.4 - <i>Myracrodruon urundeuva</i> : (a) início da germinação; (b) mudas sombreadas; (c) mudas prontas para o campo.....	75
Figura 4.5 – <i>Myracrodruon urundeuva</i> : (a) semeio no copo; (b) germinada no copo; (c) germinada direto na cova.....	77
Figura 4.6 - Crescimento em altura (cm) e diâmetro (mm), no campo, em função da idade de <i>Myracrodruon urundeuva</i>	78
Figura 4.7 – <i>Myracrodruon urundeuva</i> , desenvolvimento heterogêneo das mudas na cascalheira da Caesb.....	79

ANEXOS

Figura A - Croqui da distribuição das espécies estudadas nos canteiros, com substrato terra + areia + superfosfato simples, a diferentes níveis de sombreamento, no viveiro florestal.....	84
Figura B - Croqui da distribuição das espécies estudadas nos canteiros, com substrato terra + areia + matéria orgânica + superfosfato simples, a diferentes níveis de sombreamento, no viveiro florestal.....	85
Figura C - Croqui da distribuição das espécies estudadas nos canteiros, com substrato terra + areia + Basacote + superfosfato simples, a diferentes níveis de sombreamento, no viveiro florestal.....	86
Figura D - Croqui da implantação do projeto, na cascalheira da Caesb localizada na Fazenda Água Limpa, Vargem Bonita.....	87
Figura E – Valores médios das características químicas do esterco de caprinos usado como fertilizante na área da Cascalheira da CAESB localizada na FAL, Distrito Federal.....	88

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL



Fotos: Clarêr Carrijo

Figura 1.1 – (a) Germinação no laboratório; (b) Produção das mudas no viveiro; (c) Plantio na cascalheira.

1 - INTRODUÇÃO

A materialização da idéia de instalação da Capital Federal bem no coração do país demandou um consumo de material de construção proporcional à imponência estrutural e arquitetônica de Brasília. Obedecendo a influências ideológicas ou racionais, desmatou-se, retirou-se, explorou-se. A falta de uma política pretérita que visasse à recuperação das áreas degradadas por mineração deixou dezenas de hectares expostos e sendo naturalmente compactados, o que impediu a revegetação natural desses sistemas. (CORRÊA & MELO FILHO, 2004c).

Segundo Corrêa (2006), no Distrito Federal, os Latossolos ocupam 55% da área seguidos pelos Cambissolos com 31%. Áreas sob Latossolos são mineradas para se retirar material argiloso para aterros e cascalho para pavimentação, o mesmo ocorre com os Cambissolos que também fornecem cascalho para pavimentação, sendo tal situação responsável por grande parte dos locais degradados por mineração, o que corresponde a uma área explorada de 3.419 hectares, o que representa 0,6% do território do Distrito Federal Corrêa *et al.* (2004b).

Esse fato corrobora a importância do estudo de espécies arbóreas do Cerrado com a finalidade de recuperar áreas antropizadas. A execução da recuperação ambiental exige investimentos elevados, porém os custos econômicos, sendo adequadamente utilizados, podem ser minimizados e seus efeitos ecológicos maximizados. Andrade (2008 *apud* FELFILI *et al.* 2005), diz que a recuperação de áreas degradadas, geralmente, é realizada baseada em elevados investimentos, aplicando-se altas quantidades de corretivos e fertilizantes. A semeadura de espécies florestais nativas é uma opção alternativa e barata, que pode reduzir os custos do empreendedor, merecendo ser estudada de forma a aprimorar técnicas e conduzir os profissionais na escolha de espécies e mecanismos mais adequados para a área a ser trabalhada.

A semeadura direta é conhecida em alguns países, como sendo uma técnica versátil e barata de reflorestamento, podendo ser utilizada na maioria dos sítios e especialmente em situações onde a regeneração natural ou o plantio não podem ser

praticados. Entretanto, a prática da semeadura direta, no Brasil, é restrita a algumas espécies, como a acácia negra (*Acacia mearnsii*), araucária (*Araucaria angustifolia*), bracatinga (*Mimosa scabrella*), entre outras. Contudo, para esta forma de regeneração, existem problemas, e poucos estudos foram e/ou estão sendo realizados (MATTEI, 1995; MENEGHELO & MATTEI, 2004; ANDRADE, 2008). Segundo Mattei *et al.* (2001), em experimento com *Pinus taeda*, o estabelecimento de plantas no campo por semeadura direta apresentou, aos noventa dias do semeio, média de sobrevivência de 64,6% com uso de protetor físico e 39,2% de sobrevivência sem o uso do protetor físico de germinação. O autor sugere que tal resultado ocorra pelo fato do protetor evitar o arraste ou soterramento das sementes e criar um micro ambiente mais favorável. Andrade (2008), trabalhando com espécies do Cerrado, verificou que os protetores físicos de germinação reduzem as taxas de mortalidade e predação das espécies *Enterolobium contortisiliquum* e *Copaifera langsdorffii*, contribuindo para o controle natural de predadores sem a necessidade de aplicação de defensivos agrícolas.

Degradação de Áreas

Desmatar uma área ou deteriorar as propriedades de um solo podem ser degradações ou perturbações, a depender da intensidade do dano. Caso o ambiente não se recupere sozinho em um tempo razoável, diz-se que ele está degradado, e a intervenção humana é necessária. Se o ambiente mantém sua capacidade de regeneração ou depuração (resiliência), diz-se que ele está perturbado, e a intervenção humana apenas acelera o processo de recuperação. A degradação intensa, com perda de resiliência, resulta notadamente em áreas degradadas (CORRÊA, 2006).

De acordo com Carvalheira (2007), tem-se que:

Restauração: reposição das exatas condições ecológicas da área degradada, ou ao *status quo ante*. A restauração de um ecossistema é extremamente difícil e onerosa, só justificável para ambientes raros.

Reabilitação: retorno da função produtiva da terra, não do ecossistema, por meio da revegetação. Retorno de uma área a um estado biológico apropriado.

Recuperação: estabilização de uma área degradada sem o estreito compromisso

ecológico, mas, sobretudo, o ambiental. Recuperação é um processo genérico que abrange todos os aspectos de qualquer projeto que vise à obtenção de uma nova utilização para um sítio degradado. É um processo que objetiva, sobretudo, alcançar a estabilidade e a sustentabilidade do meio físico e biológico.

A recuperação é uma atividade que exige uma abordagem sistemática de planejamento e visão a longo prazo e não apenas uma tentativa limitada de remediar um dano, que na maioria das vezes poderia ter sido evitado. Com a consciência da extinção em massa de espécies no mundo todo, está crescendo a importância de se manter a diversidade biológica. A intervenção em áreas degradadas, através de técnicas de manejo, pode acelerar o processo de regeneração, permitir o processo de sucessão e evitar a perda de biodiversidade (BARBOSA *et al.*, 2005).

Reis (2006) afirma que a mineração pode ser considerada uma das atividades mais impactantes ao solo, embora, em geral, não afete grandes extensões territoriais. A remoção ou perda por erosão do horizonte superficial do solo, juntamente com a matéria orgânica, causa sérios problemas físicos, químicos e biológicos ao substrato remanescente. Nestes casos, a restauração dos níveis anteriores de matéria orgânica é muito difícil e demorada, uma vez que, a produção de serapilheira depende da capacidade produtiva do solo e precisa sofrer vários processos de transformação, para atuar benéficamente sobre o solo ou substrato, e ser capaz de sustentar a cobertura vegetal. Nestas condições, estabelece-se um ciclo vicioso em que a falta de matéria orgânica e de nutrientes, limita a produção de biomassa e, conseqüentemente, a produção de serapilheira, que é a principal matéria prima formadora da matéria orgânica do solo.

Corrêa & Melo Filho (2004c) destacam que os baixos teores de fósforo indicam o baixo potencial de recuperação natural das áreas mineradas em Latossolos, Cambissolos e Neossolos Quartzarênicos, e ainda, que as concentrações de nutrientes mais críticas encontradas nos substratos referem-se aos teores de fósforo, sendo este encontrado em teores de mais de vinte vezes menor do que os teores médios, encontrados no solo do Cerrado.

Rezende *et al.* (2002) afirmam que o N, transportado por fluxo de massa, depende basicamente da água absorvida; a quantidade de P que chega às raízes por difusão depende muito da natureza mineralógica do solo, da natureza dos poros, etc. O N e o P são muito dependentes da atividade biológica – o N, na sua fixação

do ar; o P, na sua liberação das partículas do solo. Um solo do cerrado tem esta dinâmica em funcionamento, enquanto o substrato minerado não.

Tótola & Chaer (2002) afirmam que solos com elevada densidade natural ou provocada pela mecanização ou pisoteio, ou, ainda, que possuam camadas endurecidas no perfil, requerem algum tipo de preparo para facilitar a penetração das raízes e da água, aumentando, assim, o volume útil a ser explorado pelas plantas. Tal ponto, deve-se ressaltar, é dos mais relevantes em áreas degradadas, onde comumente o solo ou apenas o substrato estéril que sobrou da ação antrópica, está compactado, enrigecido e impermeabilizado, impossibilitando a fixação de qualquer forma de vegetação, ou, da maioria delas.

O avanço das fronteiras comerciais, principalmente da agricultura, são os principais atores da degradação ambiental no Cerrado. Diante deste quadro, surge a demanda por estudos sobre recuperação de áreas degradadas (SAMPAIO & PINTO, 2005). Neste caso, os autores usam o termo degradação de forma genérica, como perda de biodiversidade e de áreas nativas do cerrado e não necessariamente, no sentido da perda de resiliência. A mineração causa um impacto em menores áreas, porém, de forma mais intensa do que a agricultura, pois causa a perda da resiliência e, conseqüentemente, gerando ilhas de calor, que, segundo Teza & Baptista (2005) ocorrem basicamente devido às diferenças de irradiação de calor entre as regiões edificadas ou regiões com solo exposto, que aumentam significativamente a irradiação de calor para a atmosfera em comparação com as regiões com vegetação. Há, dessa forma, perdas ecológicas e ambientais, inerentes à atividade de mineração, que não são recuperadas em décadas de sucessão natural (CORRÊA, 2006).

A interferência antrópica é necessária em ambientes que sofreram perturbação intensa, onde as características físicas do solo e o banco de sementes foram alterados, de tal forma que as espécies que se estabelecerão no ambiente são aquelas que atuam no processo de sucessão primária (ROGALSKI *et al.*, 2005).

Há grande apelo ecológico em se plantar árvores em locais minerados. Geralmente se opta por espécies arbóreas que darão suporte à fauna nativa, que por sua vez se encarrega de trazer sementes de outras espécies e depositar esterco no local. Outra vantagem desse modelo é o baixo impacto que os trabalhos de revegetação causam à área minerada. Escavação, movimentação de terra e aporte de insumos são pontualmente limitados às covas, portanto o custo de arborização de

áreas mineradas é mais baixo do que o de implantar uma camada rasteira, que implica em aplicação de insumos e movimentação de máquinas em toda a área. Além disso, muitos postos de trabalho são criados durante o coveamento e o plantio. Corrêa (2006) salienta que outra vantagem é o menor risco de fogo na época de estiagem, porque a massa combustível na área em processo de recuperação é pequena.

O planejamento da restauração não deve ater-se apenas a aspectos como riqueza e densidade de plantio. O conjunto mais adequado de espécies deve ser definido em função: i) da possibilidade de aporte de propágulos através da dispersão natural das características da área degradada; ii) das expectativas sobre a evolução da comunidade plantada; iii) da definição dos objetivos da restauração que poderão incluir a conservação da água e dos solos, conservação biológica através do plantio de espécies raras ou ameaçadas e restauração de processos ecológicos em escala de paisagem (MELO & DURIGAN, 2005).

O licenciamento ambiental para a exploração mineral no Distrito Federal (DF) tornou-se rotina a partir de 1989. Apesar disso, um levantamento da situação em 1996 identificou que, dos mais de 500 ha de lavras licenciados e explorados à época, apenas 34 ha tinham sido revegetados por meio de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD's. Desta forma, existem mais de dois mil hectares de lavras esgotadas no DF que não foram recuperadas (CORRÊA *et al.*, 2004b). Trata-se de um passivo ambiental acumulado desde 1955 e que se encontra abandonado à sucessão natural (CORRÊA *et al.* 2007).

FAZENDA ÁGUA LIMPA

A Fazenda Água Limpa – FAL pertence à Universidade de Brasília – UnB e possui uma área de 4.340 hectares. A FAL faz parte da Área de Proteção Ambiental - APA das Bacias do Gama e Cabeça do Veado e tem, no seu interior, a Área de Relevante Interesse Ecológico – ARIE Capetinga/Taquara, também denominada Estação Ecológica da Universidade de Brasília. Pertence à área Núcleo da Biosfera do Cerrado. Limita-se ao norte, com o Ribeirão do Gama e o Núcleo Rural da Vargem Bonita. Ao sul com a BR 251, que liga Brasília a Unai/MG. Ao leste com o Córrego Taquara e com a Reserva do IBGE. A oeste com a estrada de ferro e o Country Club de Brasília. (www.unb.br/fal - acessado em 21/05/07) (Figura 1.2)



Figura 1.2 - (a) Localização da Fazenda Água Limpa (Haridasan, 2007); (b) Localização da Cascalheira da Caesb, FAL

A área de campo para o plantio e semeio das espécies escolhidas, é uma cascalheira abandonada em área de cerrado *sensu stricto* localizada na Reserva Ecológica e Experimental da Universidade de Brasília, Fazenda Água Limpa – FAL, em seu limite Oeste, próximo ao Catetinho e Country Club de Brasília. Situa-se a 1.149 m de altitude, em torno das coordenadas 15°57'281" Sul e 47°58'789" W Gr, no Distrito Federal.

Existem várias áreas degradadas de cascalheiras abandonadas dentro da FAL, além da cascalheira objeto deste estudo, que foram ou estão sendo trabalhadas por alunos ou pesquisadores (CARVALHEIRA, 2007; ANDRADE, 2008), na busca de sua recuperação e de informações técnicas que possam auxiliar na recuperação de todas, além de virem a subsidiar trabalhos de recuperação de outras áreas degradadas por mineração no Cerrado.

A cascalheira, objeto deste trabalho, consiste em uma jazida mineral de cascalho-laterítico aflorando em superfície, nas proximidades do Catetinho, na extremidade sul da FAL. É chamada de Cascalheira da Caesb por sua proximidade da estação de captação de águas, do manancial do Catetinho, da Companhia de Saneamento de Brasília (Caesb). Esta área degradada foi gerada pela extração de cascalho iniciada ainda na década de 1950 (comunicação pessoal de funcionário da Caesb que mora na subestação, nas proximidades), para a construção da estrada de ferro, que margeia a fazenda. A exploração da jazida variou entre 1,7 m e 5,0 m de profundidade. Não foram mantidas as “damas”, ou seja, os trechos com solo e

espécies arbóreas indicadoras das cotas originais. A camada de solo fértil (primeiros 20 cm superficiais) foi removida em função do avanço da lavra, sem estocamento em leiras, contrariamente à recomendação técnica atual, para posterior reposição (Figura 1.3).

A vegetação que circunda a área pode ser caracterizada, de acordo com Ribeiro & Walter (2008), como sendo cerrado sentido restrito (*sensu strictu*), pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados, com algumas espécies apresentando órgãos subterrâneos perenes (xilopódios). Felfili *et al.* (2004) caracteriza a vegetação predominante da Área de Proteção Ambiental Gama Cabeça-de-Veado como sendo de cerrado sentido restrito. Tais fatos permitem supor que a área original da cascalheira trabalhada possuía, originalmente, esta fitofisionomia.



Foto: Clarêr Carrijo

Figura 1.3 - Cascalheira da Caesb, área sem revegetação.

SEMENTES: DORMÊNCIA E GERMINAÇÃO

A maioria dos programas de recuperação de áreas degradadas tem dado especial atenção ao uso de espécies nativas da região de trabalho na reconstituição

da cobertura vegetal. O uso de espécies nativas pode apresentar uma série de vantagens para programa de recuperação ambiental. Em primeiro lugar, contribui para a conservação da biodiversidade regional, explorando, protegendo ou mesmo expandindo as fontes naturais de diversidade genética, não só das espécies em questão, mas também da fauna local a elas associadas. Há, ainda, a vantagem de se conseguir fontes locais de material propagativo, menor custo no transporte de mudas, menor perda por aclimatação, entre outros. Além disto, há maior chance de sucesso, a longo prazo, da cobertura vegetal implantada, devido à perpetuação das plantas por meio de mecanismos naturais já existentes, incluindo os agentes polinizadores e dispersores (OLIVEIRA FILHO, 1994)

Estudos sobre a composição florística e fitossociológica das espécies colonizadoras de áreas degradadas são ferramentas importantes para a definição de estratégias de recuperação (NAPPO *et al.*, 2004).

A utilização de qualquer espécie florestal não tradicional para plantios com finalidade produtiva e/ou ambiental requer o desenvolvimento de tecnologia adequada de produção, iniciando pelo conhecimento da qualidade da semente (LEONHARDT *et al.*, 2001).

A germinação é um evento fisiológico que depende da qualidade da semente e das condições de germinação, como o suprimento de água e oxigênio e a adequação de temperatura, luz e substrato. Estas condições de germinação ou requerimentos básicos para a germinação variam entre as espécies (SALOMÃO, 2003).

Machado *et al.* (2002 *apud* POPINIGIS, 1977; BRASIL 1992 e FIGLIOLIA *et al.* 1993) salientam que, nos testes de germinação, o substrato tem a função de suprir as sementes de umidade e proporcionar condições para a germinação das mesmas e o desenvolvimento das plântulas. A escolha do substrato é efetuada em função da facilidade e eficiência do uso do mesmo e da espécie a ser analisada, considerando algumas de suas características, tais como o tamanho, a necessidade de água, luz, entre outros.

Dormência é o estado fisiológico de reduzida atividade metabólica em que a semente/unidade de dispersão viável não germina, ou o faz de maneira errática, ou com pouca expressividade numérica, ainda que em condições ambientais adequadas de umidade, oxigênio, temperatura e luz. A maioria das espécies do Cerrado estudada apresenta dormência física, e algumas delas apresentam ainda

dormência química (SALOMÃO, 2003).

Pinã-Rodrigues *et al.* (2004 *apud* FRANÇA-NETO, 1994 e LIBERAL, 1980) destaca que o teste de tetrazólio (TZ) é um dos testes mais tradicionais na avaliação da qualidade e do vigor de sementes, tendo sido mais divulgado a partir de 1980. Sua principal vantagem é a rapidez com que fornece resultados confiáveis sobre as sementes, além de não ser afetado pela presença de fungos e bactérias que constantemente mascaram os resultados dos testes de germinação.

Existe grande variação na resposta das sementes à luminosidade. A germinação das sementes de algumas espécies é inibida pela luz, enquanto que em outras a germinação é estimulada. A temperatura ótima de germinação de espécies tropicais encontra-se entre 15 °C e 30 °C e a máxima entre 35 °C e 40 °C. A velocidade de germinação e uniformidade de emergência diminuem com temperaturas abaixo da ótima (NASSIF *et al.*, 1998).

SEMEADURA DIRETA E USO DE PROTETOR PLÁSTICO

A semeadura direta é conhecida em alguns países, como sendo uma técnica versátil e barata de reflorestamento, podendo ser utilizada na maioria dos sítios, e especialmente, em situações onde a regeneração natural ou o plantio não podem ser praticados.

Meneghello & Mattei (2004 *apud* DURYEA, 2000) salientam que a semeadura direta é um método de regeneração que dispensa a estrutura e a mão-de-obra requerida para a produção de mudas em viveiro, tendo como principais vantagens da semeadura direta, o baixo custo de implantação, a grande semelhança com o processo de regeneração natural e a possibilidade de ser utilizada em locais de difícil acesso. Por esses motivos, o método da semeadura direta torna-se mais econômico que o plantio de mudas.

Santos Júnior *et al.* (2004) trabalharam com semeadura direta e uso de protetores plásticos (copos plásticos transparentes de 500 ml, com os fundos cortados e enterrados 2,0 cm sobre a cova) para as sementes das seguintes espécies arbóreas de estágio intermediário e final da sucessão ecológica: *Cedrela fissilis* Vell. (cedro), *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba), *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (tamboril), *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.

(pau-jacaré) e *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich (ipê amarelo). Os autores concluíram que o uso do protetor plástico exerceu efeito sobre a herbivoria das sementes, além da promoção ou aceleração da germinação por alterações de temperatura e umidade, sendo eficiente na sobrevivência de todas as espécies em questão, principalmente na defesa contra o ataque de formigas.

A técnica de semeadura direta em comparação com o plantio apresenta vantagens e desvantagens, dependendo das situações em que a mesma será executada. Com a semeadura direta, é dispensada a fase de viveiro, evita-se o choque do plantio e a distorção do sistema radicular, as raízes das plantas originadas por semeadura direta, são melhor desenvolvidas. Semeando em pontos protegidos por cobertura, gasta-se o equivalente a 50% dos custos com a técnica de plantio de mudas. Por outro lado, as mudas nos estágios subseqüentes a germinação, necessitam mais cuidados e tratos culturais adicionais, bem como maior supervisão durante todas as fases iniciais (MATTEI, 1995 *apud* HETH, 1983).

2 - OBJETIVOS

Este trabalho teve o objetivo de estudar formas de recuperação de áreas do Cerrado, degradadas por mineração de cascalho, através da técnica de plantio de mudas e semeio de espécies arbóreas. Portanto foram selecionadas três espécies arbóreas do Cerrado: *Eriotheca pubescens*, *Eriotheca candolleana* e *Myracrodruon urundeuva*, as quais foram avaliadas quanto aos aspectos de tecnologia de sementes, produção de mudas e plantio no campo de mudas e através do semeio direto com e sem utilização de protetores físicos de germinação.

3 – HIPÓTESE

É possível a recuperação de área degradada por extração de cascalho no Cerrado, através do plantio de mudas de espécies nativas intercaladas com o semeio direto, tornando o processo mais rápido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, A.P.A. **Avaliação da utilização de protetor físico de germinação e semeadura direta das espécies *Copaifera langsdorffii* Desf. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. em área degradada pela mineração.** 2007. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- BARBOSA, L.M.; BARBOSA, K.C.; NEUENHAUS, E.C.M.; BARBOSA, J.M. e POTOMATI, A. Estabelecimento de parâmetros de avaliação e monitoramento para reflorestamentos induzidos visando o licenciamento ambiental. Curitiba, In: VI Simpósio Nacional e Congresso Latino-americano de Recuperação de Áreas Degradadas, p.221-229, **Anais**. 2005.
- CARVALHEIRA, M.S. **Avaliação do estabelecimento de plântulas de Cerrado (sentido restrito) a partir do plantio direto de sementes na recuperação de uma área minerada da Fazenda Água Limpa – UnB.** 2007. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- CORRÊA, R.S., **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no cerrado – manual para revegetação**, Editora Universa. Brasília, 2006. 186 p.
- CORRÊA, R.S.; BAPTISTA, G.M.M., **Mineração e áreas degradadas no cerrado**, Editora Universa, Brasília, 2004a. 174p.
- CORRÊA, R.S.; BIAS, E.S.; BAPTISTA, G.M.M. Áreas degradadas pela mineração no Distrito Federal. In CORRÊA, R.S.; BAPTISTA, G.M.M., **Mineração e áreas degradadas no cerrado**, Editora Universa, Brasília, cap. 1, p.9-22. 2004b.
- CORRÊA, R.S.; MELO FILHO, B. Aspectos ecológicos da sucessão secundária em áreas mineradas no cerrado, in CORRÊA, R.S.; BAPTISTA, G.M.M., **Mineração e áreas degradadas no cerrado**, Editora Universa, Brasília, cap. 7, p.123-158. 2004c.
- CORRÊA, R.S.; MELO FILHO, B.; BAPTISTA, M.M. Avaliação fitossociológica da sucessão autogênica em áreas mineradas no Distrito Federal. **Cerne**, Lavras-MG, v. 13, n. 4, p. 406-415, out./dez. 2007.
- FELFILI, J.M.; MENDONÇA, R.C.; MUNHOZ, C.B.R.; FAGG, C.W.; PINTO, J.R.R.; SILVA JÚNIOR, M.C.; SAMPAIO, J. Vegetação e flora da APA Gama e Cabeça-de-Veado. In: FELFILI, J.M.; SANTOS, A.A.B.; SAMPAIO, J.C. (Orgs.). **Flora e diretrizes ao plano de manejo da APA Gama e Cabeça-de-Veado**, 2004, UnB, Cap. 1, p. 7-16
- HARIDASAN, M. **Aula prática: relação relevo, solo e vegetação da Fazenda Água Limpa.** Disponível em: <<http://www.unb/ib/ecl/docentes/Haridasan/Aula-FAL> - acessado em 21/05/07).

- LEONHARDT, C.; TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A.; MATTEI, V.L. Maturação de sementes de Tarumã-de-espinho (*Citharexylum montevidense* (Spreng.) Moldenke – Verbenaceae), no Jardim Botânico de Porto Alegre, RS, **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 23, nº 1, p. 100-107, 2001.
- MCHADO, C.F.; OLIVEIRA, J.A.; DAVIDE, A.C.; GUIMARÃES, R.M. Metodologia para a condução do teste de germinação em sementes de ipê amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl.) Nicholson), **Cerne**, v. 8, n. 2, p.017-025, 2002.
- MAGUIRE, J.B. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MATTEI, V.L. Preparo de solo e uso de protetor físico, na implantação de *Cedrela fissilis* V. e *Pinus taeda* L., por semeadura direta. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.1, nº 3, 127-132, Set.-Dez., 1995.
- MELO, A.C.G.; DURIGAN, G. A regeneração natural sob reflorestamentos ciliares no estado de São Paulo: a importância da fauna para processos de restauração, Curitiba, VI Simpósio Nacional e Congresso Latino –americano de Recuperação de Áreas Degradadas, p.51-59. **Anais**. 2005.
- MENEGHELLO, G.E.; MATTEI, V.L. Semeadura direta de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), canafístula (*Peltophorum dubium*) e cedro (*Cedrela fissilis*) em campos abandonados. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 14, n. 2, p. 21-27, 2004.
- NAPPO, M.E. GRIFFITH, J.J. MARTINS, S.V. DE MARCO JÚNIOR, P. SOUZA, A.L. OLIVEIRA FILHO, A.T. Dinâmica da estrutura fitossociológica da regeneração natural em sub-bosque de *Mimosa scabella* Bentham em área minerada, em Poços de Caldas, MG. **Revista Árvore**, v.28, n. 6, p. 811-829, 2004.
- NASSIF, S.M.L.; VIEIRA, I.G.; FERNANDES, G.D. Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes. Informativo IPEF, abril 1998. **Instituto de Pesquisas Florestais**, Piracicaba-SP, 1998
- OLIVEIRA FILHO, A.T. Estudo ecológico da vegetação como subsídio para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. **Cerne**, Lavras-MG, v. 1, n. 1, p. 004-072, 1994
- PINÃ-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B.; PEIXOTO, M.C. Testes de qualidade. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. org. **Germinação do Básico ao Aplicado**, Artmed, cap.18, p. 283-297, 2004.
- REIS, L.L. **Monitoramento da recuperação ambiental de áreas de mineração de bauxita na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Porto Trombetas (PA)**. 2006. 175f. Dissertação (Doutorado em Ciências em Agronomia), Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

- REZENDE, M.; CURI, N.; LANI, J.L. Reflexões sobre o uso dos solos brasileiros. Campinas, **Tópicos em Ciência do Solo**, V. 2, p.591-643, 2002.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As fitofisionomias do bioma cerrado In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. (ed. téc.) **Cerrado: Ecologia e Flora**. Embrapa, cap. 6, p.151-212. 2008.
- ROGALSKI, J.M.; BERKENBROCK, L.S.; REIS, A.; REIS, M.S. Sucessão e diversidade como fundamentos básicos na restauração ambiental, Curitiba, VI Simpósio Nacional e Congresso Latino-Americano de Recuperação de áreas Degradadas, p.433-439, **Anais**. 2005.
- SALOMÃO, A. N., org., **Germinação de Sementes e Produção de Mudanças de Plantas do Cerrado**, 1.ed. Brasília, Rede de Sementes do Cerrado, 2003. 96p.
- SAMPAIO, J.C.; PINTO, J.R.R. Estabelecimento inicial de espécies nativas do bioma Cerrado em plantios de recuperação de área degradada no Distrito Federal, DF. Curitiba, VI Simpósio Nacional e Congresso Latino-americano de Recuperação de Áreas Degradadas, p. 545, **Anais**. 2005
- SANTOS JÚNIOR, N.A.; 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, jan./jun. 2004.
- TEZA, C.T.V.; MELLO BAPTISTA, G.M. Identificação do fenômeno ilhas urbanas de calor por meio de dados ASTER *on demand* 08 – *Kinetic Temperature* (III): metrópoles brasileiras. Goiânia, XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, p. 3911-3918. **Anais**. 2005.
- TÓTOLA, M.R., CHAER, G.M. Microorganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. Campinas, **Tópicos em Ciência do Solo**, V. 2, p.195-276, 2002.

CAPÍTULO II

ESTABELECIMENTO DE *Eriotheca pubescens* (Mart. Ex. Zucc.) Schott & Endler ATRAVÉS DO SEMEIO E PLANTIO DE MUDAS EM ÁREA DE CASCALHEIRA

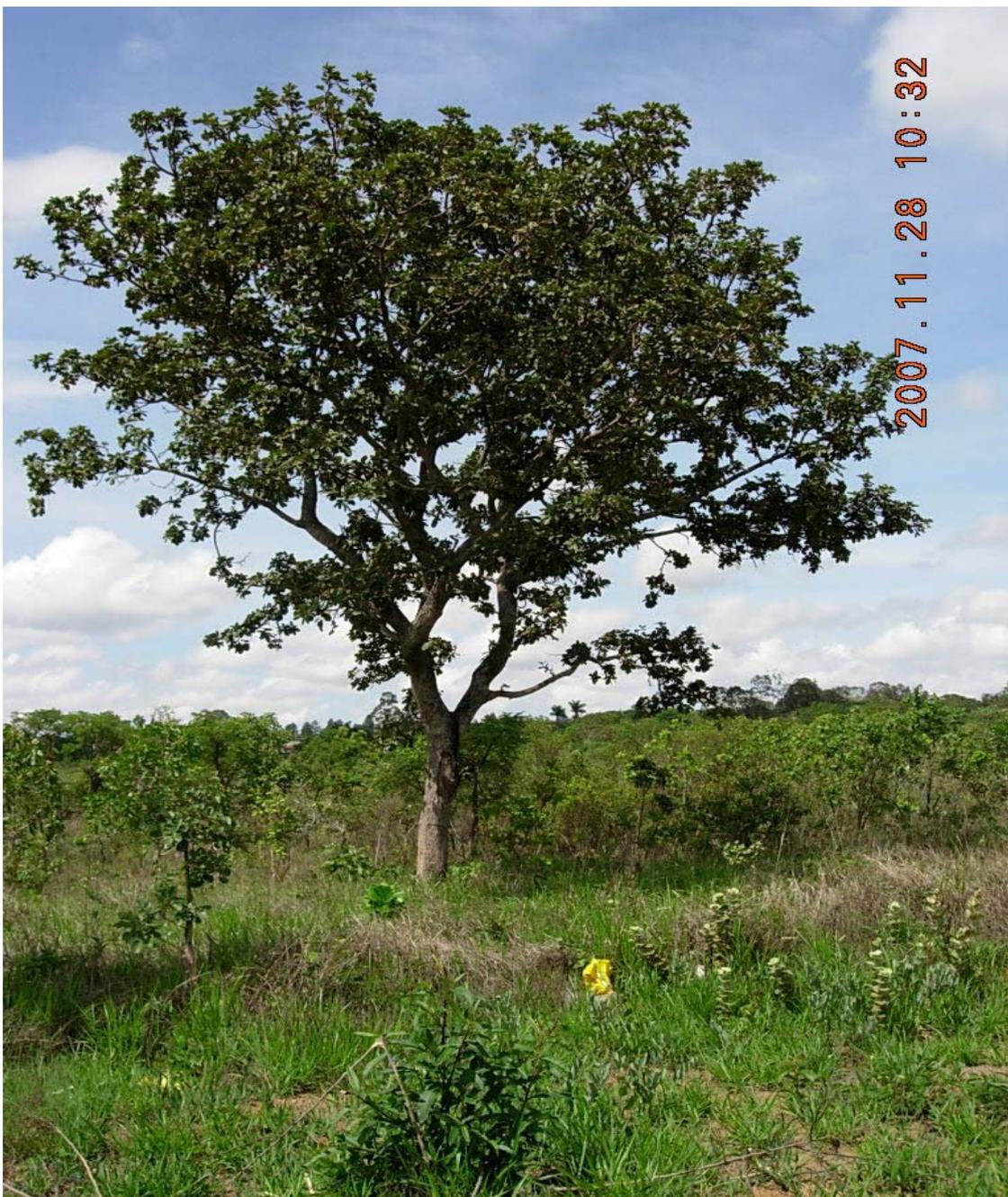


Foto: Clarêt Carrijo

Figura 2.1 - *Eriotheca pubescens* (Mart. Ex. Zucc.) Schott & Endler.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a espécie arbórea pioneira e exclusiva do Brasil, *Eriotheca pubescens* (Mart. Ex. Zucc.) Schott & Endler., nos aspectos referentes à tecnologia de sementes, produção de mudas e seu plantio no campo, juntamente com a semeadura direta, com ou sem protetor físico de germinação, na recuperação de área degradada por mineração, em uma cascalheira abandonada localizada na Fazenda Água Limpa, da Universidade de Brasília. A espécie apresenta sementes fotoblásticas neutras, com teor de umidade de 5,85% e 6.280 sementes por quilo. Para os testes de laboratório, o substrato mais indicado é a vermiculita, em condição de luz e de temperatura de 25 °C. No viveiro, os substratos e as intensidades de iluminação testados não interferiram na germinação e no desenvolvimento das mudas. Contudo, a espécie mostrou melhor desempenho em altura quando se utilizou substrato contendo terra de subsolo, areia e superfosfato na condição de 0% de sombreamento. No campo, a presença do protetor físico aumentou o percentual de germinação em 43,8% e apresentou, após 171 dias, 59,4% de sobrevivência, enquanto as plantas sem o protetor físico apresentaram 10% de sobrevivência. As mudas plantadas no campo apresentaram, em média, 76,5% de sobrevivência. A espécie *Eriotheca pubescens* apresenta potencial para utilização em recuperação de áreas degradadas em plantios não homogêneos.

Palavras-chave: Germinação de semente, protetor físico, paineira-do-cerrado.

ABSTRACT

Cerrado is a biome that has high degree of endemism among its vegetal species, and great wealth of biodiversity. In the last few decades, it has been suffering intense anthropogenic actions, producing degraded areas and difficulties of natural recovery. Part its destruction was provoked by the mining activity, which supplies cities and highways with gravel, sand, pebble and other materials. The recovery work of the degraded areas must started with local species, which it will increase the possibility of its success and at the same time it will maintenance its local biodiversity. This study analyzed the arboreal, pioneering which is a native species from Brazil, such as *Eriotheca pubescens* (Mart. Former Zucc.). It was followed Schott & Endler`s. methodology to seeds technology study, seedling production, field`s plantation, at the same time direct sowing, with or without physical protector, to developed a work in recovered area degraded for mining, in an abandoned, pebbly soil at Água Limpa`s farm, from UnB (University of Brasilia – Brazil). The specie studied indicated its neutral fotoblásticas seeds, with 5,85% of humidity and 6.280 seeds per kilogram. The laboratory study indicated vermiculite as the most successfully substratum followed by light and temperature (25°C) condition. However, the arboretum study indicated no interference of substratum and illumination levels in the germination and growth of seedling process. The field study, due to the physical protector, it is recommended soil of underground+sand+superfosfato and 0% of shading. There was an increase in germination percentage, after 171 days, it indicated a greater survival index. It is important to say, there was an average of 76, 5% of survival, of those seedlings planted in the field. The specie *Eriotheca pubescens* indicated a great potential for its use in recovery degraded areas, especially at the heterogeneous plantation.

Key-words: Seed germination, physical protector and *Eriotheca pubescens*

1 – INTRODUÇÃO

De modo geral, o bioma Cerrado encontra-se bastante ameaçado. Espécies nativas importantes, comercial e ecologicamente, estão desaparecendo em função da ocupação desordenada, da expansão urbana e agropecuária, da exploração irracional e do uso indiscriminado do fogo.

São incontáveis os atos de degradação decorrentes das modificações ambientais induzidas pelo homem no processo de utilização dos recursos naturais. Os principais são: desmatamento, uso do fogo, substituição da flora e da fauna pela pecuária e por lavouras, uso de maquinários, insumos e pesticidas, exploração da água, construção de barragens e de estradas, entre outras. As principais conseqüências são: extinção de espécies nativas da flora e da fauna terrestre, compactação do solo e erosão, perda de nutrientes e de água, poluição do solo, da água e do ar, assoreamento e turbamento de rios, destruição da flora e da fauna aquáticas, entre outros (SANO *et al.*, 2008).

Segundo Carvalho Filho *et al.* (2003), o afloramento dos problemas ambientais e a necessidade de recuperação de áreas degradadas têm aumentado o interesse sobre o conhecimento das espécies nativas brasileiras. Um dos grandes problemas na recuperação de áreas degradadas com espécies florestais nativas é a produção de mudas. Corrêa & Melo Filho (2007) concluem que espécies arbóreas do Cerrado *strictu sensu* e pioneiras devem ser preferencialmente utilizadas nos estágios iniciais de projetos de revegetação de áreas mineradas no Cerrado.

Dentre as espécies arbóreas consideradas pioneiras, está a *Eriotheca pubescens* (REZENDE, 2002).

Nas áreas degradadas em geral, as sementes de espécies arbustivas da fase inicial de sucessão têm mais chance de se fixarem no terreno e obterem sucesso em sua colonização. Corrêa *et al.* (2007) estudando a regeneração natural em áreas degradadas e abandonadas do Distrito Federal, encontraram, entre outras espécies, *Eriotheca pubescens*. Observaram, ainda que jazidas mais rasas apresentam maior número de brotações clonais, que são originadas de raízes recém-expostas pela mineração.

A espécie *Eriotheca pubescens* (Mart. Ex. Zucc.) Schott & Endler., de nomes populares Paineira do cerrado (DF) ou Colher de vaqueiro (SP), pertence à família Malvaceae ou Bombacaceae, ocorrendo no cerrado sentido restrito, cerradão e nas

bordas das matas de galeria, sendo uma espécie pioneira e exclusiva do Brasil. Tem uso potencial para o paisagismo, pela floração e folhagem, e como planta adaptada a terrenos secos e pobres, pode ser incluída na composição de reflorestamentos heterogêneos destinados à reconstituição da vegetação para a recuperação de áreas degradadas, por atrair aves e outros animais que se alimentam de suas sementes. Árvore melífera (Almeida *et al.*, 1998; Silva Júnior, 2005; Duarte, 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características e germinação de sementes, bem como a eficácia e a viabilidade de duas formas de plantio de *Eriotheca pubescens* (Paineira-do-cerrado) através do plantio de mudas e semeadura direta com e sem a proteção de copo plástico, em área degradada por mineração de cascalho.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - ÁREA DE ESTUDO

O beneficiamento, tecnologia e testes de germinação das sementes foi desenvolvido no Laboratório de Sementes Florestais, do Departamento de Engenharia Florestal (UnB). As mudas foram produzidas no Viveiro Florestal da Fazenda Água Limpa (FAL). A fase de campo ocorreu na Cascalheira da Caesb, localizada na FAL, nas proximidades do Catetinho, situada a 1.149 m de altitude, em torno das coordenadas 15°57'281"S e 47°58'789"W no Distrito Federal, com as covas sendo abertas com broca e trator (Figura 2.2)



Fotos: Clarêr Carrijo

Figura 2.2 – (a) Beneficiamento de sementes; (b) Produção das mudas;(c) Abertura de covas com broca, na cascalheira.

2.2 – COLETA E ANÁLISE DE SEMENTES

Para a coleta de sementes de *Eriotheca pubescens* efetuaram-se as marcações das matrizes, com a utilização de GPS, em diversas áreas de ocorrência natural, tais como o Campus da UnB, a FAL, a área do futuro Parque Burle Max da Asa Norte e área da Fercal, em Sobradinho, DF. Evitou-se a coleta de frutos de indivíduos isolados, dando-se preferência às áreas onde havia cinco ou mais indivíduos da espécie. Foram coletados aproximadamente 30% dos frutos de cada matriz escolhida, normalmente entre as árvores mais frutificadas. O beneficiamento de sementes foi realizado no Laboratório de Sementes Florestais do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília. As sementes beneficiadas foram acondicionadas em embalagens plásticas. Executou-se criteriosa manutenção da umidade e controle fitossanitário das sementes submetidas às análises no laboratório.

Para a determinação da pureza dos lotes de sementes de *Eriotheca pubescens* determinou-se o peso inicial e o número total de sementes; em seguida, foram removidas as impurezas tais como sementes brocadas, mal formadas, danificadas e contaminadas; o material foi pesado e o número de sementes novamente contado. Os valores finais de peso e número de sementes foram usados para calcular o número de sementes por quilo e o peso de 1.000 sementes, com isto determinou-se a porcentagem de pureza, através da seguinte fórmula:

$$\text{PUREZA (\%)} = (\text{peso de sementes sadias}) \times 100\% \div (\text{peso inicial do lote})$$

(SALOMÃO, 2003).

Para a determinação do teor de umidade inicial das sementes, foi adotado o método da estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas. A amostra de sementes (300 sementes retiradas ao acaso, com 3 repetições de 100 sementes cada), foi pesada, para determinação do peso fresco inicial e depois levada à estufa para secagem e ao final de 24 horas retiraram-se os recipientes contendo as sementes as quais foram tampados e colocados no dessecador por 15 a 30 minutos para esfriarem, e em seguida determinou-se o peso seco das sementes. Com esta informação pôde-se calcular o conteúdo de umidade, através da fórmula:

$$\text{CONTEÚDO DE UMIDADE (\%)} = (\text{peso inicial} - \text{peso final}) \times 100\% \div (\text{peso inicial})$$

(SALOMÃO, 2003).

Para o teste de germinação das sementes de *E. pubescens*, empregaram-se: os substratos papel de filtro, algodão e vermiculita; temperaturas constante (25 °C) e alternada (20 °C e 30 °C) e condições de luminosidade com e sem luz. Neste caso a ausência de luz foi obtida através da cobertura com papel alumínio dos recipientes de plástico transparente (gerbox), enquanto que para a presença de luz os gerbox foram mantidos sem cobertura. As sementes foram avaliadas por um período de 30 dias após semeio nos gerbox, com monitoramento da germinação e condição de umidade dos recipientes, através da aspersão de água, quando o substrato estava pouco úmido. Consideraram-se germinadas sementes que emitirem radícula com pelo menos 2 mm de comprimento, seguindo o critério botânico de germinação (LABORIAU, 1983). As variáveis observadas foram: índice de velocidade de germinação (IVG) (MAGUIRE, 1967) e porcentagem de germinação transformada (arco seno da raiz quadrada da germinação).

O teste de viabilidade do tetrazólio, a 0,5%, foi aplicado às sementes de *Eriotheca pubescens* que não germinaram (BRASIL, 1992), para verificar se ainda estavam viáveis, não tendo germinado por causa de dormência ou se não estavam viáveis, por decomposição ou ausência de embrião.

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes por tratamento, em fatorial 3 x 2 x 2 (níveis de substrato, níveis de temperatura, níveis de luminosidade). A análise estatística foi realizada através de análise de variância, utilizando-se o sistema SAEG e pelo Programa Genes (CRUZ, 2001). As médias encontradas, quando consideradas significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, de acordo com cada situação (PIMENTEL-GOMES, 1976).

2.3 – PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eriotheca pubescens* SUBMETIDAS A DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATO E CONDIÇÃO DE LUMINOSIDADE

No viveiro florestal da Fazenda Água Limpa, foi implantado o experimento visando identificar a condição ideal em termos de substrato e condição de sombreamento para o crescimento inicial das mudas de *E. pubescens*.

Os substratos testados foram: terra de subsolo e areia, em proporções iguais

(1:1); terra de subsolo e areia acrescido de matéria orgânica bem curtida, esterco de caprinos (1:1:1); terra de subsolo + areia (1:1) + fertilizante de liberação lenta, de formulação NPK, 10:10:10, uma colher de chá por embalagem. Nos três tipos de substratos foi acrescido superfosfato simples (fonte solúvel de fósforo – Ca=8%, S=12%, N total=3%, P₂O₅ sol.=17%), na quantidade de 3,0 kg para cada seis carros de mão de substrato (0,187 m³ - suficiente para o preenchimento de aproximadamente 220 sacos plásticos de 17 x 22 cm - 0,85 x 10⁻³ m³ cada embalagem - utilizados para a produção de mudas).

As condições de sombreamento para a produção de mudas foram canteiros a céu aberto (0% de sombreamento), simulando a situação extrema de campo, mudas cultivadas em canteiros em condições de casa de vegetação com 30% de sombreamento (simulando uma área degradada que esteja iniciando o processo de recuperação), mudas em casa de vegetação com 50% de sombreamento (simulando a luminosidade de uma clareira). Ao longo de noventa dias fez-se o monitoramento de pragas e doenças nos recipientes contendo substrato e muda. A irrigação das mudas foi realizada duas vezes ao dia (início da manhã e final da tarde), com duração de meia hora cada vez, por aspersão.

A implantação dos experimentos no viveiro foi estabelecida em conjunto com outras quatro espécies (*Eriotheca candolleana*, *Myracrodruon urundeuva*, *Eugenia dysenterica* e *Physocalymma scaberrimum*). Para cada tipo de substrato e de condição de luminosidade foram distribuídas ao acaso, quatro repetições de 27 sacos plásticos para cada espécie conforme croqui em Anexo (Figuras: A1, A2 e A3).

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições para os 9 tratamentos (3 substratos x 3 condições de sombreamento), com 27 plantas por repetição. O monitoramento foi mensal, por 2 meses, efetuando-se medição de altura (auxílio de régua milimetrada), diâmetro do colo (com paquímetro digital). Para o cálculo da sobrevivência, verificou-se a relação percentual entre o número de plantas germinadas em função do número de plantas vivas após 60 dias.

Uma vez determinada as melhores condições de sombreamento e de substrato no viveiro, selecionaram-se 160 mudas, com base nas plantas mais desenvolvidas, na altura e no diâmetro do coleto, para o plantio no campo.

2.4 – SEMEADURA DIRETA E PLANTIO DE MUDAS DE *Eriotheca pubescens* NO CAMPO (CASCALHEIRA)

Na área de cascalheira da FAL selecionada para este estudo, realizou-se a marcação das covas e a abertura das mesmas através de broca acoplada a um trator. A utilização deste equipamento fez-se necessária em virtude da dificuldade de se perfurar o substrato enrijecido, ao longo de muitos anos de intempéries, na área degradada pela mineração. Cada cova foi aberta nas seguintes dimensões, 1,0 m de profundidade por 0,5 m de diâmetro.

Foram marcados quatro blocos, cada qual com 648,0 m², dividido em quatro unidades experimentais (162 m²) de noventa covas. A distância entre blocos e repetições foi de 3,0 m e entre covas de 1,5 m (Anexo D). As covas foram adubadas com dez litros de adubo curtido de carneiro e cem gramas de superfosfato simples.

A rocha triturada da cascalheira e o esterco de caprino usado nas covas foram submetidos à análise química para determinação do pH em água (relação solo: solução 1:2,5); P, K e Na disponíveis, extraídos com Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis, extraídos com KCl 1 mol L⁻¹, conforme Defelipo & Ribeiro (1997) (Anexo E).

Três dias após o preparo e adubação em um total de 480 covas, iniciou-se o sorteio e distribuição aleatória das mudas e sementes. Considerando que poderiam ocorrer fatores que influenciassem positiva ou negativamente na germinação ou no desenvolvimento das plantas, tais como extremidades dos blocos, água da chuva, animais ou mesmo o futuro crescimento e sombreamento entre plantas, a distribuição dentro de cada unidade experimental foi feita de forma aleatória, procurando assim, reduzir as margens de erro, chegando a resultados o mais confiáveis possível.

As sementes e mudas de *Eriotheca pubescens* foram levadas para o campo e distribuídas ao acaso, em cada unidade experimental; desta forma, realizou-se o plantio das mudas em dez covas e das sementes em outras dez covas diretamente no substrato e outras dez covas com sementes protegidas por copos plásticos transparentes (500 ml) sem o fundo e parcialmente enterrados (4 cm de profundidade), croqui em Anexo (D). Na semeadura direta foram utilizadas, por cova, 02 (duas) sementes de *Eriotheca pubescens*.

Os trabalhos de implantação e coleta de dados ocorreram entre os meses de

Fevereiro e Setembro de 2008. Até a primeira semana de Maio, o tempo foi chuvoso, mantendo a cascalheira úmida por todo o período. A partir da segunda semana de maio, até Setembro, não houve chuva.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – TECNOLOGIA DE SEMENTES

Sementes de *E. pubescens* danificadas (trincadas) ou aparentemente inviáveis (brocadas, chochas ou secas) foram eliminadas, visando com isto obter lote de sementes com 100% de pureza (Figura 2.3).

Amostras de 100 sementes foram tomadas num total de três, as quais pesaram, respectivamente 15,93 g, 16,11 g e 15,71 g; que correspondeu em termos médios à 15,92 g. Tal cálculo equivale a uma quantidade média de 6.280 sementes por quilo. Este resultado está de acordo com aqueles obtidos por Silva Júnior (2005) que encontrou de 4.300 a 6.700 sementes/kg, com Almeida *et al.* (1998) que encontraram 6.700 sementes/kg e acima dos encontrados por Salomão (2003) (4.300 sementes/kg) e Wetzel (1997) (4.350 sementes/kg).

Quanto ao conteúdo de umidade, em três amostragens foram obtidas as médias: 5,68%, 5,85% e 6,00% e a média geral de 5,85% de umidade. Salomão (2003) encontrou 11% e Wetzel (1997) encontrou 11,1% de umidade logo após a colheita e 4,6%, 30 dias após. Tais resultados são compatíveis com o encontrado neste estudo, com as sementes testadas após 40 dias da colheita.



Fotos Clarêr Carrijo

Figura 2.3 - *Eriotheca pubescens*: (a) frutos; (b) sementes beneficiadas; (c) sementes no gerbox para teste de germinação.

3.2 – TESTES DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Eriotheca pubescens* NO

LABORATÓRIO

Verifica-se através da Tabela 2.1 a análise de variância para o índice de velocidade de germinação (IVG) e a percentagem de germinação transformada (AGER), indicando que a interação substrato x luz foi não significativa. Assim, podem-se estudar os efeitos principais (substrato e luz) independentemente.

Com relação ao fator luminosidade, o mesmo não teve significância no que se refere aos resultados obtidos nos dois tipos de tratamentos (com luz e sem luz), em todos os três tipos de substrato. Tal fato sugere que as sementes de *Eriotheca pubescens* são fotoblásticas neutras, podendo germinar em qualquer das situações, no campo. Contudo, existem espécies cuja germinação é dependente de luz como para *Cecropia pachystachya* que apresenta fotoblastismo positivo preferencial e não absoluto (MOSSRI, 1997).

Tabela 2.1 - Análise de variância do teste de germinação das sementes de *Eriotheca pubescens* em condições de laboratório

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	
		IVG ^{1/}	AGER ^{2/}
Substrato	2	31,180**	0,254
Substrato x Iluminação	2	0,579ns	0,025 ns
Resíduo	18	1,978	0,018
Média	—	6,74	0,89
CV%	—	20,87	14,97

^{1/}IVG = índice de velocidade de germinação. ^{2/}AGER = percentagem de germinação transformada (arco seno da raiz quadrada da germinação).
** = significativo a 1%; ns = não significativo

Como foi constatado diferença significativa entre os substratos usados no teste de germinação das sementes de *E. pubescens* (Tabela 2.1), efetuou-se teste de média (Tabela 2.2).

Tabela 2.2 – Substratos utilizados para germinação de sementes de *Eriotheca pubescens*

Substrato	Médias	
	IVG ^{1/}	AGER ^{2/}
Vermiculita	8,76a	15,50
Algodão	6,64ab	11,62ab
Papel Filtro	4,82b	9,00 b
Média Geral	6,74	12,04

^{1/}IVG = índice de velocidade de germinação. ^{2/}AGER = porcentagem de germinação transformada (arco seno da raiz quadrada da germinação). Médias acompanhadas com a mesma letra não diferem entre si, estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de 1%.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2.2, verificou-se diferenças significativas para os valores de IVG entre os substratos avaliados. A vermiculita apresentou IVG maior 31,92% e 81,86% em relação aos substratos algodão e papel filtro, respectivamente. Com relação ao número de sementes germinadas em cada substrato, na vermiculita foram 77,5%, no algodão 58% e no papel filtro 45%. Estes dados mostram que a vermiculita foi a que apresentou os melhores resultados e com isso fica sendo a mais indicada para a realização dos testes de germinação, embora o algodão também possa ser utilizado. Wetzel (1997) encontrou resultado de 90% de germinação utilizando temperatura constante de 25 °C, porém com substrato papel filtro, no escuro.

O teste de tetrazólio não foi realizado com esta espécie, pois as sementes não germinadas, após 30 dias, estavam em processo de decomposição. As sementes de *Eriotheca pubescens* não possuem dormência, desta forma, verificou-se que as que não germinaram podem ter perdido viabilidade por serem naturalmente menos vigorosas (POPINIGIS, 1985).

3.3 – PRODUÇÃO DE MUDAS de *Eriotheca pubescens* NO VIVEIRO

3.3.1 – GERMINAÇÃO NO VIVEIRO

A Tabela 2.3 mostra a análise de variância das sementes germinadas de *Eriotheca pubescens* no viveiro, considerando os diversos níveis de sombreamento

e de substrato testados.

Tabela 2.3 – Análise de variância da germinação de sementes de *Eriotheca pubescens*, no viveiro florestal

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio GER ^{1/}
Substrato	2	4,361 ^{ns}
Sombreamento	2	2,428 ^{ns}
Substrato x Sombreamento	4	5,319 ^{ns}
Resíduo	27	2,833
Médias	–	
CV%	6,98	

^{1/}GER = sementes germinadas. ^{ns} = não significativo

A Tabela 2.3 mostra que as sementes de *Eriotheca pubescens* são indiferentes aos três tipos de substrato (terra de subsolo, areia (1:1) e superfosfato simples; terra de subsolo, areia, matéria orgânica (1:1:1) e superfosfato simples; terra de subsolo, areia (1:1), basacote e superfosfato simples) e às três condições de luminosidade (0%, 30% e 50% de sombreamento), para a germinação. Tal fato pode estar relacionado à condição sucessional de espécie pioneira, o que faz com que suas sementes estejam adaptadas a germinarem em diferentes tipos de solos e, quanto à luminosidade, por serem sementes fotoblásticas neutras, são indiferentes à luz.

Brançalion *et al.* (2008) salientam que a necessidade de luz para a germinação das sementes de espécies florestais pioneiras tem sido freqüentemente relatada na literatura. No entanto, ao trabalharem com sementes de *Heliocarpus popayanensis*, que embora seja uma espécie tipicamente pioneira e possua sementes pequenas, não houve interferência da luz para a germinação das mesmas.

3.3.2 – CRESCIMENTO DAS MUDAS NO VIVEIRO

As mudas de *Eriotheca pubescens* produzidas por sementes no viveiro (Figura 2.4) não apresentaram diferenças significativas quanto ao diâmetro, considerando-se os três níveis de sombreamento e os três tipos de substrato avaliados. Contudo, constatou-se diferenças significativas para a altura das plantas, apenas considerando o substrato. (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 - Análise de variância da altura e do diâmetro das mudas de *Eriotheca pubescens* produzidas no viveiro da FAL

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	
		Altura	Diâmetro
Substrato	2	6,335*	0,199ns
Sombreamento	2	0,664ns	0,600ns
Substrato x Sombreamento	4	0,528ns	0,142ns
Resíduo	27	3,388	4,387
Médias	—	2,067	2,089
CV%	—	17,137	19,295

* = significativo a 5%; ns = não significativo

A Tabela 2.5 apresenta as médias dos diâmetros para os três tipos de substrato e os três níveis de sombreamento.

Tabela 2.5 - Altura e diâmetros das mudas de *Eriotheca pubescens* produzidas sob diferentes níveis de sombreamento tipos de substratos

Substrato	Médias		Sombreamento	Médias	
	Altura	Diâmetro		Altura	Diâmetro
1	2,52a	2,18a	50%	2,26a	2,10a
2	2,17 ^a	2,10 ^a	30%	2,00a	1,93a
3	1,51b	1,99a	0%	1,94a	2,24a

Substrato 1=terra + areia + superfosfato, substrato 2= terra + areia + matéria orgânica + superfosfato, substrato 3 = terra + areia + basacote + superfosfato; médias acompanhadas com a mesma letra não diferem entre si, estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

De acordo com a Tabela 2.5, para a altura, verificou-se que substrato 3 foi inferior aos demais. Aparentemente, pode estar havendo um efeito negativo do fertilizante de liberação lenta (basacote) sobre o crescimento em altura das mudas no viveiro; é possível que haja reversão deste efeito ao longo do tempo.

Com relação ao diâmetro, todos os substratos apresentaram características favoráveis. Deve-se destacar que um diâmetro adequado quase sempre é garantia de sucesso no estabelecimento no campo.

Quanto ao sombreamento, não houve efeito significativo nem para a altura nem para o diâmetro nas três condições de iluminação. Mossri (1997) verificou que não houve diferença significativa no crescimento de *Cecropia pachystachya* para

duas condições de luz testadas, pleno sol e sombra, mas que a *Hymenaea courbaril* apresentou maior crescimento em altura à sombra.



Fotos Clarêt Carrijo

Figura 2.4 - *Eriotheca pubescens*: (a) início da germinação; (b) mudas sombreadas; (c) mudas prontas para o campo.

3.4 - GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE *Eriotheca pubescens* E SUA SOBREVIVÊNCIA NO CAMPO

No campo, as sementes de *Eriotheca pubescens* foram semeadas com ou sem a utilização de protetor físico de germinação (Figura 2.5), e os dados referentes à sua germinação e sobrevivência das plantas após 171 dias foram analisados, efetuando-se o teste de Liliefors para as variáveis sementes germinadas (GER) e plantas vivas originadas das sementes germinadas (VIVAS), através do qual se constatou que ambas as variáveis apresentavam distribuição normal. Sendo assim, procederam-se as análises de variâncias com os dados originais, apresentada no Tabela 2.6.

Tabela 2.6 - Análise de variância para das sementes e plantas vivas através do semeio direto no campo de *Eriotheca pubescens*

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	
		GER	VIVAS
Semeio	12	153,125**	195,031
Resíduo	30	4,429	2,831
Médias	—	5,750	3,469
CV%	—	36,601	48,508

**= significativo ao nível de 1%; ns = não significativo; GER = sementes Germinadas; VIVAS = plantas vivas após 171 dias.

Ao se analisar a Tabela 2.6, verifica-se que há diferenças estatísticas significativas entre os dois tipos de semeio (sementes com e sem protetor físico de germinação), com relação a ambas às variáveis sementes germinadas e plantas vivas, após 171 dias.

As sementes com proteção por copos plásticos apresentaram média de germinação de 79,4%, superior à germinação das sementes sem copo plástico (35,6%). Ao utilizar copos plásticos para proteção das sementes, no semeio direto de *Pinus taeda* L., Serpa *et al.* (1999) concluíram que o protetor físico garantiu maior percentagem na emergência final, sobrevivência e densidade de plantas. Em consonância com este resultado, Mattei (1995) utilizou copos plásticos descartáveis, sem o fundo, no plantio direto de *Cedrela* sp e *Pinus* sp, tendo observado que o protetor plástico influenciou positivamente a germinação e estabelecimento das plântulas das referidas espécies.

Santos Júnior *et al.* (2004) em estudo com várias espécies, observaram que empregando-se o semeio direto para *Trema micrantha*, os protetores demonstraram ser eficazes na sobrevivência, com taxa de 71,2%, enquanto na ausência do protetor germinativo, o valor médio obtido foi de 33%. Os mesmos autores verificaram que as sementes de *Tabebuia serratifolia* são também favorecidas na germinação pelo uso do protetor plástico.

Quanto à variável plantas vivas, após 171 dias o semeio das sementes com protetor plástico apresentou média de 59,4%, também superior ao semeio das sementes sem protetor plástico, com média de 10,0%.

Os resultados obtidos estão de acordo com os de Santos Júnior *et al.* (2004) que, trabalhando com *Copaifera langsdorffii* e com *Tabebuia serratifolia*, verificaram que o uso de protetores físicos foi eficaz na sobrevivência dos indivíduos, apresentando valores superiores aos encontrados na ausência do protetor germinativo; o que pode ser explicado pela manutenção de maior teor de umidade em seu interior. Andrade (2008) verificou que o emprego de protetor plástico no semeio direto de *Enterolobium contortisiliquum* elevou o percentual de germinação e influenciou na sobrevivência desta espécie no campo. Klein (2005) trabalhando com *Peltophorum dubium* (Spreng.) e com *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. verificou que o uso de protetores físicos se mostrou eficaz em relação à sobrevivência de plântulas protegidas nos 90, 180 e 270 dias de observação.



Fotos: Clarêr Carrijo

Figura 2.5 – *Eriotheca pubescens*: (a) semeio no copo; (b) germinada no copo; (c) germinada na cova, sem copo.

3.5 – CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DAS MUDAS DE *Eriotheca pubescens* NO CAMPO

As mudas de *Eriotheca pubescens* (Figura 2.7) plantadas no campo apresentaram, após 171 dias do plantio na cascalheira, um percentual de sobrevivência de 76,3%.

Quanto ao crescimento em altura e diâmetro, em função da idade, foi estudado através da análise de regressão (PIMENTEL-GOMES, 1976).

Com relação à altura, observou-se que o mais apropriado foi o modelo de segundo grau, sendo este:

$$H = 3,525 - 0,0045 \times \text{idade} + 0,000077 \times \text{idade}^2; \quad R^2 = 0,66.$$

Quanto ao diâmetro, verificou-se comportamento linear, conforme o modelo:

$$D = 3,3713 + 0,004464 \times \text{idade}; \quad R^2 = 0,87$$

O crescimento no campo das mudas de *Eriotheca pubescens*, em altura (cm) e diâmetro (mm), são apresentados na Figura 2.6

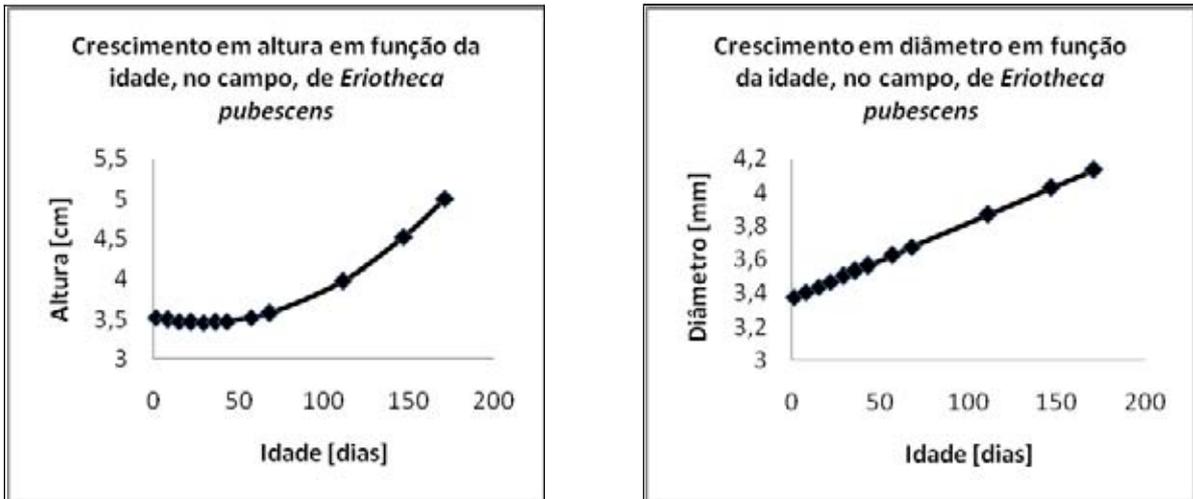


Figura 2.6: Crescimento em altura (cm) e em diâmetro (mm), no campo, em função da idade de *Eriotheca pubescens*.

Observa-se na Figura 2.6 o crescimento contínuo em altura e diâmetro das mudas de *Eriotheca pubescens*, confirmando a tendência da espécie para sobreviver em situações extremas de solo e clima, considerando terem sido plantadas em substrato minerado e resistido a quatro meses de seca, durante os meses de Maio a Setembro. Corrêa (2006) ao estudar espécies lenhosas do cerrado para uso em programas de recuperação de áreas degradadas, afirma que espécies que apresentam crescimento lento, mas altas percentagens de sobrevivência devem ser utilizadas quando o objetivo principal não seja a rápida cobertura vegetal do substrato, mas o aumento da diversidade ou o estímulo ao aparecimento de fauna.

Considerando que 76,3% das mudas plantadas estavam vivas, após 171 dias, pode-se afirmar que esta espécie é indicada para utilização em áreas degradadas; concordando com Almeida *et al.* (1998), Rezende (2002), Duarte (2006) e Corrêa *et al.* (2007) que a classificaram como pioneira e recomendada para a utilização na recuperação de áreas degradadas.

. Corrêa & Melo Filho (2007) ao estudarem a composição florística do estrato lenhoso de jazidas degradadas pela mineração no Distrito Federal e abandonadas à sucessão, verificaram que a espécie *Eriotheca pubescens* ocorreu em 26,7% dos locais estudados, sendo tal frequência de presença em jazidas, suficiente para considerá-la como espécie acessória e recomendada para projetos de recuperação de áreas mineradas no Cerrado.



Fotos: Clarêt Carrijo

Figura 2.7 – Mudanças de *Eriotheca pubescens* plantadas na cascalheira da Caesb.

4 - CONCLUSÕES

1. No laboratório, a presença ou ausência de luminosidade não afeta a germinação de sementes de *Eriotheca pubescens*. O substrato vermiculita foi o que melhor favoreceu a germinação das sementes desta espécie.
2. No viveiro, as mudas de *Eriotheca pubescens* não apresentaram diferenças significativas em diâmetro e altura, independente da intensidade de luz.
3. No campo, as sementes semeadas dentro de copos plásticos germinam mais que as sementes lançadas diretamente na cova, sem a proteção do copo.
4. No campo as plantas originadas de sementes protegidas sobreviveram mais do que aquelas sem protetor físico de germinação.
5. A espécie *Eriotheca pubescens* é recomendada para utilização em programas de recuperação de áreas degradadas por mineração no Cerrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: Espécies Vegetais Úteis**, 1.ed., Planaltina-DF, EMBRAPA-CPAC, 1998.464.p.
- ANDRADE, A.P.A. **Avaliação da utilização de protetor físico de germinação e semeadura direta das espécies *Copaifera langsdorffii* Desf. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. em área degradada pela mineração.** 2007. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- BRANCALION, P.H.S.; NOVENBRE, A.D.L.C.; RODRIGUES, R.R.; CHAMMA, H.M.C.P. Efeito da luz e de diferentes temperaturas na germinação de sementes de *Heliocarpus popayanensis* L. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32 n.2 Viçosa mar./abr. 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes – RAS.** Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Departamento de Defesa Vegetal, 1992. 365p.
- CARVALHO FILHO, J.L.S.; ARRIGONI-BLANKI, M.F.; BLANKI, A.F.; RANGEL, M.S.A.; Produção de mudas de (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes e composições de substratos, **CERNE**, Lavras – MG, V.9, N.1, p.109-118, 2003.
- CORRÊA, R.S., **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no cerrado – manual para revegetação**, Editora Universa. Brasília, 2006. 186 p.
- CORRÊA, R.S.; MELO FILHO, B. Levantamento florístico do estrato lenhoso das áreas mineradas no Distrito Federal, **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v.31, n. 6, p. 1099-1108, 2007.
- CORRÊA, R.S.; MELO FILHO, B.; BAPTISTA, M.M. Avaliação fitossociológica da sucessão autogênica em áreas mineradas no Distrito Federal. **Cerne**, Lavras - MG, v. 13, n. 4, p. 406-415, out./dez. 2007.
- CRUZ, C. D. Programa Genes: Versão Windows. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001 (disponível na página www.ufv.gov.br).
- DEFELIPO, B.V.; RIBEIRO, A.C. **Análise química do solo, metodologia.** 2.ed. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1997. 26p.
- DUARTE, M.C. **Diversidade de Bombacaceae Kunth no estado de São Paulo.** 2006. 112f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente), Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2006.
- LABORIAU, L.G. **A germinação das sementes.** Washington, DC: DEA, 1983. 174p.

- MAGUIRE, J.B. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MATTEI, V.L. Preparo de solo e uso de protetor físico, na implantação de *Cedrela fissilis* V. e *Pinus taeda* L., por sementeira direta. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas – RS, v.1, nº 3, 127-132, Set.-Dez., 1995.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 6. ed., Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1976. 430p.
- POPINIGIS, E. **Fisiologia de Sementes**. 2ed. Editora Abrates. Brasília, 298p. 1985.
- REZENDE, A. V. **Diversidade, estrutura, dinâmica e prognose do crescimento de um cerrado sensu stricto submetido a diferentes distúrbios por desmatamento**. 2002. 243f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2002.
- SALOMÃO, A. N., org., **Germinação de Sementes e Produção de Mudanças de Plantas do Cerrado**, 1.ed. Brasília, Rede de Sementes do Cerrado, 2003. 96p.
- SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F., editores técnicos. **Cerrado: Ecologia e Flora**. Embrapa Cerrados, Brasília, 406 p. 2008.
- SANTOS JÚNIOR, N.A.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C. Estudo da germinação e sobrevivência de espécies arbóreas em sistema de sementeira direta, visando à recomposição de mata ciliar, **Cerne**, Lavras - MG, v. 10, n. 1, p. 103-117, jan./jun. 2004.
- SERPA, M.R.; MATTEI, V.L. Avaliação de diferentes materiais de cobertura e de um protetor físico, no estabelecimento de plantas de *Pinus taeda* L., por sementeira direta no campo, Santa Maria, **Ciência Florestal**, Santa Maria – RS, v 9, n. 2, 1999.
- SILVA JÚNIOR, M.C. **100 Árvores do Cerrado: Guia de Campo**. Ed. Rede de Sementes do Cerrado. il. Brasília, 278 p, 2005.
- WETZEL, M.M.V.S. **Época de dispersão e fisiologia de sementes do cerrado**. Brasília: Universidade de Brasília , 1997, 168 p. Dissertação de Doutorado.

CAPÍTULO III

ESTABELECIMENTO DE *Eriotheca candolleana* (K. Schum.) A. Robyns ATRAVÉS DO SEMEIO E PLANTIO DE MUDAS EM ÁREA DE CASCALHEIRA



Foto: Clarêt Carrijo

Figura 3.1 - *Eriotheca candolleana* (K. Schum.) A. Robyns, frutificando.

RESUMO

Este estudo tem por objeto avaliar as características e potencialidades da espécie *Eriotheca candolleana* (K. Schum.) A. Robyns, nos aspectos referentes à tecnologia de sementes, produção de mudas e seu plantio no campo, juntamente com a semeadura direta, com ou sem protetor físico na recuperação de área degradada por mineração, em uma cascalheira abandonada localizada na Fazenda Água Limpa, da UnB. As sementes de *Eriotheca candolleana* apresentaram teor de umidade de 10,71% e 9380 sementes por quilo. No laboratório, houve germinação de 88,0% quando usou-se a combinação temperatura constante de 25 °C, sem luminosidade e substrato contendo apenas algodão. Na produção de mudas no viveiro, *E. candolleana* apresentou maior média de crescimento quando se utilizou substrato contendo terra, areia, matéria orgânica e superfosfato simples nos sombreamentos de 50% ou de 30%. No campo, o semeio direto no interior de protetor físico apresentou 40% de germinação e sem o protetor 6,9% de germinação. Após 171 dias houve sobrevivência de 10,6% das plantas originadas de sementes protegidas e 0% das sem o protetor físico. As mudas levadas para o campo tiveram crescimento lento, sendo uma média em altura de 7,0 cm e de diâmetro de 2,5 mm, mas com 83,8% de sobrevivência, tendo potencial para utilização em áreas degradadas por mineração.

Palavras-chave: Germinação, semente, protetor físico de germinação, catuaba-branca.

ABSTRACT

Over decade, Brasília (Distrito Federal), which is Brazil's capital, there was a need for gravel, sand and pebble to roads' construction causing, an increased in an abandoned mining areas. Those areas had lost part or total of its resilience; at the same time there were some heat islands, free erosion spaces and consequently an increase in regeneration process. This study aims to show the features and capabilities of the species *Eriotheca candolleana* (K. Schum.). A. Robyn's, due to its seed technology, seedlings production and planting in the field, along with the direct sow, with or without the physical protection at rehabilitation of degraded mining area, located in an abandoned gravel pit, in the Água Limpa Farm, at UnB (University of Brasília – Brazil). The 938 seeds (about one Kilogram) of *Eriotheca candolleana* had moisture content about 10.71%. Laboratory study indicated the best combination of constant temperature (25°C), dark room and cotton substrate. Seedlings arboretum production, are species that responds very well to the use of organic matter in the substrate and 50% of shading. By utilized in the field study direct sow with physical protection it indicated both germination and survival of seedlings were statistically significance. Once those seedlings were taken to the field they indicated a slowly grown, and 83.8% of its survival, with potential to be used in the degraded mining areas.

KEY-WORDS: germination, seed, physical protection for germination, *Eriotheca candolleana*

1 – INTRODUÇÃO

De acordo com Martins (2004), a germinação e o estabelecimento de plantas lenhosas no Cerrado ainda são pouco conhecidos. São necessários trabalhos que possam expressar não só a elevada proporção de sementes viáveis e capacidade de germinação em condições de laboratório, mas que também promovam o mesmo desempenho dessas espécies no campo, adotando-se as técnicas preconizadas pelo laboratório de sementes.

A espécie *Eriotheca candolleana* (K. Schum.) A. Robyns, da família Bombacaceae, de nomes populares Catuaba, Catuaba-branca, Embiruçu, Casca-de-embira e Mandioquinha (DUARTE 2006), ocorre predominantemente em matas de galeria e é considerada uma espécie exclusiva do Brasil, sendo encontrada no sul da Bahia e em todos os estados das regiões Centro-Oeste e Sudeste, em floresta estacional semidecidual, no interior de mata, em áreas abertas e beiras de estrada e raramente no cerrado *sensu stricto*. A árvore é bastante ornamental, principalmente pela copa estreita de folhagem delicada; presta-se para o paisagismo, principalmente para a arborização de praças e avenidas. Como é considerada uma planta de rápido crescimento, esta característica a torna viável para o plantio em áreas degradadas e em áreas de preservação permanente.

A *Eriotheca candolleana* é uma das espécies encontradas em levantamento florístico de matas de galeria do Distrito Federal (SILVA JÚNIOR *et al.*, 1998) e esta espécie tem sido classificada como pertencente ao grupo ecológico das secundárias iniciais (ROLIM *et al.*, 1999; LOPES *et al.*, 2002; SILVA *et al.*, 2003; HIGUCHI *et al.*, 2006).

O objetivo deste estudo foi avaliar a germinação de sementes de *Eriotheca candolleana*, a eficácia e a viabilidade de duas formas de plantio desta espécie, sendo um através do plantio de mudas e outro por semeadura direta com e sem a proteção de copo plástico, em área degradada do Cerrado pela atividade de mineração.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi desenvolvido em Brasília (DF), na Universidade de Brasília (UnB) e no Departamento de Engenharia Florestal (UnB) onde realizou-se o beneficiamento e os testes de germinação de sementes de *Eriotheca candolleana*. A produção de mudas desta espécie foi realizada no viveiro florestal localizado na Fazenda Água Limpa (FAL), área pertencente à UnB. A área degradada selecionada para realização de parte deste estudo, localiza-se no interior da FAL, a qual recebe a denominação de Cascalheira da Caesb, devido à proximidade da mesma em relação à estação de captação de águas da Companhia de Saneamento de Brasília (Caesb). Em termos geográficos a área da cascalheira situa-se a uma altitude de 1.149 m e coordenadas geográficas 15°57'281"S e 47°58'789"W, no Distrito Federal, sendo sua vegetação original formada de cerrado *sensu stricto* (Figura 3.2)



Foto Clarê Carrijo

Figura 3.2 – Cascalheira da Caesb; ao fundo, área de cerrado *sensu stricto*, na FAL

2.2 – COLETA E ANÁLISE DE SEMENTES DE *Eriotheca candolleana*

A coleta de frutos da espécie *Eriotheca candolleana*, foi realizada na Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Foram coletados

430 frutos de três matrizes, árvores de bom porte e bastantes frutificadas. O beneficiamento das sementes foi feito no Laboratório de Sementes Florestais do Departamento de Engenharia Florestal. Executou-se a manutenção da umidade e controle fitossanitário das sementes.

Para a determinação da pureza dos lotes de sementes de *Eriotheca candolleana* determinou-se o peso inicial e o número total de sementes; em seguida, foram removidas as impurezas tais como sementes brocadas, mal formadas, danificadas e contaminadas; o material foi pesado e o número de sementes novamente contado. Os valores finais de peso e número de sementes foram usados para calcular o número de sementes por quilo e o peso de 1.000 sementes, com isto determinou-se a porcentagem de pureza, através da seguinte fórmula:

$$\text{PUREZA} = (\text{peso de sementes sadias}) \times 100\% \div (\text{peso inicial do lote})$$
(SALOMÃO, 2003).

Para a determinação do teor de umidade inicial das sementes, foi adotado o método da estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas.

$$\text{CONTEÚDO DE UMIDADE} = (\text{peso inicial} - \text{peso final}) \times 100\% \div (\text{peso inicial})$$
(SALOMÃO, 2003).

O teste de germinação foi realizado usando-se os substratos: papel filtro, rolo de papel filtro, algodão e vermiculita, temperatura constante (25 °C) e alternada, ou seja 20 e 30 °C e condições de luminosidade: com e sem a presença de luz. As sementes foram avaliadas por 30 dias e consideraram-se germinadas aquelas que emitiram radícula com pelo menos 2 mm de comprimento, em conformidade com o critério botânico de germinação proposto por Laboriau (1983). As variáveis observadas foram: índice de velocidade de germinação (IVG) (MAGUIRE, 1967) e porcentagem de germinação transformada (arco seno da raiz quadrada da germinação).

O teste de viabilidade do tetrazólio, 0,5%, foi aplicado às sementes de *Eriotheca candolleana* que não germinaram (BRASIL, 1992), para verificar se ainda estavam viáveis, não tendo germinado por causa de dormência ou se não estavam viáveis, por decomposição ou ausência de embrião.

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições e utilização de 25 sementes por tratamento, em fatorial 3 x 2 x 2 (níveis de substrato, níveis de temperatura, níveis de luminosidade). A análise estatística foi realizada através de análise de variância, utilizando-se o sistema SAEG e pelo

Programa Genes (CRUZ, 2001). As médias encontradas, quando consideradas significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (PIMENTEL-GOMES, 1976).

2.3 – PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eriotheca candolleana* SUBMETIDAS A DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATO E CONDIÇÃO DE LUMINOSIDADE

No viveiro florestal, foi implantado o experimento visando identificar a condição ideal em termos de substrato e condição de luminosidade para o crescimento inicial de mudas de *E. candolleana*.

Os substratos testados foram: terra de subsolo e areia, em proporções iguais (1:1); terra de subsolo e areia acrescido de matéria orgânica bem curtida, esterco de caprinos (1:1:1); terra de subsolo + areia (1:1) + fertilizante de liberação lenta, de formulação NPK, 10:10:10, uma colher de chá por embalagem. Nos três tipos de substratos foi acrescido superfosfato simples (fonte solúvel de fósforo – Ca=8%, S=12%, N total=3%, P₂O₅ sol.=18%), na quantidade de 3,0 kg para cada seis carros de mão de substrato (0,187 m³ - suficiente para o preenchimento de aproximadamente 220 sacos plásticos de 17 x 22 cm - 0,85 x 10⁻³ m³ cada embalagem - utilizados para a produção de mudas).

As condições de luminosidade para a produção de mudas foram 0%, 30% e 50% de sombreamento. Ao longo de noventa dias fez-se o monitoramento de pragas e doenças nos recipientes contendo substrato e muda. A irrigação das mudas foi realizada duas vezes ao dia (início da manhã e final da tarde), com duração de meia hora cada vez, por aspersão.

A implantação dos experimentos no viveiro foi estabelecida em conjunto com outras quatro espécies (*Eriotheca candolleana*, *Myracrodruon urundeuva*, *Eugenia dysenterica* e *Physocalymma scaberrimum*). Para cada tipo de substrato e de condição de luminosidade foram distribuídas ao acaso, quatro repetições de 27 sacos plásticos para cada espécie conforme croqui em Anexo (Figuras: A, B e C).

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições para os 9 tratamentos (3 substratos x 3 condições de sombreamento), contendo 27 plantas por repetição. O monitoramento foi mensal, durante 3 meses,

efetuando-se medição de altura com auxílio de régua milimetrada, diâmetro do colo com paquímetro digital. Para o cálculo da sobrevivência, efetuou-se a relação percentual entre o número de plantas germinadas em função do número de plantas vivas após 60 dias.

Uma vez determinadas as melhores condições de luminosidade e de substrato no viveiro, selecionaram-se 160 mudas com base nas plantas mais desenvolvidas, na altura e no diâmetro do coleto, para o plantio no campo.

2.4 – SEMEADURA DIRETA E PLANTIO DE *Eriotheca candolleana* EM ÁREA DE CASCALHEIRA

Na área de cascalheira da FAL selecionada para este estudo, realizou-se a marcação das covas e a abertura das mesmas através de broca acoplada a um trator. A utilização deste equipamento fez-se necessária em virtude da dificuldade de se perfurar o substrato enrijecido, ao longo de muitos anos de intempéries, na área degradada pela mineração. Cada cova foi aberta nas seguintes dimensões, 1,0 m de profundidade por 0,5 m de diâmetro.

Foram marcados quatro blocos, cada qual com 648,0 m², dividido em quatro unidades experimentais (162 m²) de noventa covas. A distância entre blocos e repetições foi de 3,0 m e entre covas de 1,5 m (Anexo A4). As covas foram adubadas com dez litros de adubo curtido de carneiro e cem gramas de superfosfato simples.

A rocha triturada da cascalheira e o esterco de caprino usado nas covas foram submetidos à análise química para determinação do pH em água (relação solo: solução 1:2,5); P, K e Na disponíveis, extraídos com Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis, extraídos com KCl 1 mol L⁻¹, conforme Defelipo & Ribeiro (1997) (Anexo E).

Três dias após o preparo e adubação do total de 480 covas, iniciou-se o sorteio e distribuição aleatória das mudas e sementes. Considerando que poderiam ocorrer fatores que influenciassem positiva ou negativamente na germinação ou no desenvolvimento das plantas, tais como extremidades dos blocos, água da chuva, animais ou mesmo o futuro crescimento e sombreamento entre plantas, a distribuição dentro de cada unidade experimental foi feita de forma aleatória,

procurando assim, reduzir as margens de erro, chegando a resultados o mais confiáveis possível.

As sementes e mudas de *Eriotheca candolleana* foram levadas para o campo e distribuídas ao acaso, em cada unidade experimental, sendo que de dez covas com mudas, havia outras dez covas com sementes semeadas diretamente no substrato e dez covas com sementes semeadas no interior de copos plásticos transparentes (500 ml) sem o fundo e enterrados a 4 cm de profundidade no substrato da cascalheira, croqui em Anexo (D). Na semeadura direta foram utilizadas, por cova, três sementes de *Eriotheca candolleana*

Os trabalhos de implantação e coleta de dados ocorreram entre os meses de Fevereiro e Setembro de 2008. Até a primeira semana de Maio, o tempo foi chuvoso, mantendo a cascalheira úmida por todo o período. A partir da segunda semana de maio, até Setembro, não houve chuva.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 - TECNOLOGIA DAS SEMENTES:

Após a separação das sementes de sua paina, todas as danificadas ou aparentemente inviáveis foram eliminadas (Figura 3.3). A análise o lote, posteriormente, foi considerada como estando com 100% de pureza.

Três amostras, de cem sementes cada, de *Eriotheca candolleana* pesaram 10,57g, 10,32g e 10,08g; portanto, 100 sementes possuem média 10,66g. Tal cálculo equivale a uma quantidade média de cerca de 9.380 sementes por quilo.

O conteúdo de umidade, em três amostragens foi obtido através das determinações de três teores de umidade: 10,77%, 10,75% e 10,60% o que em média correspondeu a 10,71% de umidade.

Varela *et al.* (1999) estudando sementes de outra espécie da família Bombacaceae, a *Ceiba pentandra*, encontraram teor de umidade de 12,7% e 20.050 sementes por quilo, portanto sementes menores do que as da espécie estudada neste trabalho, porém ressalta-se que o teor de umidade apresenta valores semelhantes.



Fotos Clarêt Carrijo

Figura 3.3 - *Eriotheca candolleana*: (a) frutos; (b) sementes sendo beneficiadas; (c) sementes no gerbox para teste de germinação.

3.2– TESTES DE GERMINAÇÃO DE *Eriotheca candolleana* NO LABORATÓRIO

Os resultados da análise de variância para os efeitos de substratos, luminosidade e temperatura, bem como de suas interações, com relação à porcentagem de germinação e ao IVG são apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Influência do substrato, luminosidade e temperatura no índice de velocidade de germinação (IVG) e na porcentagem de germinação transformada (AGER) de sementes de *Eriotheca candolleana*.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	
		IVG ^{1/}	AGER ^{2/}
Substrato	3	1,7416	0.1107*
Iluminação	1	1,5252*	1,5252*
Temperatura	1	18,3184*	18,8184*
Substrato x Iluminação	3	2,3760*	0,1094*
Iluminação x Temperatura	3	2,1608*	0,1897*
Substrato x Iluminação x Temperatura	1	0,8260 ^{ns}	0,0616*
Resíduo	3	0,4410	0.0193
Médias		2,9250	0,9703
CV%		22,705	14.316

^{1/}IVG = índice de velocidade de germinação; ^{2/}AGER = porcentagem de germinação transformada (arco seno da raiz quadrada da germinação); * = significativo a 5%; ^{ns} = não significativo.

O coeficiente de variação para a porcentagem germinação foi de 14,32%, podendo ser considerado um bom nível de controle experimental, dentro dos padrões de experimentação com plantas. Com relação ao IVG, o coeficiente de

variação foi um pouco maior (22,71%), mas ainda em nível razoável. Santos (2007), trabalhando com *Physocalymma scaberrimum*, utilizando a mesma metodologia de trabalho, encontrou coeficiente de variação de 27,57% para IVG e 22,74% para AGER, considerando ser um médio controle ambiental do experimento.

A média geral de germinação foi de 16,77, o que corresponde a 67% de sementes germinadas. O IVG médio é de 2,93 (Tabela 3.1). Varela *et al.* (1999), trabalhando com *Ceiba pentandra*, obtiveram 82% de taxa de germinação; a diferença do poder germinativo de ambas as espécies da mesma família deve-se provavelmente às características de vigor das matrizes coletadas, pois as espécies citadas possuem boa capacidade de germinação, o que facilita para a produção de mudas em larga escala para recuperação de áreas degradadas.

Como detectou-se efeito significativo dos três substratos avaliados nas duas intensidades de luminosidade e nas duas temperaturas, estes foram analisados separadamente

Com relação ao efeito do substrato quando se utilizou a temperatura alternada (25 e 30 °C) e iluminação, nos testes de germinação de *Eriotheca candolleana*, a análise de variância é apresentada no Tabela 3.2, onde observa-se que não há efeito significativo para substrato. No mesmo quadro apresenta-se a análise de variância da germinação transformada – AGER, onde verifica-se que há efeito significativo para o substrato.

Tabela 3.2 - Análise de variância da influência da temperatura alternada (25 e 30 °C) e iluminação no índice de velocidade de germinação –IVG – e na germinação transformada – AGER - das sementes de *Eriotheca candolleana*.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	QM IVG ^{1/}	QM AGER ^{2/}
Substrato	3	0,5845	0,6026*
Resíduo	12	0,3196	0,9560
CV%		20,724	9,748

^{1/} = Quadrado Médio do Índice de Velocidade de Germinação; ^{2/} =

Quadrado Médio da Germinação Transformada – arco seno da raiz quadrada;

* = significativo a 5%; ^{ns} = não significativo.

De acordo com a Tabela 3.3, as médias de IVG para os diversos substratos não apresentam diferenças significativas entre elas. Entretanto, para

AGER verifica-se que o substrato 3 se destaca como o mais indicado para as condições testadas.

Tabela 3.3 – Índice de velocidade de germinação, germinação transformada e germinação na temperatura de 20 e 30 °C e presença de luz para as Sementes de *Eriotheca candolleana*

Substrato	Médias IVG	Médias AGER	Médias GER
Papel filtro	3,0275a	1,13a	20,25a
Vermiculita	2,9375a	1,07a	19,25a
Algodão	2,770a	0,94ab	16,25ab
Rolo de papel filtro	2,1775	0,87b	14,50b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;
IVG = não significativo; AGER = significativo; GER = significativo

O uso de papel filtro como substrato (substrato 3) apresentou resultados superiores aos outros dois testados, o que equivaleu a 81% de germinação, nos testes de germinação onde se utilizou o rolo de papel filtro (substrato 4) obteve-se germinação de 77% das sementes (Tabela 3.3, médias GER).

Para a temperatura alternada 20 e 30 °C e ausência de iluminação, a análise de variância é apresentada na Tabela 3.4, onde se verifica que o efeito substrato é significativo para IVG e germinação transformada (AGER).

Tabela 3.4 - Efeito de substratos na temperatura de 20 e 30 °C e ausência de luminosidade na germinação de sementes de *Eriotheca candolleana*.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	QM IVG ^{1/}	QM AGER ^{2/}
Substrato	3	4,4365 **	2,7284**
Resíduo	12	0,1681	0,1681
CV%		19,98	17,54

^{1/} = Quadrado Médio do Índice de Velocidade de Germinação; ^{2/} = Quadrado

Médio da Germinação Transformada – arco seno da raiz quadrada; ** = significativo a 1% pelo teste de Tukey;

Tabela 3.5 - Índice de velocidade de germinação e germinação transformada na temperatura de 20 e 30 °C e ausência de luminosidade para as sementes da espécie *Eriotheca candolleana*.

Substrato	Médias IVG	Médias AGER
Vermiculita	2,8200 ^a	1,1343 ^a
Algodão	2,6300 ^a	1,0737 ^a
Papel filtro	2,2500 ^a	0,9381 ^a
Rolo de papel filtro	0,5125 ^b	0,8661 ^b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1%

Analisando a Tabela 3.5, verifica-se que o substrato vermiculita é o substrato mais indicado para testes de germinação com sementes desta espécie, pois apresentou 70% de germinação. No entanto estatisticamente não difere dos substratos 2 e 3. Portanto, os dados mostram que os substratos 1, 2 e 3 são podem ser usados em testes de germinação de sementes de *Eriotheca candolleana*.

Calazans (2008), em testes de germinação em laboratório, empregando apenas temperatura alternada (20-30 °C), conclui que a vermiculita é o melhor substrato a ser utilizado para as sementes de *Eriotheca candolleana*, com 53,75% de germinação. Seus dados mostram que o algodão também é um substrato recomendável, com 48,75%, porém não recomenda o substrato papel de filtro.

Com relação ao efeito do substrato para a temperatura de 25 °C e presença de luminosidade verifica-se, de acordo com a Tabela 3.6, que não houve diferença significativa para IVG, sendo significativa apenas para germinadas.

Tabela 3.6 - Efeito de substratos na temperatura 25 °C e presença de luminosidade na germinação de sementes de *Eriotheca candolleana*

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	QM IVG1/	QM AGER2/
Substrato	3	0,7785ns	0,0285*
Resíduo	12	0,2399	0,0056
CV%		14,28	6,98

^{1/} = Quadrado Médio do Índice de Velocidade de Germinação; ^{2/} = Quadrado Médio da Germinação Transformada – arco seno da raiz quadrada; * = significativo a 5% pelo teste de Tukey; ns=não significativo

Tabela 3.7 – Média da germinação transformada - AGER - na temperatura 25 °C e presença de luminosidade, de sementes da espécie *Eriotheca candolleana* .

Substrato	Médias AGER ^{1/}
Rolo de papel filtro	1,1668a
Papel filtro	1,1211ab
Vermiculita	1,0595 ab
Algodão	0,9718b

médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%; ^{1/} = Germinação transformada – arco seno da raiz quadrada;

O substrato rolo de papel filtro é o mais indicado nas condições de temperatura 25 °C e presença de luz, com 84% de germinação (Tabela 3.7).

Quanto ao efeito do substrato para a temperatura 25 °C e ausência de iluminação, tem-se a análise de variância apresentada na Tabela 3.8.

Tabela 3.8 - Efeito de substratos na temperatura de 25 °C e ausência de iluminação, na germinação de sementes de *Eriotheca candolleana*

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	QM IVG ^{1/}	QM AGER ^{2/}
Substrato	3	2,4698 ^{ns}	0,1100 ^{ns}
Resíduo	12	1,0364	0,0451
CV%		29,18	20,05

^{1/} = Quadrado Médio do Índice de Velocidade de Germinação; ^{2/} = Quadrado Médio da Germinação Transformada – arco seno da raiz quadrada; * = significativo a 5% pelo teste de Tukey; ns=não significativo (p>0,05).

De acordo com a Tabela 3.8, não há efeito significativo para substratos na temperatura constante de 25 °C e ausência de iluminação na germinação de sementes de *Eriotheca candolleana* para nenhuma das variáveis avaliadas. As médias para IVG e AGER estão na Tabela 3.9.

Tabela 3.9 - Índice de velocidade de germinação e germinação transformada na temperatura de 25 °C e ausência de luminosidade para as sementes de *Eriotheca candolleana*

Substrato	Médias IVG	Médias AGER
Algodão	4,4000 ^a	1,2263 ^a
Papel filtro	3,8250 ^a	1,1623 ^a
Rolo de papel filtro	3,1250 ^a	0,9921 ^a
Vermiculita	2,6075 ^a	0,8605 ^a

Médias acompanhadas com a mesma letra não diferem entre si, estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5%..

Apesar de não haver efeito significativo no substrato com relação à temperatura de 25 °C e ausência de iluminação, pode-se indicar o algodão como o mais adequado por apresentar maior germinação (88%).

Considerando as distintas condições de temperatura e luminosidade, observa-se que as sementes de *Eriotheca candolleana* apresentaram melhor desempenho no teste de germinação na combinação temperatura de 25 °C x ausência de iluminação x substrato algodão, com um percentual de 88%. Antunes *et al.* (2004) e Scarpa *et al.* (2004), no entanto, trabalhando com *Eriotheca candolleana* e com *Eriotheca gracilipes* concluem que não houve diferença entre os percentuais de sementes germinadas em exposição à luz e no escuro em ambas as condições de temperatura (constante e alternada) para as duas espécies.

O teste de tetrazólio indicou que 0% das sementes encontrava-se viável. As sementes de *Eriotheca candolleana* não possuem dormência, desta forma, verifica-se que as sementes que não germinaram apresentavam ausência de vigor, antes mesmo do início dos testes (POPINIGIS, 1985).

3.3– PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eriotheca candolleana* NO VIVEIRO

3.3.1 – GERMINAÇÃO NO VIVEIRO

Os dados relativos à germinação (semeio) foram transformados para arco seno da raiz quadrada, mostrando efeito significativo com relação ao substrato e sombreamento pelo teste de Tukey, 5%, apresentado na Tabela 3.10.

Tabela 3.10: Efeito do substrato e sombreamento na germinação de sementes de *Eriotheca candolleana*.

Substrato	Médias
3	1,3470 ^a
2	1,2816 ^{ab}
1	1,1408 ^b

Substrato 1=terra + areia + superfosfato, substrato 2= terra + areia + matéria orgânica + superfosfato, substrato 3 = terra + areia + Basacote + superfosfato; médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Empregando-se a análise de regressão para a germinação em função do sombreamento, observou-se que o modelo mais apropriado é o quadrático.

$$\text{Germinação} = -0,679 * (\text{sombreamento})^2 + 0,5432 * \text{sombreamento} + 0,8148 \quad R^2 = 1$$

A germinação no viveiro das sementes de *Eriotheca candolleana* é apresentada na Figura 3.4.

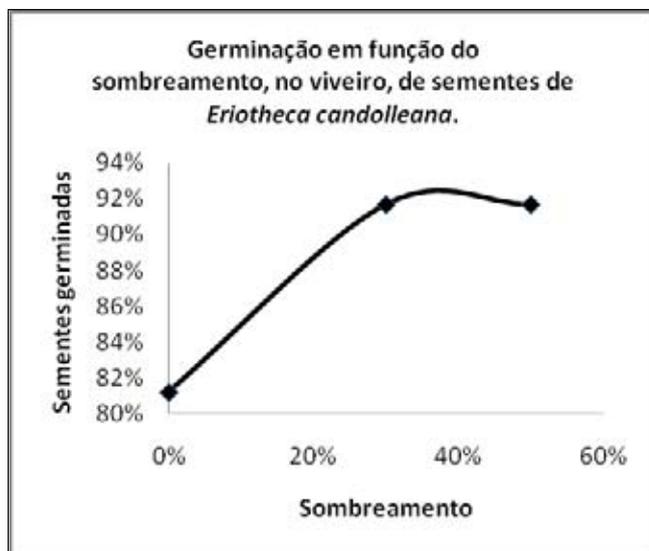


Figura 3.4: Germinação no viveiro em função do sombreamento, de *Eriotheca candolleana*.

Considerando ser esta uma espécie secundária inicial, segundo Rolim *et al.*, (1999), Lopes *et al.*, (2002), Silva *et al.*, (2003) e Higuchi *et al.*, (2006), a *Eriotheca candolleana* possui sementes adaptadas para a germinação no sombreamento natural.

A Figura 3.4 mostra não ser adequado o semeio de *Eriotheca candolleana* a pleno sol, sendo seu melhor resultado com 50% de luminosidade, na qual atingiu-se acima de 92% de germinação.

3.3.2 – CRESCIMENTO DAS MUDAS NO VIVEIRO

As mudas, no viveiro (Figura 3.5), foram analisadas de acordo com o substrato e o sombreamento a que foram submetidas.

Tabela 3.11: Altura e diâmetro das mudas de *Eriotheca candolleana* no viveiro em função de sombreamento e substrato.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	
		Altura	Diâmetro
Substrato	2	6,2925*	0,5467*
Sombreamento	2	5,0293 ^{ns}	0,3564 ^{ns}
Substrato x Sombreamento	4	0,9991 ^{ns}	0,2278 ^{ns}
Resíduo	27	0,4016	0,0766
Médias	—	5.2469	1.6263
CV%	—	12,078	17,017

*=significativo ao nível de 5%; ns = não significativo.

Tabela 3.12: Efeito de substrato sobre a altura de plantas de *Eriotheca candolleana* no viveiro.

Substrato	Médias
2	5,8608 ^a
3	5,4317 ^a
1	4,4483 ^b

Substrato 1=terra + areia + superfosfato, substrato 2= terra + areia + matéria orgânica + superfosfato, substrato 3 = terra + areia + basacote + superfosfato; médias acompanhadas com a mesma letra não diferem entre si, estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5%..

O substrato contendo terra + areia + matéria orgânica + superfosfato (Substrato 2) ou terra + areia + basacote + superfosfato (Substrato 3), favorecem o crescimento em altura de *E. candolleana*, enquanto que o substrato 1 (terra + areia + superfosfato), apresentou resposta inferior em 30,73 e 22,11% em relação aos substratos 2 e 3, respectivamente (Tabela 3.12).

Ao comparar-se o desenvolvimento das mudas em relação ao substrato,

relacionando com o efeito do sombreamento, verificou-se que seu melhor resultado ocorreu quando houve a interação dos substratos 2 e 3 nos sombreamentos 1 (50%) e 2 (30%).

Considerando-se que a *Eriotheca candolleana* é uma espécie de mata galeria, os resultados encontrados são compatíveis, pois tais espécies desenvolvem em solos melhor providos de nutrientes e em regime de sombra parcial. Porém, Carvalho Filho *et al.* (2003), ao estudarem a produção de *Hymenaea courbaril* L., o jatobá, também uma espécie de mata (floresta semidecídua), concluíram que para a produção de mudas dessa espécie recomenda-se uma mistura de substratos contendo solo, areia e esterco (1:2:1), mas a pleno sol.



Fotos: Clarêr Carrijo

Figura 3.5 - *Eriotheca candolleana*: (a) início da germinação; (b) mudas sombreadas; (c) mudas prontas para o campo.

3.4 - GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE *Eriotheca candolleana* E SUA SOBREVIVÊNCIA NO CAMPO

Foi efetuado o teste de Liliefors para as variáveis sementes germinadas (GER) e plantas vivas originadas das sementes germinadas (VIVAS), apresentadas na Tabela 3.13, no qual se constatou que ambas apresentam distribuição normal. Sendo assim, procederam-se as análises de variâncias com os dados originais.

Tabela 3.13: Análise de variância das sementes germinadas e plantas vivas através do semeio direto no campo de *Eriotheca candolleana*

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	
		GER	VIVAS
Semeio	1	87,7813**	9,0313**
Resíduo	30	4,6479	0,6979
Médias	—	2,3437	0,5312
CV%	—	91,98	157,25

**= significativo ao nível de 1%; ns = não significativo; GER = sementes Germinadas; VIVAS = plantas vivas após 171 dias.

Observa-se, de acordo com a Tabela 3.13 que há diferença significativa entre os dois tipos de semeio, com relação a ambas as variáveis.

O semeio de sementes com proteção por copo plástico apresentou média de 4,0 para germinação, ou seja, 40%, que é estatisticamente superior à média para o semeio de sementes sem proteção por copo plástico, o qual apresentou média de 0,69, correspondendo a 6,9 % de germinação (Figura 3.6). Tais dados não se confirmaram no trabalho de Santos Júnior *et al.* (2004), onde o uso do protetor de germinação foi efetivo na promoção e no aumento da velocidade da emergência para *Tabebuia serratifolia*; porém o protetor de semeadura, não apresentou efeito na germinação da *Copaifera langsdorffii* que justifique seu uso, considerando que, na sua ausência, a porcentagem de germinação e velocidade de emergência obtiveram resultados semelhantes.

Quanto à variável plantas vivas, após 171 dias o semeio com protetor físico apresentou média de 1,06 ou 10,6%, superior estatisticamente ao semeio sem protetor físico que foi de 0% de sobrevivência no mesmo período. Tal superioridade também foi constatada por Santos Júnior *et al.* (2004) que, ao trabalharem com semeadura direta utilizando sementes de *Cedrela fissilis* Vell., *Copaifera langsdorffii* Desf., *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr. e *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich., verificaram que o uso do protetor de germinação foi eficaz na sobrevivência de todas as espécies em questão, principalmente na defesa contra o ataque de formigas. Klein (2005) verificou que o uso de protetores físicos promoveu maior densidade populacional de *Enterolobium*

contortisiliquum em relação aos pontos de semeadura não protegidos. Segundo Mattei & Rosenthal (2002) os protetores físicos em pontos de semeadura expressam efeitos benéficos sobre a emergência, sobrevivência e densidade inicial em semeadura direta de *Peltophorum dubium*.



Fotos: Clarêt Carrijo

Figura 3.6 – *Eriotheca candolleana*: (a) cova adubada; (b) semeio no copo; (c) germinada no copo.

3.5 – CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DAS MUDAS DE *Eriotheca candolleana* NO CAMPO

As mudas de *Eriotheca candolleana* (Figura 3.8), apresentaram, após 171 dias do plantio na cascalheira, um percentual de 83,8% de sobrevivência.

Com relação às mudas no campo, a altura (em função da idade) apresentou um comportamento linear, com $R^2 = 0,92$. Para o diâmetro, o comportamento foi quadrático, com $R^2 = 0,97$. O coeficiente de variação para altura foi de 19,64%, o que demonstra um bom controle experimental, enquanto que para diâmetro o coeficiente de variação foi de 11,45%, o que demonstra alto controle experimental.

Os modelos matemáticos que melhor explicam o comportamento das mudas de *Eriotheca candolleana* no campo foram os seguintes:

$$H = 7,2997 + 0,0259 \times \text{idade} \quad R^2 = 0,92$$

$$D = 2,8547 + 0,016 \times \text{idade} \quad R^2 = 0,97$$

O crescimento no campo em função da idade das mudas de *Eriotheca candolleana*, em altura (cm) e diâmetro (mm) são apresentadas na Figura 3.7.

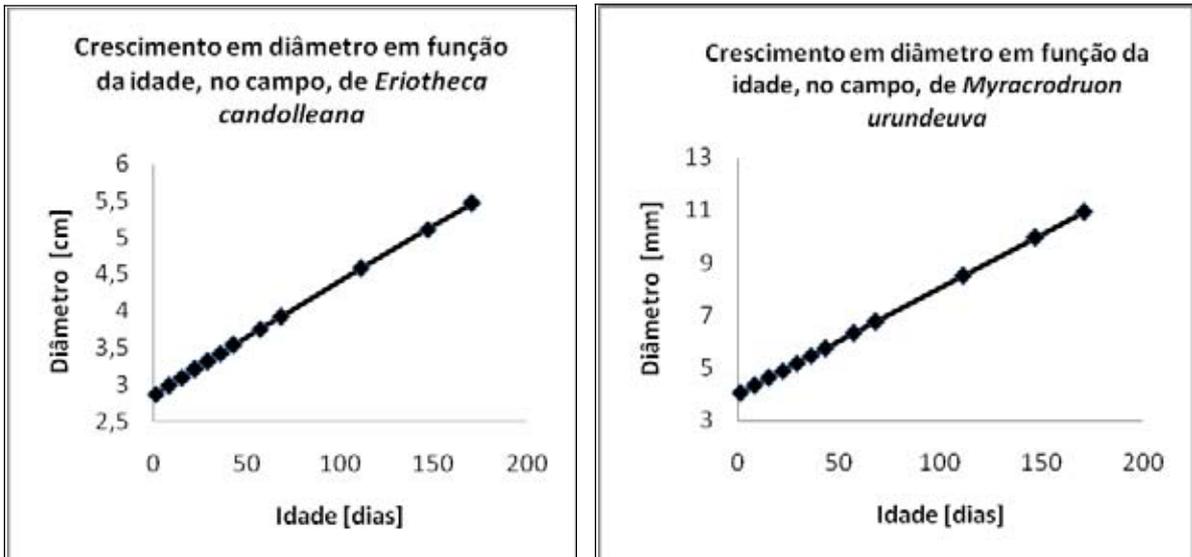


Figura 3.7: Crescimento em altura (cm) e no diâmetro (mm) , no campo, em função da idade de *Eriotheca candolleana*

De acordo com a Figura 3.6 houve contínuo crescimento das mudas de *Eriotheca candolleana*, em altura e em diâmetro, em um crescimento linear, mesmo considerando as condições de seca, calor, adubação restrita às covas e falta de qualquer tipo de sombreamento. Apesar do crescimento não ter sido grande, tal resultado sugere que esta espécie pode ser indicada para recuperação de áreas degradadas, confirmando Duarte (2006).

Considerando que 83,8% das mudas plantadas estavam vivas, após 171 dias, pode-se afirmar que esta espécie é indicada para utilização em áreas degradadas. Sugere-se, no entanto, a continuação do acompanhamento do desenvolvimento das mudas na cascalheira por mais dois ou três períodos chuvosos, quando será possível fazer uma afirmação mais abalizada sobre tal indicação.



Fotos: Clarêt Carrijo

Figura 3.8 – Mudas de *Eriotheca candolleana* plantadas na cascalheira da Caesb.

4 – CONCLUSÕES

1. A *Eriotheca candolleana* apresenta melhor resultado no viveiro quando se utiliza substrato contendo terra + areia + matéria orgânica + superfosfato ou terra + areia + basacote + superfosfato e sombreamentos de 50% e de 30%.
2. No campo, as sementes semeadas dentro de copos plásticos apresentam germinação superior às sementes lançadas diretamente na cova.
3. O semeio em protetor plástico apresenta mais plantas vivas que o semeio sem protetor plástico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, R.M.; SCARPA, F.M.; VÁLIO, I.F.M.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. Germinação e estrutura do envoltório de sementes de um par vicariante: *Eriotheca gracilipes* (K. Shum) A. Robyns e *E. candolleana* (K. Shum) A. Robyns (Bombacaceae). In: 55º Congresso Nacional de Botânica. Sociedade Botânica do Brasil. **Anais**. Viçosa-MG Jul 2004. In: [www.biota.org.br/publi/banco/index? Show + 88070404](http://www.biota.org.br/publi/banco/index?Show+88070404) acessado em 20/10/2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes – RAS**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Departamento de Defesa Vegetal, 1992. 365p.
- CALAZANS, M. C. **Avaliação do comportamento germinativo de sementes de *Eriotheca candolleana***, Monografia de conclusão da graduação em Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2008. 27p.
- CARVALHO FILHO, J.L.S; ARRIGONI-BLANKI, M.F.; BLANKI, A.F.; RANGEL, M.S.A.; Produção de mudas de (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes ambientes e composições de substratos, **CERNE**, Lavras – MG, V.9, N.1, p.109-118, 2003.
- CORRÊA, R.S.; MELO FILHO, B.; BAPTISTA, M.M. Avaliação fitossociológica da sucessão autogênica em áreas mineradas no Distrito Federal. **Cerne**, Lavras - MG, v. 13, n. 4, p. 406-415, out./dez. 2007.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: Versão Windows**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001 (disponível na página www.ufv.gov.br).
- DUARTE, M.C. **Diversidade de Bombacaceae Kunth no estado de São Paulo**. 2006. 112f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente), Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 2006.
- HIGUCHI, P.; REIS, M.G.F.; REIS, G.G.; PINHEIRO, A.L.; SILVA, C.T.; OLIVEIRA, C.H.R. Composição florística da regeneração natural de espécies arbóreas ao longo de oito anos em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, p. 893-904, 2006.
- KLEIN, J. **Utilização de protetores físicos na semeadura direta de timburi e canafístula na revegetação de matas ciliares**. 2005. 95 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2005.
- LABORIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington, DC: DEA, 1983. 174p.

- LOPES, W.P.; PAULA, A.; SEVILLHA, A.C.; SILVA, A.F. Composição da flora arbórea de um trecho de floresta estacional no jardim botânico da Universidade Federal de Viçosa (face sudoeste), Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v.26 n.3 p. 339-347, 2002
- MAGUIRE, J.B. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- MARTINS, R.C.C. **Distribuição espacial, estrutura populacional e regeneração de espécies pioneiras do cerrado e de mata de galeria no Distrito Federal**. 2004. 127f. Dissertação (Doutorado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- MATTEI,V.L.;ROSENTHAL, M.D. Semeadura direta de canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.)Taub.) no enriquecimento de capoeiras. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v.26, n.6, p.649-654, 2002.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 6. ed., Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1976. 430p.
- ROLIM, S.G.; COUTO, H.T.Z.; JESUS, R.M. Mortalidade e recrutamento de árvores na floresta atlântica em Linhares-ES. **Scientia Forestalis**, n. 55, p. 49-69, jun. 1999.
- SANTOS, I.R.A. **Monitoramento da germinabilidade de sementes de *Physocalymma scaberrimum* Pohl**. Monografia de conclusão da graduação em Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2007. 27p.
- SANTOS JUNIOR, N.A.; 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 - MG, v. 10, n. 1, p. 103-117, 2004.
- SCARPA, F.M.; VÁLIO, I.F.M.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. **Divergência adaptativa em folhas de espécies do cerrado e da mata atlântica**. UFV, jul. 2004. Disponível [HTTP://www.biota.org.br/publi/banco/inde?show+88070405](http://www.biota.org.br/publi/banco/inde?show+88070405) – acesso em 28/10/2008 às 21:05H
- SILVA, A.F.; OLIVEIRA, R.V.; SANTOS, N.R.L.; PAULA, A., Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua submontana da fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v.27, n.3, p.311-319, 2003.
- SILVA JÚNIOR, M.C.; FELFILI, J.M.; NOGUEIRA, P.H.; RESENDE, A.V. Análise Florística das matas de galeria no Distrito Federal. In: RIBEIRO, J.F. (editor). **Cerrado Matas de Galeria**, Embrapa, Planaltina, DF, p. 53 a 84, 1998.
- VARELA, V.P.; FERRAZ, I.D.K.; CARNEIRO, N.B. Efeito da temperatura na germinação de sementes de sumaúma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. – BOMBACACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas-RS, v. 21, n. 2, p. 170-174,1999.

CAPÍTULO IV

ESTABELECIMENTO DE *Myracrodruon urundeuva* (Allemão) Engl. ATRAVÉS DO SEMEIO E PLANTIO DE MUDAS EM ÁREA DE CASCALHEIRA

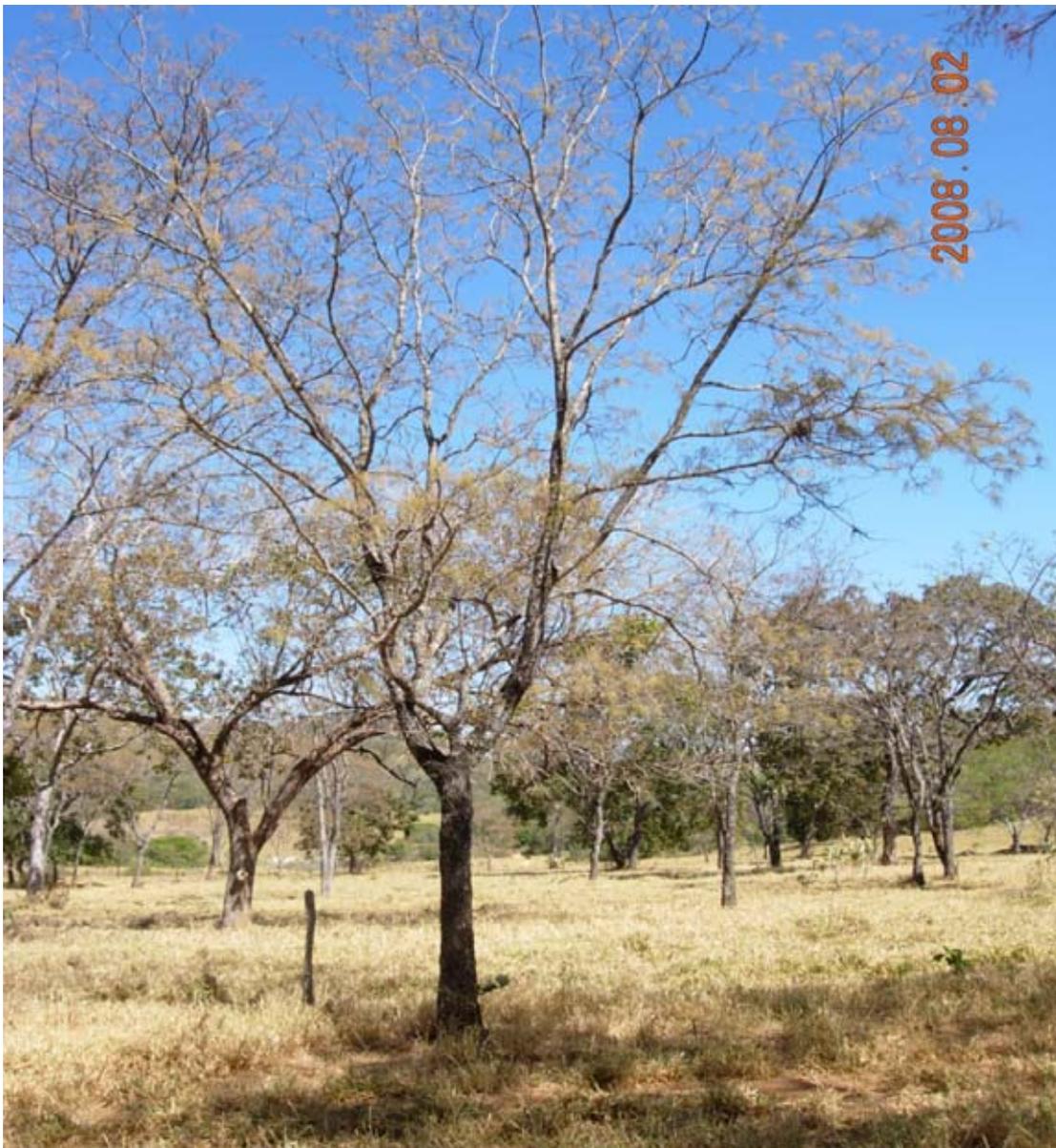


Foto: Clarêr Carrijo

Figura 4.1 - *Myracrodruon urundeuva* (Allemão) Engl., frutificando.

RESUMO

Este trabalho tem o objetivo de avaliar a espécie *Myracrodruon urundeuva* (Allemão) Engl., uma espécie secundária ou pioneira antrópica, nos aspectos referentes à tecnologia de sementes, produção de mudas e seu plantio no campo, juntamente com a semeadura direta, com ou sem protetor físico, na recuperação de área degradada por mineração, em uma cascalheira abandonada localizada na Fazenda Água Limpa, da UnB.. As sementes desta espécie apresentaram um percentual de umidade de 9,8% e 57870 sementes por quilo. Os testes de laboratório apresentaram 73% de germinação, quando se utilizou o substrato vermiculita, independente das condições de temperatura ou luminosidade; recomendando-se estas condições para testes de germinação com sementes de *M. urundeuva*. No viveiro apresentou melhor resultado na germinação e crescimento quando se utilizou substrato contendo terra de subsolo, areia lavada, matéria orgânica e superfosfato simples e foi indiferente ao sombreamento (logo, sugere-se 0%). No plantio direto das sementes usando-se protetor físico verificou-se maior eficiência tanto para a germinação quanto para a sobrevivência das plântulas após 171 dias. As mudas levadas para o campo apresentaram sobrevivência de 100% e crescimento médio rápido e linear em altura (30 cm) e diâmetro (8 mm), mas heterogêneo entre elas. A espécie *Myracrodruon urundeuva* é recomendada para ser utilizada em recuperação de áreas degradadas por mineração.

Palavras-chave: Germinação de semente, protetor físico de germinação, aroeira.

ABSTRACT

Some projects of recovery area tend to follow the trend of most easy and cheaper process. Its enterprise does not invested in research and seeks to plant the same species, with known results, thus contributing to biodiversity loss. This study examines the species *Myracrodruon urundeuva* (Allemão) Engl., as a secondary species or manmade pioneer, due to seed technology, seedlings production and planting in the field, along with direct sow, with or without physical protection, rehabilitation of degraded, mining area, located in an abandoned gravel pit, at Água Limpa's farm from UnB.. This specie with 57.870 seeds (one Kilogram) had 9.8% percentage of germination. The laboratory germination tested indicated better results with vermiculite substrate, regardless of temperature or luminosity conditions; however it recommended light and 25°C of temperature. In the arboretum study, indicated better results with the substrate without use of basacote and was indifferent to shading (hence, it is suggested 0%). On direct sow, the use of physical protection proved to be more efficient for both germination and survival of seedlings after 171 days. The seedlings taken to the field had linear and rapid growth in height and diameter, but heterogeneous among them. The specie *Myracrodruon urundeuva* is recommended for use in rehabilitation of degraded mining areas.

Key-words: Seed germination, physical protection for germination, *Myracrodruon urundeuva*.

1 – INTRODUÇÃO

O Brasil possui extensas áreas degradadas, fruto dos mais diversos ramos da atividade antrópica, e com diferentes níveis de degradação, indo desde uma perda temporária da capacidade regenerativa de ecossistemas florestais por efeito de incêndios ou outras causas naturais, até a completa remoção dos horizontes férteis do solo e geração de substratos de difícil colonização, como é o caso das atividades de mineração (REIS, 2006).

Bertoni & Dickfeldt (2007), ao estudarem a utilização de *Myracrodruon urundeuva* no desenvolvimento das mudas e restauração florestal de áreas alterada de florestas, concluíram que as aroeiras plantadas tiveram bom desenvolvimento e alta sobrevivência, adaptando-se bem às condições em que foram plantadas, apesar da competição por luz, água e nutrientes com a vegetação nativa em regeneração.

A aroeira, nome popular mais utilizado no Centro Oeste para a *Myracrodruon urundeuva* é uma espécie que fornece madeira muito cobiçada no meio rural, por suas qualidades de dureza e resistência à putrefação, apresentando grande durabilidade em contato com o solo. A espécie possui grande importância medicinal. Em razão dessas características, populações naturais de *M. urundeuva*, distribuídas por quase todo o Brasil, vêm sendo dizimadas, o que a torna uma espécie vulnerável à extinção. A aroeira possui grande capacidade de ocupação de áreas antropizadas, sendo facilmente encontradas em beiras de estradas nas regiões endêmicas. Tem grandes potenciais para utilização na recuperação de áreas degradadas. Sua produção de frutos e sementes é abundante, tem dispersão anemocórica, ou seja, seus frutos são transportados pelo vento, crescimento rápido e sua utilização em áreas a serem recuperadas também poderá auxiliar na proteção da espécie contra sua extinção, visto que historicamente é uma espécie de exploração de seus estoques naturais, não existindo ainda a cultura de seu plantio em maior escala. Esta espécie tem como sinonímia *Astronium urundeuva* Engler, pertencente à família Anacardiaceae, ocorre apenas na América do Sul, no Brasil, Bolívia, Paraguai e Argentina, tendo uso medicinal (EIRA & NETTO, 1998; ALMEIDA *et al.*, 1998; DORNELES *et al.* 2005; FREITAS *et al.* 2006 e BERTONI & DICKFELDT, 2007).

Gonzaga *et al.* (2003), analisando a crioconservação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* ou aroeira, lembram que a diversidade dos seres vivos é o

resultado do longo processo de evolução e constitui uma das mais importantes condições para a estabilidade da biosfera. O empobrecimento de qualquer ecossistema por diminuição do número de espécies compromete seriamente sua estabilidade. A aroeira está na lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, na categoria vulnerável.

Freitas *et al.* (2006) enfatizam que a aroeira é uma planta cuja incidência em florestas primárias pode ocorrer juntamente com diversas espécies, ao contrário das florestas secundárias, onde é de ocorrência quase que homogênea, em áreas perturbadas. O declínio do tamanho populacional e da variabilidade genética entre e dentro dessas populações é caracterizado pela expansão da população humana, devido à utilização de forma extrativista e irracional dos recursos naturais na região de ocorrência de *Myracrodruon urundeuva*.

Almeida *et al.* (1998) afirmam que a propagação da aroeira é bastante fácil, tanto por sementes quanto por brotamento e pode até ser considerada uma invasora, dada a velocidade de multiplicação vegetativa em certos terrenos. Para a produção de mudas em viveiro, a aroeira mostrou-se bastante exigente em cálcio e magnésio, além de fósforo; mas o potássio teve pouco efeito sobre seu crescimento inicial.

Almeida *et al.* (1998), Dorneles *et al.* (2005), Bertoni & Dickfeldt (2007), consideram essa espécie como sendo classificada de secundária tardia. Mas também pode ser classificada como secundária/pioneira antrópica: espécies secundárias e normalmente raras na floresta primária, mas que em áreas antrópicas fazem o papel de pioneiras (BERTONI & DICKFELDT, 2007 *apud* KAJEYAMA *et al.*, 1994). Alves *et al.* 2003 mencionam a *Myracrodruon urundeuva* como sendo uma espécie clímax.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características e germinação das sementes, bem como a eficácia e a viabilidade de duas formas de plantio de *Myracrodruon urundeuva* em área degradada, sendo um através do plantio de mudas produzidas em viveiro e o outro por semeadura direta com e sem a proteção de copo plástico.

2 - MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 - ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi desenvolvido em Brasília (DF), na Universidade de Brasília (UnB) e no Departamento de Engenharia Florestal, onde realizou-se o beneficiamento e os testes de germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva*. A produção de mudas desta espécie foi realizada no viveiro florestal localizado na Fazenda Água Limpa (FAL), área pertencente à UnB. A área degradada selecionada para realização de parte deste estudo, localiza-se no interior da FAL, a qual recebe a denominação de Cascalheira da Caesb, devido à proximidade da mesma em relação à estação de captação de águas da Companhia de Saneamento de Brasília (Caesb). Em termos geográficos a área da cascalheira situa-se a uma altitude de 1.149 m e coordenadas geográficas 15°57'281"S e 47°58'789"W, no Distrito Federal (Figura 4.2).



Foto Clarêr Carrijo

Figura 4.2 – Cascalheira da Caesb, projeto implantado e estaqueado.

2.2 – COLETA E ANÁLISE DE SEMENTES DE *Myracrodruon urundeuva*

A coleta de frutos da espécie *Myracrodruon urundeuva*, foi realizada na Reserva Ecológica do IBGE e na região da Fercal, em Sobradinho. Foram coletados frutos de quinze matrizes, árvores de bom porte e muito frutificadas, de várias áreas

da região, onde foi dada preferência a matrizes que não estivessem isoladas. O beneficiamento de sementes foi feito no Laboratório de Sementes Florestais da Universidade de Brasília. As sementes beneficiadas foram acondicionadas em embalagens plásticas. Executou-se criteriosa manutenção da umidade e controle fitossanitário das sementes submetidas às análises no laboratório.

Para a determinação da pureza de lotes de sementes da espécie *Myracrodruon urundeuva* determinou-se o peso inicial e o número total de sementes. Os valores finais de peso e número de sementes foram usados para calcular o número de sementes por quilo e o peso de 1000 sementes.

$$\text{PUREZA} = (\text{peso de sementes sadias}) \times 100\% \div (\text{peso inicial do lote})$$
(SALOMÃO, 2003).

Para a determinação do teor de umidade inicial das sementes, foi adotado o método da estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas.

$$\text{CONTEÚDO DE UMIDADE} = (\text{peso inicial} - \text{peso final}) \times 100\% \div (\text{peso inicial})$$
(SALOMÃO, 2003).

O teste de germinação foi realizado testando-se substratos: papel de filtro, algodão e vermiculita, temperatura constante de 25 °C e alternada de 20 °C e 30 °C e condições de luminosidade: com e sem luz. As sementes foram avaliadas por um período de 30 dias considerando-se germinadas as que emitiram radícula com pelo menos 2 mm de comprimento, seguindo o critério botânico de germinação (LABORIAU, 1983). As variáveis observadas foram: índice de velocidade de germinação (IVG) (MAGUIRE, 1967) e porcentagem de germinação transformada (arco seno da raiz quadrada da germinação).

O teste de viabilidade do tetrazólio, a 0,5%, foi aplicado às sementes de *Myracrodruon urundeuva* que não germinaram (BRASIL, 1992), para verificar se ainda estavam viáveis, não tendo germinado por causa de dormência ou se não estavam viáveis, por decomposição ou ausência de embrião.

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições e utilização de 25 sementes por tratamento, em fatorial 3 x 2 x 2 (níveis de substrato, níveis de temperatura, níveis de luminosidade). A análise estatística foi realizada através de análise de variância, utilizando-se o sistema SAEG e pelo Programa Genes (CRUZ, 2001). As médias encontradas, quando consideradas significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (PIMENTEL-GOMES, 1976).

2.3 – PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Myracrodruon urundeuva* SUBMETIDAS A DIFERENTES TIPOS DE SUBSTRATO E CONDIÇÃO DE LUMINOSIDADE

No viveiro florestal, foi implantado o experimento visando identificar a condição ideal em termos de substrato e condição de luminosidade para o crescimento inicial das mudas.

Os substratos testados foram: terra de subsolo e areia, em proporções iguais (1:1); terra de subsolo e areia acrescido de matéria orgânica bem curtida, esterco de caprinos (1:1:1); terra de subsolo + areia (1:1) + fertilizante de liberação lenta, de formulação NPK, 10:10:10, uma colher de chá por embalagem. Nos três tipos de substratos foi acrescido superfosfato simples (fonte solúvel de fósforo – Ca=8%, S=12%, N total=3%, P₂O₅ sol.=18%), na quantidade de 3,0 kg para cada seis carros de mão de substrato (0,187 m³ - suficiente para o preenchimento de aproximadamente 220 sacos plásticos de 17 x 22 cm - 0,85 x 10⁻³ m³ cada embalagem - utilizados para a produção de mudas).

As condições de luminosidade para a produção de mudas foram 0%, 30% e 50% de sombreamento. Ao longo de noventa dias fez-se o monitoramento de pragas e doenças nos recipientes contendo substrato e muda. A irrigação das mudas foi realizada duas vezes ao dia (início da manhã e final da tarde), com duração de meia hora cada vez, por aspersão.

A implantação dos experimentos no viveiro foi estabelecida em conjunto com outras quatro espécies (*Eriotheca candolleana*, *Myracrodruon urundeuva*, *Eugenia dysenterica* e *Physocalymma scaberrimum*). Para cada tipo de substrato e de condição de luminosidade foram distribuídas ao acaso, quatro repetições de 27 sacos plásticos para cada espécie conforme croqui em Anexo (Figuras: A, B e C).

O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições para os 9 tratamentos (3 substratos x 3 condições de sombreamento), com 27 plantas por repetição. O monitoramento foi mensal, por 3 meses, efetuando-se medição de altura (auxílio de régua milimetrada), diâmetro do colo (com paquímetro digital). Para o cálculo da sobrevivência, verificou-se a relação percentual entre o número de plantas germinadas em função do número de plantas vivas após 60 dias.

Uma vez determinada as melhores condições de sombreamento e de

substrato no viveiro, selecionaram-se 160 mudas com base nas plantas mais desenvolvidas, na altura e no diâmetro do coleto, para o plantio no campo.

2.4 – SEMEADURA DIRETA E PLANTIO *Myracrodruon urundeuva* EM ÁREA DE CASCALHEIRA

Na área de cascalheira da FAL selecionada para este estudo, realizou-se a marcação das covas e a abertura das mesmas através de broca acoplada a um trator. A utilização deste equipamento fez-se necessária em virtude da dificuldade de se perfurar o substrato enrijecido, ao longo de muitos anos de intempéries, na área degradada pela mineração. Cada cova foi aberta nas seguintes dimensões: 1,0 m de profundidade por 0,5 m de diâmetro.

Foram marcados quatro blocos, cada qual com 648,0 m², dividido em quatro unidades experimentais (162 m²) de noventa covas. A distância entre blocos e repetições foi de 3,0 m e entre covas de 1,5 m (Anexo A4). As covas foram adubadas com dez litros de adubo curtido de carneiro e cem gramas de superfosfato simples.

A rocha triturada da cascalheira e o esterco de caprino usado nas covas foram submetidos à análise química para determinação do pH em água (relação solo: solução 1:2,5); P, K e Na disponíveis, extraídos com Mehlich-1; Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis, extraídos com KCl 1 mol L⁻¹, conforme Defelipo & Ribeiro (1997) (Anexo E).

Três dias após o preparo e adubação do total de 480 covas, iniciou-se o sorteio e distribuição aleatória das mudas e sementes. Considerando que poderiam ocorrer fatores que influenciassem positiva ou negativamente na germinação ou no desenvolvimento das plantas, tais como extremidades dos blocos, água da chuva, animais ou mesmo o futuro crescimento e sombreamento entre plantas, a distribuição dentro de cada unidade experimental foi feita de forma aleatória, procurando assim, reduzir as margens de erro, chegando a resultados o mais confiáveis possível.

As sementes e mudas de *Myracrodruon urundeuva* foram levadas para o campo e distribuídas ao acaso, em cada unidade experimental, sendo que de dez covas com mudas, havia outras dez covas com sementes semeadas diretamente no substrato e dez covas com sementes semeadas no interior de copos plásticos

transparentes (500 ml) sem o fundo e enterrados a 4 cm de profundidade no substrato da cascalheira, croqui em Anexo (A 4). Na semeadura direta foram utilizadas, por cova, seis sementes de *Myracrodruon urundeuva*.

Os trabalhos de implantação e coleta de dados ocorreram entre os meses de Fevereiro e Setembro de 2008. Até a primeira semana de Maio, o tempo foi chuvoso, mantendo a cascalheira úmida por todo o período. A partir da segunda semana de maio, até Setembro, não houve chuva.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 – TECNOLOGIA DAS SEMENTES

As sementes foram separadas das estruturas aladas, em seguida foram sopradas, chegando ao lote de sementes utilizado em todos os tratamentos (Figura 4.3). A análise do lote após o beneficiamento mostrou a existência de impurezas em um percentual muito baixo (< 0,1%), tendo sido desconsiderado.

Para calcular o peso das sementes e o número de sementes por quilo foram obtidas três amostras de 250 sementes cada. As amostras pesaram 4,30 g, 4,27 g e 4,41 g, portanto uma média equivalente a 4,32 g por 250 sementes ou 57.870 sementes/kg. Este resultado está próximo aos encontrados por Salomão (2003), que foi de 55.500 sementes/kg e por Wetzel (1997) que encontrou 54.945 sementes/kg. O conteúdo de umidade obtido em três amostras foi: 9,80%, 9,90% e 9,70% e a média geral de 9,80% de umidade. Tal percentual está abaixo dos encontrados por Salomão (2003) que encontrou 13% e Wetzel (1997) que encontrou 12,9% de umidade, logo após a colheita e 7,6%, 30 dias após, em câmara com 15% de umidade. Tais resultados estão compatíveis com os encontrados neste estudo, com as sementes testadas após 40 dias da colheita, sendo mantidas em condições ambientais do laboratório.



Fotos Clarêt Carrijo

Figura 4.3 - *Myracrodruon urundeuva*: (a) frutos; (b) sementes beneficiadas; (c) sementes no gerbox para teste de germinação.

3.2 – TESTES DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Myracrodruon urundeuva* NO LABORATÓRIO

A análise de variância para os efeitos de substratos, luz e temperatura, bem como de suas interações, com relação à porcentagem de germinação e ao IVG são apresentados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Influência do substrato, da luz e da temperatura no Índice de Velocidade de Germinação e na porcentagem de germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva*

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	
		IVG 1/	AGER2/
Substrato	3	10,6420	0,3489
Iluminação	1	1,4012	0,1357
Temperatura	1	4,8896*	0,2464*
Substrato x Iluminação	3	4,6815*	0,0952*
Iluminação x Temperatura	3	1,5086ns	0,0748ns
Substrato x Iluminação x Temperatura	1	0,0832ns	0,0386ns
Resíduo	3	0,9475	0,0326
Médias		3,2805	0,8915
CV%		26,782	20,277

^{1/}IVG = índice de velocidade de germinação; ^{2/}AGER = porcentagem de germinação transformada (arco seno da raiz quadrada da germinação); * = significativo a 5%; ^{ns} = não significativo.

A média geral de germinação foi de 15,08, o que corresponde a 60% de sementes germinadas, sendo considerado um bom índice, dentro dos padrões de experimentação com plantas. O coeficiente de variação para a porcentagem de germinação transformada foi de 20,27%, podendo ser considerado um nível aceitável de controle experimental. Com relação ao IVG, o coeficiente de variação foi maior (26,78%), mas dentro de um limite aceitável.

Santos (2007), trabalhando com *Physocalymma scaberrimum*, utilizando a mesma metodologia de trabalho, encontrou coeficiente de variação de 27,57% para IVG e 22,74% para AGER, considerando ser um médio controle ambiental do experimento.

De acordo com a Tabela 4.2 a temperatura 25 °C foi superior à temperatura de 20 e 30 °C (alternada).

Tabela 4.2 - Teste de média para sementes germinadas, índice de velocidade de germinação e germinação transformada na temperatura a 25 °C e 20 °C e 30 °C, para a espécie *Myracrodruon urundeuva*

Substrato	Médias GER	Médias IVG	Médias AGER
Temperatura de 25 °C	16,4063	3,5569 ^a	0,9536 ^a
Temperatura de 20 e 30 °C	13,7500	3,0041 ^b	0,8295 ^b

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%;

GER = germinação; IVG = índice de velocidade de germinação; AGER = velocidade de germinação transformada.

Os valores de germinadas apresentados na Tabela 4.2 correspondem a 65,6% de germinação para a temperatura de 25 °C e 55,0% para a temperatura a 20 °C e 30 °C. Tais resultados mostraram que as sementes da espécie *Myracrodruon urundeuva* germinam melhor na ausência de luminosidade, porém não é um fotoblastismo positivo absoluto.

Os resultados para o teste de Tukey para o efeito de substrato sobre as variáveis germinação e IVG são apresentados na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Efeito de substrato com relação às sementes germinadas, índice de velocidade de germinação e germinação transformada na presença de iluminação de sementes de *Myracrodruon urundeuva*

Substrato	Médias			^{1/} GER
	GER ^{1/}	IVG ^{2/} _{3/}	AGER	
Vermiculita	17,625 ^a	3,3350 ^a	1,0050 ^a	
Algodão	16,750 ^a	3,2750 ^a	0,9665 ^a	
Papel Filtro	16,625 ^a	3,2575 ^a	0,9591 ^a	
Rolo Papel Filtro	0,8661 ^a	2,6625 ^a	0,8200 ^a	^{1/} GER

sementes germinadas; ^{2/}IVG = índice de velocidade de germinação.

^{3/}AGER = porcentagem de germinação transformada (arco seno da raiz quadrada da germinação). Médias acompanhadas com a mesma letra não diferem entre si, estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

De acordo com a Tabela 4.3, o efeito do substrato na presença de luminosidade, para ambas as temperaturas, não é significativo. No entanto, o substrato vermiculita corresponde a 70,5% de germinação, destacando-se dos demais.

Tabela 4.4 - Efeito de substrato com relação à sementes germinadas, índice de velocidade de germinação e germinação transformada na ausência de iluminação de sementes de *Myracrodruon urundeuva*

Substrato	Médias			^{1/} GER
	GER ^{1/}	IVG ^{2/} _{3/}	AGER	
Vermiculita	18,250 ^a	4,510 ^a	1,0338 ^a	
Papel Filtro	17,875 ^a	4,690 ^a	1,0185 ^a	
Algodão	12,500 ^{ab}	3,055 ^{ab}	0,7551 ^{ab}	
Rolo Papel Filtro	7,625 ^b	1,680 ^b	0,5746 ^b	^{1/} GER

sementes germinadas; ^{2/}IVG = índice de velocidade de germinação.

^{3/}AGER = porcentagem de germinação transformada (arco seno da raiz quadrada da germinação). Médias acompanhadas com a mesma letra não diferem entre si, estatisticamente, pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

De acordo com a Tabela 4.4, o efeito do substrato na presença de luminosidade, para ambas as temperaturas, é significativo para todas as variáveis. Também neste caso, o substrato vermiculita apresenta-se como o mais adequado, com média de 73% de germinação, superior à média geral que foi de 60%.

O substrato vermiculita, na ausência de iluminação, em ambas as temperaturas testadas, ou seja, na temperatura constante de 25 °C e na alternada de 25 °C e 30 °C apresenta-se como a melhor combinação para os testes de germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* em condições de laboratório.

Tal resultado está em consonância com Silva *et al.* (2002) que afirmam que as sementes de aroeira germinaram na presença e na ausência de luz, mas se revelaram fotoblásticas negativas preferenciais, sendo que a faixa de 20 a 30 °C pode ser considerada ótima para germinação.

Wetzel (1997) obteve resultado de 80% de germinação utilizando temperatura constante de 25°, no escuro, porém com substrato papel filtro. Para o substrato vermiculita, ela encontrou 76% de germinação utilizando temperatura alternada 20/30° e luz (por 8 horas). No entanto, Dorneles *et al.* (2005), trabalhando com sementes da mesma espécie, encontraram percentuais de germinação variando entre 52,8% e 60% no claro e entre 50,4% e 58,8% no escuro, ambas com substrato vermiculita. Tais resultados estão abaixo dos encontrados por este trabalho, porém os autores coletaram frutos verdes e neste trabalho os frutos foram coletados já secos, o que pode ter sido a causa da diferença percentual na germinação, além das características genéticas e ambientais das matrizes. Netto & Faiad (1995) encontraram 82% de germinação, na temperatura alternada (20 °C e 30 °C) e substrato rolo de papel, enquanto neste trabalho, para as mesmas condições de temperatura e substrato, verificou-se apenas 30,48% de germinação.

Ao final do experimento, as sementes não germinadas foram submetidas ao teste de tetrazólio a 0,5%. Verificou-se que nenhuma delas estava viável (0%). Isto pode ser devido à má formação das sementes, pois segundo Dorneles *et al.* (2005) as sementes de aroeira não apresentam dormência.

3.3 – PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Myracrodruon urundeuva* NO VIVEIRO

3.3.1 - GERMINAÇÃO NO VIVEIRO

Os dados relativos à germinação (semeio) de *Myracrodruon urundeuva* sob

diferentes condições de sombreamento não tiveram que ser transformados, porque a variável tem distribuição normal.

De acordo com a Tabela 4.5, o substrato mais adequado para a produção de mudas de *Myracrodruon urundeuva* é o composto por terra de subsolo + areia + matéria orgânica + superfosfato simples, seguido do substrato terra de subsolo + areia + superfosfato simples. Tal resultado está de acordo com Salomão (2003) que indica a inclusão no substrato de esterco (matéria orgânica) + fertilizante + calcário.

Tabela 4.5 - Efeito do substrato na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva*.

Substrato	Médias
2	25,00a
1	24,50a
3	19,50b

1 = terra de subsolo + areia + superfosfato; 2 = terra de subsolo + areia + matéria orgânica + superfosfato; 3 = terra de subsolo + areia + Basacote+ superfosfato; médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

3.3.2 – CRESCIMENTO DAS MUDAS NO VIVEIRO

Tabela 4.6 - Altura e diâmetro das mudas de *Myracrodruon urundeuva* no viveiro em função de sombreamento e substrato

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	
		Altura	Diâmetro
Substrato	2	1022,081*	8,2176 ^{ns}
Sombreamento	2	0,26450 ^{ns}	1,1010 ^{ns}
Substrato x Sombreamento	4	13,7904 ^{ns}	0,4618 ^{ns}
Resíduo	27	5,51886	0,8388
Médias	—	15,31028	1.8502
CV%		15,344	15,653

*=significativo ao nível de 5%; ns = não significativo.

Tabela 4.7 - Altura de mudas *Myracrodruon urundeuva* produzidas em diferentes substratos no viveiro

Substrato	Médias
2	25,2533a
3	13,6192b
1	7,0183 c

Substrato 1 = terra de subsolo + areia+ superfosfato; 2 = terra de subsolo + areia + matéria

orgânica+ superfosfato; 3 = terra de subsolo + areia + Basacote+ superfosfato; médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Na Tabela 4.7 verificou-se que, com relação à altura das mudas, o substrato mais adequado para ser utilizado no viveiro é aquele composto de terra de subsolo, areia e matéria orgânica em proporções iguais, acrescido de superfosfato simples. Segundo Bertoni & Dickfeldt (2007, *Apud* Lorenzi, 1992), no Cerrado a altura das árvores é de 6 a 14 m e em solos mais férteis de floresta, 20 a 25 m, o que sinaliza que a espécie desenvolve-se bem na presença de matéria orgânica, não só no viveiro.

Na Tabela 4.8 são apresentadas as médias comparadas através do teste de Tukey, a 5%, para o diâmetro das mudas de *Myracrodruon urundeuva* considerando-se o efeito fixo do substrato nas diferentes condições de sombreamento.

Tabela 4.8 - Diâmetro das mudas de *Myracrodruon urundeuva* no viveiro

Substrato X Sombreamento 1	Médias	Substrato X Sombreamento 2	Médias	Substrato X Sombreamento 3	Médias
2	2,8475a	2	2,2375a	2	2,9600a
3	1,4550b	3	1,7375a	3	2,3350a
1	1,3825b	1	0,6075b	1	1,0900b

Substrato 1 = terra de subsolo + areia+ superfosfato simples; 2 = terra de subsolo + areia + matéria orgânica+ superfosfato simples; 3 = terra de subsolo + areia + Basacote+ superfosfato simples; sombreamento 1 = 50%; sombreamento 2 = 30%; sombreamento 3 = 0%; médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Com base na Tabela 4.8 constatou-se uma diferença significativa, sendo que o substrato 2, composto por terra de subsolo, areia e matéria orgânica em proporções iguais, acrescido de superfosfato simples se destaca em qualquer intensidade luminosa. As mudas produzidas no viveiro são apresentadas na Figura 4.4.



Fotos Clarêt Carrijo

Figura 4.4 - *Myracrodruon urundeuva*: (a) início da germinação; (b) mudas

sombreadas; (c) mudas prontas para o campo.

3.4 - GERMINAÇÃO DAS SEMENTES DE *Myracrodruon urundeuva* E SUA SOBREVIVÊNCIA NO CAMPO

Foi efetuado o teste de Liliefors para as variáveis sementes germinadas (GER) e plantas vivas originadas das sementes germinadas (VIVAS), apresentadas na Tabela 4.9, no qual se constatou que ambas apresentam distribuição normal. Sendo assim, procederam-se as análises de variâncias com os dados originais.

Tabela 4.9 – Efeito do tipo de semeio para germinadas e vivas em sementes de *Myracrodruon urundeuva*.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado Médio	
		GER	VIVAS
Semeio	1	120,125**	94,5313**
Resíduo	30	7,5583	2,0313
Médias	–	3,8125	1,7813
CV%	–	72,11	80,01

**=significativo ao nível de 1%

Observa-se, com base no Quadro 4.10 que há diferença significativa entre os dois tipos de semeio de *Myracrodruon urundeuva* para ambas as variáveis estudadas.

O tipo de semeio 2 (sementes com proteção por copos) apresentou média de 5,75 para a germinação, ou seja, 57,5%, que é estatisticamente superior à média para o semeio 1 (sementes sem proteção por copo), que teve média de 1,87, correspondendo a 18,75% de germinação (Figura 4.5).

Quanto à variável “plantas vivas”, após 171 dias, o semeio com protetor físico de germinação apresentou média de 35%, apresentou-se superior estatisticamente ao semeio sem a utilização de protetor físico de germinação, com média de 6%. Os resultados obtidos deste trabalho diferem daqueles obtidos por Ferreira *et al.* (2007) que concluíram que quanto à utilização do protetor físico não foi evidenciado efeito significativo da sua utilização na emergência de plântulas e nem na sobrevivência de mudas, nas condições do estudo, com sementes de *Senna multijuga*, *Senna macranthera*, *Solanum granuloso-leprosum* e *Trema micrantha*. Deste modo, sua

utilização pode ser considerada dispensável para estas espécies, porém é recomendável para *Myracrodruon urundeuva*.

Brum *et al.* (1999), que ao trabalharem com *Pinus taeda* em semeadura direta, concluíram que a utilização do protetor físico assegura uma maior densidade inicial, como conseqüência da maior percentagem de emergência e sobrevivência, pela maior proteção que oferece nos estágios iniciais. A utilização do protetor físico assegurou a criação de um microambiente que garantiu maior percentagem na emergência final, sobrevivência e densidade de plantas de *Pinus taeda* L., a partir dos 90 dias após a semeadura (SERPA & MATTEI, 1999). Este aumento na densidade e sobrevivência das plantas nascidas com protetor físico também foram observadas para a espécie em estudo neste trabalho.



Fotos: Clarêt Carrijo

Figura 4.5 – *Myracrodruon urundeuva*: (a) semeio no copo; (b) germinada no copo; (c) germinada direto na cova.

3.5 – CRESCIMENTO E SOBREVIVÊNCIA DAS MUDAS DE *Myracrodruon urundeuva* NO CAMPO

As mudas de *Myracrodruon urundeuva* apresentaram, após 171 dias do plantio na cascalheira, um percentual de 100% de sobrevivência (Figura 4.7).

Com relação à altura, em função da idade das mudas de *Myracrodruon urundeuva* esta apresentou um comportamento melhor explicado através do modelo linear, com $R^2=0,95$. O diâmetro também tem um comportamento linear, com $R^2=0,97$. Os coeficientes de variação são baixos para ambos, com altura igual a

10,82% e diâmetro igual a 11,45%, o que demonstra alto controle experimental dos experimentos deste trabalho.

Os modelos de crescimento para a altura e o diâmetro em função da idade foram os seguintes:

$$\text{Altura} = 30,4447 + 0,1594 \times \text{idade} \quad R^2 = 0,95$$

$$\text{Diâmetro} = 4,0047 + 0,04049 \times \text{idade} \quad R^2 = 0,97$$

As representações gráficas referentes ao crescimento no campo em função da idade, das mudas de *Myracrodruon urundeuva*, em altura (cm) e diâmetro (mm) são apresentadas na Figura 4.6.

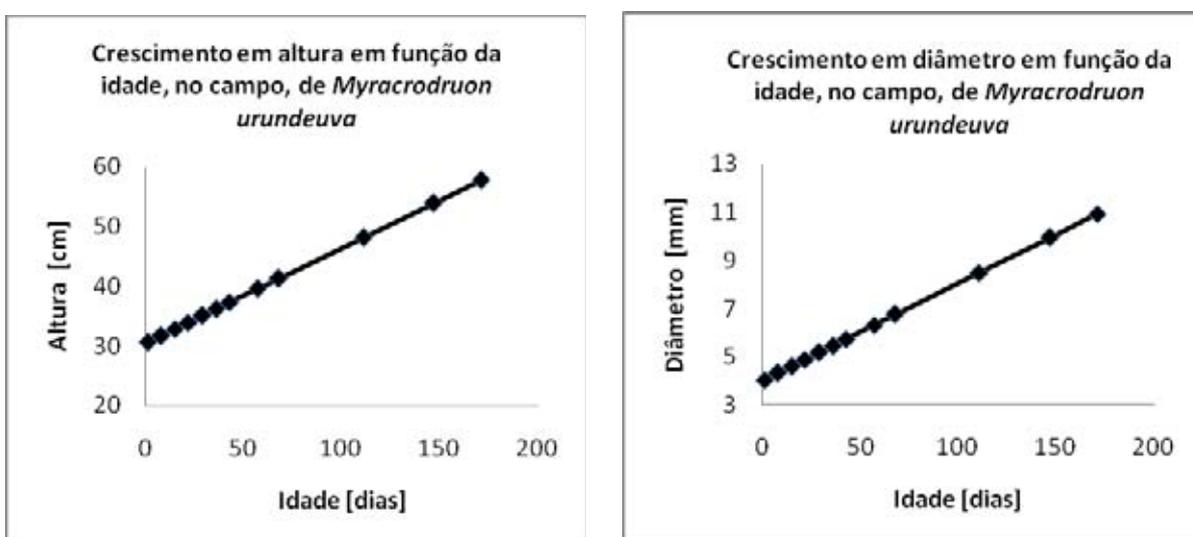


Figura 4.6: Crescimento em altura (cm) e diâmetro (mm), no campo, em função da idade de *Myracrodruon urundeuva*.

A Figura 4.6 mostra um crescimento linear das mudas de *Myracrodruon urundeuva*, em diâmetro e em altura. As mudas desta espécie tiveram 100% de sobrevivência após 171 dias do plantio, mesmo passando por quatro meses de seca. Apesar da média da altura ser de 60 cm (o dobro da altura média inicial), várias plantas ultrapassaram 120 cm, apresentando, portanto um desenvolvimento muito heterogêneo.

Bertoni & Dickfeldt (2007) trabalhando com restauração de vegetação verificaram que as aroeiras plantadas tiveram bom desenvolvimento e alta sobrevivência, adaptando-se bem às condições em que foram plantadas, apesar da competição por luz, água e nutrientes com a vegetação nativa em regeneração.

Observou-se que aos 6 anos a aroeira apresentava plantas distribuídas desde alturas de 1 até 9 m, e aos 10 anos de idade as aroeiras atingiram alturas de 3 até 11 m, demonstrando um padrão no desenvolvimento heterogêneo em altura para plantas desta espécie.



Fotos: Clarêt Carrijo

Figura 4.7– *Myracrodruon urundeuva*, desenvolvimento heterogêneo das mudas na cascalheira da Caesb.

4 - CONCLUSÕES

1. As sementes de *Myracrodruon urundeuva* apresentam melhor desempenho no teste de germinação no substrato vermiculita, independente da condição de luminosidade ou temperatura.
2. A *Myracrodruon urundeuva* apresenta melhor resultado no viveiro quando se utiliza substrato contendo terra + areia + matéria orgânica + superfosfato simples. A germinação é indiferente ao sombreamento.
3. No campo, as sementes semeadas dentro de copos plásticos apresentam germinação superior às sementes lançadas diretamente na cova, sem a proteção do copo plástico.
4. Quanto à variável plantas vivas, após 171 dias o semeio com protetor plástico apresentou melhor desempenho que o semeio sem protetor plástico.
5. No campo as mudas apresentam crescimento rápido e linear tanto em altura quanto em diâmetro.
6. A espécie *Myracrodruon urundeuva* é recomendada para ser utilizada em recuperação de áreas degradadas por mineração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S.P.; PROENÇA, C.E.B.; SANO, S.M.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: Espécies Vegetais Úteis**, 1.ed., Planaltina-DF, EMBRAPA, 1998.464.p.
- ALVES, T.H.S.; GRANDINETTI, L.A.S.; FREITAS, V.L.O. Monitoramento do crescimento de oito espécies nativas do cerrado em casa de vegetação. In: VI Congresso de Ecologia do Brasil. **Anais**. Fortaleza, 2003
- BERTONI, J.E.A.; DICKFELDT, E.P. Plantio de *Myracrodruon urundeuva* Fr.All. (Aroeira) em fase alterada de floresta. **Revista Instituto Florestal**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 31-38, jun. 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes – RAS**. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, Departamento de Defesa Vegetal, 1992. 365p.
- BRUM, E.S., MATTEI V.L., MACHADO, A.A. Emergência e sobrevivência de *Pinus taeda* L. em semeadura direta á diferentes profundidades. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, RS, v.5 no 3, 190-194. set-dez, 1999
- CRUZ, C. D. Programa Genes: Versão Windows. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001 (disponível na página www.ufv.gov.br).
- DORNELES, M.C.; RANAL, M.A.; SANTANA, D.G. Germinação de diásporos recém-colhidos de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) ocorrente no cerrado do Brasil Central . **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo – SP, vol.28 no.2 Apr./June 2005.
- EIRA, M.T.S.; NETTO, D.A.M. Germinação e conservação de sementes de espécies lenhosas. in RIBEIRO, J.F., editor, **Cerrado Matas de Galeria**, Embrapa, Planaltina, DF, p. 97 a 117, 1998.
- FERREIRA, R.A.; DAVIDE, A.C.; BEARZOTI, E.; MOTTA, M.S. Semeadura direta com espécies arbóreas para recuperação de ecossistemas florestais. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 3, p. 271-279, jul./set. 2007
- FREITAS, M.L.M.; AUKAR, A.P.A.; SEBBENN, A.M.; MORAES, M.L.T.; LEMOS, E.G.M. Variação genética em progênies de *Myracrodruon urundeuva* F.F. & M.F. Allemão em três sistemas de cultivo. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v. 30, n. 3, p. 319-329, 2006.
- GONZAGA, T.W.C.; MATA, M.E.R.M.C.; SILVA, H.; DUARTE, M.E.M. Crioconservação de sementes de Aroeira (*Astronium urundeuva* Engl.), e Baraúna (*Schinopsis brasiliensis* Engl.), **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, PB, v.5, n.2, p.145-154, 2003 ISSN 1517-8595.

- LABORIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington, DC: DEA, 1983. 174p.
- MAGUIRE, J.B. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.
- NETTO, D.A.M.; FAIAD, M.G.R. Viabilidade e sanidade de sementes de espécies florestais. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas-RS, vol. 17, n. 1, p. 75-80, 1995.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 6. ed., Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1976. 430p.
- REIS, L.L. **Monitoramento da recuperação ambiental de áreas de mineração de bauxita na Floresta Nacional de Saracá-Taquera, Porto Trombetas (PA)**. 2006. 175f. Dissertação (Doutorado em Ciências em Agronomia), Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- SALOMÃO, A. N., org., **Germinação de Sementes e Produção de Mudanças de Plantas do Cerrado**, 1.ed. Brasília, Rede de Sementes do Cerrado, 2003. 96p.
- SANTOS, I.R.A. **Monitoramento da germinabilidade de sementes de *Physocalymma scaberrimum* Pohl**. Monografia de conclusão da graduação em Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, 2007. 27p.
- SERPA, M.R.; MATTEI, V.L. Avaliação de diferentes materiais de cobertura e de um protetor físico, no estabelecimento de plantas de *Pinus taeda* L., por semeadura direta no campo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 93-101, 1999.
- SILVA, L.M.M.; RODRIGUES, T.J.D., AGUIAR, I.B. Efeito da luz da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão). **Revista Árvore**, vol. 26, n. 6, Viçosa-MG. Nov./Dez. 2002.
- WETZEL, M.M.V.S. **Época de dispersão e fisiologia de sementes do cerrado**. 1997. 168f. Dissertação (Doutorado em Ecologia). Departamento de Ecologia. Universidade de Brasília, 1997.

CONCLUSÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES

- ✓ A seleção das espécies foi adequada para os objetivos deste trabalho, onde as três espécies trabalhadas apresentam bom desempenho na sobrevivência, apesar das condições desfavoráveis do clima.
- ✓ Das três espécies a que mais se destacou em sobrevivência das mudas e no seu crescimento foi a *Myracrodruon urundeuva*.
- ✓ Das três espécies a que apresentou melhores resultados no semeio direto, com e sem protetor físico, foi a *Eriotheca pubescens*, seguida da *Myracrodruon urundeuva*. Não se recomenda o semeio direto da espécie *Eriotheca candolleana*, pois seus resultados tanto na germinação quanto na sobrevivência, com e sem proteção, são muito pequenos.
- ✓ No plantio de mudas as três espécies apresentaram médias de sobrevivência superior a 76%, mostrando sua viabilidade para uso na recuperação de áreas degradadas por mineração no Cerrado.
- ✓ A área da cascalheira apresentava-se sem resiliência, na rocha nua. Após a implantação do projeto foi observado o aparecimento de inúmeras espécies invasoras, nas covas, incluindo gramíneas, além de formigas, joaninhas e marcas de pés de aves e suas fezes o que mostra o sucesso do trabalho no sentido do início do retorno da resiliência e ocupação por espécies que irão gerar condições de se formarem novos ecossistemas, possibilitando a sucessão ecológica na área, e sua possível recuperação futura.
- ✓ Recomenda-se continuar a observação do desenvolvimento e sobrevivência na cascalheira por mais quatro ou cinco períodos chuvosos, para confirmar os resultados encontrados até agora referentes à sobrevivência das plantas, bem como para acompanhar a possível ocupação da área por espécies pioneiras vindas da chuva de sementes da vegetação nativa do Cerrado dos arredores.

ANEXOS

PLANTIO DE MUDAS NO VIVEIRO DA FAL Substrato 1 : Terra + Areia + Superfosfato						
ESPÉCIE	qtidade	TIPO	ESPÉCIE	qtidade	TIPO	
E. pubescens	27	T1S1R1	M. urundeuva	27	T1S2R1	
E. candolleana	27		E. pubescens	27		
M. urundeuva	27		P. scaberrimum	27		
P. scaberrimum	27		E. dysenterica	27		
E. dysenterica	27		E. candolleana	27		
P. scaberrimum	27		E. dysenterica	27		T1S2R2
E. pubescens	27	50%	E. candolleana	27		
E. dysenterica	27		E. pubescens	27		
E. candolleana	27		P. scaberrimum	27		
M. urundeuva	27		M. urundeuva	27		30%
M. urundeuva	27		T1S1R3	E. pubescens		27
E. dysenterica	27		P. scaberrimum	27		
E. candolleana	27		E. dysenterica	27		
P. scaberrimum	27		M. urundeuva	27		
E. pubescens	27		E. candolleana	27		
E. candolleana	27		T1S1R4	P. scaberrimum		27
M. urundeuva	27		E. pubescens	27		
E. pubescens	27		E. candolleana	27		
P. scaberrimum	27		M. urundeuva	27		
E. dysenterica	27		E. dysenterica	27		
E. pubescens	27	T1S3R1	E. dysenterica	27	T1S3R3	
M. urundeuva	27		E. candolleana	27		
E. dysenterica	27		P. scaberrimum	27		
E. candolleana	27		M. urundeuva	27		
P. scaberrimum	27		E. pubescens	27		0%
E. dysenterica	27		T1S3R2	P. scaberrimum		27
M. urundeuva	27		E. candolleana	27		
E. pubescens	27		E. dysenterica	27		
P. scaberrimum	27		E. pubescens	27		
E. candolleana	27		M. urundeuva	27		

Figura A - Croqui da distribuição das espécies objeto do estudo nos canteiros, com substrato terra + areia + superfosfato, a diferentes níveis de sombreamento, no viveiro florestal da Fazenda Água Limpa, Vargem Bonita, DF.

PLANTIO DE MUDAS NO VIVEIRO DA FAL Substrato 2: Terra + Areia + Adubo orgânico + Superfosfato						
ESPÉCIE	qtidade	TIPO	ESPÉCIE	qtidade	TIPO	
M. urundeuva	27	T2S1R1	E. candolleana	27	T2S2R1	
P. scaberrimum	27		E. pubescens	27		
E. candolleana	27		P. scaberrimum	27		
E. dysenterica	27		M. urundeuva	27		
E. pubescens	27		E. dysenterica	27		
M. urundeuva	27		E. pubescens	27		T2S2R2
P. scaberrimum	27	50%	E. dysenterica	27	30%	
E. candolleana	27		M. urundeuva	27		
E. pubescens	27		P. scaberrimum	27		
E. dysenterica	27		E. candolleana	27		
E. pubescens	27		E. candolleana	27		T2S2R3
M. urundeuva	27		E. dysenterica	27		
E. candolleana	27		P. scaberrimum	27		
P. scaberrimum	27		E. pubescens	27		
E. dysenterica	27		M. urundeuva	27		
E. dysenterica	27		T2S1R4	M. urundeuva		27
E. candolleana	27		E. dysenterica	27		
P. scaberrimum	27		E. candolleana	27		
M. urundeuva	27		E. pubescens	27		
E. pubescens	27		P. scaberrimum	27		
P. scaberrimum	27		T2S3R1	P. scaberrimum		27
E. pubescens	27		E. dysenterica	27		
E. dysenterica	27		E. candolleana	27		
M. urundeuva	27		M. urundeuva	27		
E. candolleana	27		E. pubescens	27		0%
E. candolleana	27		T2S3R2	E. candolleana		27
P. scaberrimum	27		M. urundeuva	27		
E. pubescens	27		P. scaberrimum	27		
E. dysenterica	27		E. pubescens	27		
M. urundeuva	27		E. dysenterica	27		

Figura B - Croqui da distribuição das espécies objeto do estudo nos canteiros, com substrato terra + areia + matéria orgânica + superfosfato, a diferentes níveis de sombreamento, no viveiro florestal da Fazenda Água Limpa, Vargem Bonita , DF.

PLANTIO DE MUDAS NO VIVEIRO DA FAL
Substrato 3 : Terra + Areia + Basacote + Superfosfato

ESPÉCIE	qtidade	TIPO	ESPÉCIE	qtidade	TIPO	T	TIPO DE SUBSTRATO
P. scaberrimum	27	T3S1R1	P. scaberrimum	27	T3S2R1	S	SOMBREAMENTO
E. candolleana	27		E. pubescens	27		R	REPETIÇÃO
E. dysenterica	27		M. urundeuva	27			
M. urundeuva	27		E. dysenterica	27			
E. pubescens	27		E. candolleana	27			
E. dysenterica	27		T3S1R2	E. pubescens		27	T3S2R2
M. urundeuva	27	50%	P. scaberrimum	27	30%		
P. scaberrimum	27		E. dysenterica	27			
E. pubescens	27		M. urundeuva	27			
E. candolleana	27		E. candolleana	27			
E. pubescens	27	T3S1R3	E. candolleana	27	T3S2R3		
E. candolleana	27		P. scaberrimum	27			
E. dysenterica	27		E. dysenterica	27			
M. urundeuva	27		M. urundeuva	27			
P. scaberrimum	27		E. pubescens	27			
M. urundeuva	27	T3S1R4	E. candolleana	27	T3S2R4		
E. dysenterica	27		E. pubescens	27			
E. pubescens	27		M. urundeuva	27			
E. candolleana	27		E. dysenterica	27			
P. scaberrimum	27		P. scaberrimum	27			
E. dysenterica	27	T3S3R1	E. pubescens	27	T3S3R3		
M. urundeuva	27	0%	E. candolleana	27	0%		
P. scaberrimum	27		P. scaberrimum	27			
E. pubescens	27		M. urundeuva	27			
E. candolleana	27	T3S3R2	E. dysenterica	27	T3S3R4		
M. urundeuva	27		E. candolleana	27			
E. pubescens	27		P. scaberrimum	27			
E. candolleana	27		M. urundeuva	27			
P. scaberrimum	27		E. pubescens	27			
E. dysenterica	27		E. dysenterica	27			

Figura C - Croqui da distribuição das espécies objeto do estudo nos canteiros, com substrato terra + areia + Basacote + superfosfato, a diferentes níveis de sombreamento, no viveiro florestal da Fazenda Água Limpa, Vargem Bonita , DF

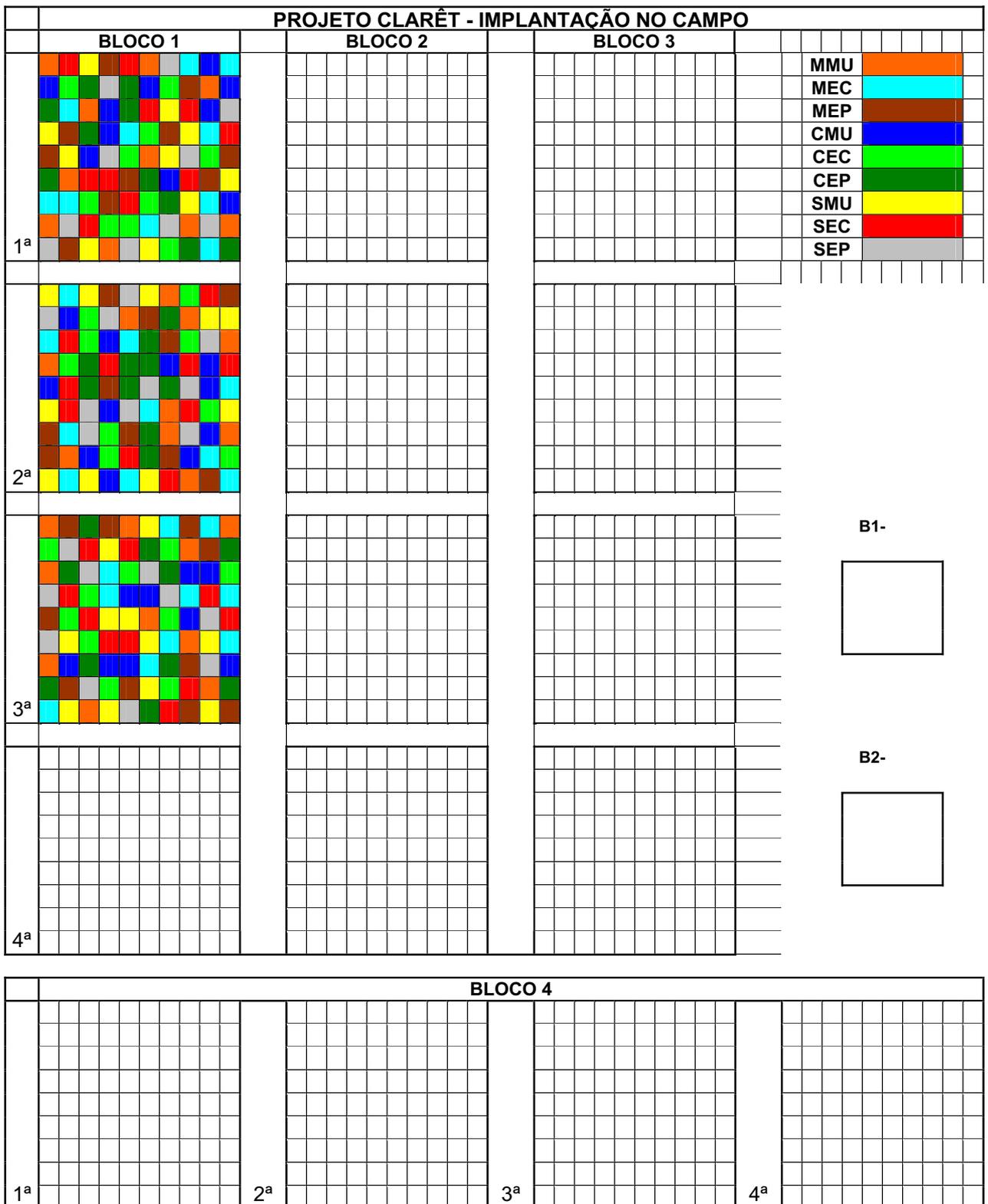


Figura D - Croqui da implantação do projeto, na cascalheira da Caesb localizada na Fazenda Água Limpa, Vargem Bonita, DF. MMU=mudas de *Myracrodruon urundeuva*; MEC=mudas de *Eriotheca candolleana*; MEP=mudas de *Eriotheca pubescens*; CMU=semeio no copo de *M. urundeuva*; CEC=semeio no copo de *E. candolleana*; CEP=semeio no copo de *E. pubescens*; SMU=semeio sem copo de *M. urundeuva*; SEC=semeio sem copo de *E. candolleana*; SEP= semeio sem copo de *E. pubescens*.

Figura E – Valores médios das características químicas do esterco de caprinos e do subsolo da área da Cascalheira da CAESB localizada na FAL, Distrito Federal

Análise química	Solo	Esterco de caprino	
		UN ^{1/}	BS ^{2/}
pH	5,1	7,5 ^{3/}	7,5 ^{3/}
N (%)	-	1,21	1,30
P total (%)	-	0,51	0,55
P (mg dm ⁻³)	1,0		
K total (%)	-	0,73	0,79
K (mg dm ⁻³)	12		
Ca (cmol _c dm ⁻³)	0,2		
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,1		
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,2		
Na (cmol _c dm ⁻³)	0,01		
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	1,9		
CTC a pH 7 (cmol _c dm ⁻³)	2,2		
V (%)	15		
MO (%)	0,4	12,3	13,2
S (mg dm ⁻³)	8,1		
B (mg dm ⁻³)	0,02		
Cu (mg dm ⁻³)	0,02		
Fe (mg dm ⁻³)	36,6		
Mn (mg dm ⁻³)	0,02		
Zn (mg dm ⁻³)	7,63		
Análise física			
Argila (g kg ⁻¹)	575		
Silte (g kg ⁻¹)	375		
Areia (g kg ⁻¹)	50		

^{1/} UN = Umidade natural. ^{2/} BS = Base seca. ^{3/} pH em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹.

