UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

Avaliação do modelo de Janzen-Connel em áreas degradadas: um estudo de caso com aroeira-verdadeira *Myracroduon urundeuva* M. Allemão (Anacardiaceae)

Silvia Rahe Pereira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Campo Grande, MS
2007

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

Avaliação do modelo de Janzen-Connel em áreas degradadas: um estudo de caso com aroeira-verdadeira *Myracroduon urundeuva* M. Allemão (Anacardiaceae)

Silvia Rahe Pereira

Prof. Dr. Frederico dos Santos Lopes (Orientador)

Profa. Dra. Andréa Lúcia Teixeira de Souza (Co-orientadora)

Prof. Dr. Flávio Antônio Mäes dos Santos (Co-orientador)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para a obtenção do título de Mestre em Ecologia e Conservação.

Campo Grande, MS
2007

Aos meus pais, Fausto e Maria Augusta
E aos “pais-avós” Kalil e Lela
Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

À professora Andréa, minha “orientadora-mãe”, pela dedicação e apoio incondicional em todas as etapas deste trabalho;

À querida Joanice que, além de estar sempre disposta a ajudar, encontrou uma área de estudo para mim e não deixou que eu desistisse;

Ao seu Rufino e funcionários da Fazenda Jatobá, pela estadia e apoio logístico na realização da primeira etapa do trabalho;

Ao seu José, pela ajuda na montagem de experimento e pela eterna manutenção das cercas;

Ao seu Eronides, pela disponibilização da Chácara Nossa Senhora Aparecida para a realização da segunda etapa do trabalho;

Aos colegas e amigos muito parceiros Érica, Gisseli, Karina, Rodrigo e Flávio pela sofrida coleta da chuva de sementes, companhia nas viagens, coleta de sementes, montagem de experimento entre outras coisas nas quais vocês me ajudaram;

À família, por compreender as ausências;

Ao meu super marido, Marcelo, que me ajudou em tudo: a contar sementes minúsculas no pasto, bater estacas, semear, contar e medir plântulas, arrumar cerca, digitar dados, formatar o trabalho final... enfim, foi e é um super parceiro.

A todos vocês, muito obrigada!

Pouco conhecimento faz com que as criaturas se sintam orgulhosas.
Muito conhecimento, que se sintam humildes.
É assim que as espigas sem grãos erguem desdenhosamente a cabeça para o céu, enquanto que as cheias a baixam para a terra, sua mãe.

Leonardo da Vinci

SUMÁRIO

Lista de Figuras vi
Lista de Tabelas viii
Resumo ix
Abstract x
1. Introdução 1
2. Materiais e Métodos 4
   2.1. Espécie estudada 4
   2.2. Área de estudo 5
   2.3. Chuva de sementes e sobrevivência de plantas jovens em relação à distância da planta-mãe 6
   2.4. Efeito da densidade e distância da planta-mãe nas taxas de germinação, sobrevivência e mortalidade de plantas. 8
   2.5. Efeito da presença de gramíneas e densidade inicial de sementes no recrutamento de plântulas sem a influência da planta-mãe 9
   2.6. Análise dos dados 10
3. Resultados 11
   3.1. Chuva de sementes e sobrevivência de plantas jovens em relação à distância da planta-mãe 11
   3.2. Efeito da densidade e distância da planta-mãe nas taxas de germinação, sobrevivência e mortalidade de plantas 16
   3.3. Efeito da presença de gramíneas e densidade inicial de sementes no recrutamento de plântulas sem a influência da planta-mãe 21
4. Discussão 24
5. Referências Bibliográficas 29
Anexos 36

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama esquemático das amostras para a descrição da curva de dispersão de sementes de quatro indivíduos de *Myracroduon urundeuva* em área de pasto da Fazenda Jatobá..... 7

Figura 2 - Desenho esquemático do experimento avaliando a influência da distância da planta-mãe na germinação, sobrevivência e mortalidade de plântulas de *M. urundeuva*. 8

Figura 3 - Desenho esquemático dos experimentos indicando a localização das parcelas em relação à distância da planta-mãe. A disposição das parcelas manipulando a densidade de sementes foi obtida através de sorteio em cada árvore. 9

Figura 4 – Descrição da chuva de sementes de quatro de indivíduos de *M. urundeuva* isolados em pasto. 12

Figura 5 – Germinação de sementes de *M. urundeuva* em área de pasto abandonado na densidade real de sementes. 13

Figura 6 – Curvas de sobrevivência (l_x, onde l_0=1000) de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes distâncias da planta-mãe quando semeados a densidade real da espécie. 14

Figura 7 – Número médio (±EP) de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes distâncias da planta-mãe quando semeados a densidade real da espécie. Letras diferentes representam significância baseada no teste HSD Tukey. Os dados foram transformados em arcoseno da raiz quadrada. 15

Figura 8 – Mortalidade de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes distâncias da planta-mãe quando semeados a densidade real da espécie. 15

Figura 9 – Precipitação total e temperatura média de Jardim-MS durante o período de condução dos experimentos. 16

Figura 10 – Germinação de sementes de *M. urundeuva* em área de pasto abandonado quando consideradas todas as sementes utilizadas nos tratamentos de alta e baixa densidade. 17

Figura 11 – Curvas de sobrevivência (l_x, onde l_0=1.000) de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes distâncias da planta-mãe em diferentes densidades iniciais de sementes: densidade alta (200 sementes) (a) e densidade baixa (20 sementes) (b). 18

Figura 12 – Sobrevivência (± EP) de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes distâncias da planta-mãe quando semeados em densidade alta e baixa. Os dados foram transformados em arcoseno da raiz quadrada. 19

Figura 13 – Mortalidade de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes distâncias da planta-mãe quando semeados a diferentes densidades iniciais de sementes: densidade alta (a) e densidade baixa (b). 20

Figura 14 – Altura média (±EP) de plântulas após três meses da semeadura em viveiro. 22

Figura 15 – Curvas de sobrevivência (l_x, onde l_0=1.000) de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes densidades iniciais de sementes na presença e ausência de gramíneas: AS – densidade alta em solo nu, BS – densidade baixa em solo nu, AG – densidade alta na presença de gramíneas e BG - densidade baixa na presença de gramíneas. 23

Figura 16 - Demarcação das parcelas para a coleta de dados da chuva de sementes. 36

Figura 17 - Indivíduo de *Myracroduon urundeuva* marcado no pasto. 36

Figura 18 - Montagem do experimento na Fazenda Jatobá, Jardim-MS – visão geral. 37

Figura 19 - Montagem do experimento na Fazenda Jatobá, Jardim-MS – visão aproximada. 37

Figura 20 - Plântulas de *Myracroduon urundeuva* se desenvolvendo em pastagem. 38

Figura 21 - Montagem do experimento na Chácara Nossa Senhora Aparecida, Campo Grande-MS – visão geral. 39

Figura 22 - Montagem do experimento na Chácara Nossa Senhora Aparecida, Campo Grande-MS – visão aproximada. 39

Figura 23 - Experimento em casa de vegetação, Campo Grande-MS – visão geral. 40

Figura 24 - Experimento em casa de vegetação, Campo Grande-MS – visão aproximada. 40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise de Variância da sobrevivência de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes distâncias da planta-mãe ao longo do tempo (Teste de dependência serial t_s = 0,7487, p>0,4). g,l. = graus de liberdade. 14

Tabela 2 – Análise de Variância da sobrevivência de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes distâncias da planta-mãe e densidades iniciais de sementes ao longo do tempo. (Teste de dependência serial t_s = 1,797, p>0,05). g,l. = graus de liberdade. 19

Tabela 3 – Análise de Variância da taxa de germinação de sementes de *M. urundeuva* sob diferentes níveis de densidade inicial de sementes e na presença e ausência de gramíneas. g,l. = graus de liberdade..... 21

Tabela 4 – Análise de Variância da sobrevivência de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes densidades iniciais de sementes na presença e ausência de gramíneas ao longo do tempo. (Teste de dependência serial t_s = 0,9217, p > 0,2).g,l. = graus de liberdade. 23

RESUMO

Este estudo teve por objetivo investigar a relação entre a distribuição espacial de plântulas e o padrão de dispersão de sementes, avaliando o modelo de Janzen-Connell em áreas de pastagem, além de quantificar o efeito da densidade e de condições abióticas na distribuição espacial de plantas jovens de *Myracroduon urundeuva*. Avaliou-se ainda, a influência de gramíneas e da densidade inicial de sementes no recrutamento de plântulas no pasto, na ausência da planta-mãe. Os resultados mostraram que árvores isoladas da espécie em pasto dispersam a grande maioria das suas sementes embaixo da copa da e a poucos metros planta-mãe. A germinação de sementes encontrada foi bastante baixa e pode ter ocorrido devido às altas temperaturas às quais estas foram expostas durante os primeiros meses de experimento. Na presença da planta-mãe, os indivíduos de aroeira são vulneráveis em três épocas do ano e sugere-se que sua mortalidade seja influenciada tanto por fatores dependentes como independentes de densidade. O padrão de sobrevivência encontrado assemelhou-se à curva de sobrevivência do Tipo III e uma taxa de sobrevivência significativamente maior foi encontrada na borda da copa da planta-mãe em relação às demais distâncias avaliadas. Na ausência da planta-mãe e de gramíneas uma maior taxa de sobrevivência foi observada em altas densidades de sementes, porém, na presença de gramíneas, um padrão oposto foi encontrado. É possível que a competição interespecífica com gramíneas afete com maior intensidade a sobrevivência de plântulas do que a competição intraespecífica. Árvores isoladas em pasto desempenham importantes funções neste sistema por servirem como poleiros naturais aumentando a dispersão de sementes de outras espécies para estes locais, elevarem a concentração de nutrientes no solo e amenizarem as condições abióticas estressantes destas áreas. Este estudo mostrou que a manutenção de indivíduos adultos de aroeira isolados em pasto pode facilitar a regeneração natural da espécie nestes ambientes, uma vez que a região da borda de suas copas poderia funcionar como um sítio favorável para o recrutamento de novos indivíduos.

Palavras-chave: dispersão de sementes, germinação de sementes, recrutamento de plântulas em pasto.

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the relationship between the spatial distribution of seedlings and the dispersal pattern of seeds, evaluating the Janzen-Connell model in pasture areas, as well as to quantify the effects of seed density and abiotic conditions on the spatial distribution of young plants of *Myracroduon urundeuva*. Also, we evaluated the influences of exotic grasses and initial seed density on seedling recruitment in pasture, in the absence of parent trees. The results showed that for isolated trees of this species in pasture, most of their seeds are deposited underneath the parent tree crown, distant a few meters from the tree. The germination of seeds was very low and it is possible that exposure of seed to high temperatures during the first months of the experiment influenced these results. In the presence of parent trees, individuals were vulnerable in three periods of the year and it is suggested that this mortality can be influenced by density-dependent and independent factors. The survivorship pattern found was similar to a type III survivorship curve and a significantly high survival rate was found in the border of the parent tree crown, when compared to the other distances evaluated. In the absence of the parent tree and grasses a high survival rate was found in high densities of seeds, but, in the presence of grasses, an opposite pattern was found. However, it is possible that interespecific competition with grasses affects seedling survival with more intensity than intraspecific competition. Isolated trees in pasture have important functions in this system because they serve as natural perches increasing the dispersal of seeds of other species into these places, they increase the concentration of soil nutrients and reduce the stressful abiotic conditions of these areas. This study showed that the maintenance of isolated adult individuals of *Myracroduon urundeuva* in pasture can facilitate the natural regeneration of the species in these environments, since the area in the border of their crowns could work as safe sites for the recruitment of new individuals.

Key words: seed dispersal, seed germination, seedling recruitment in pasture areas.

1. INTRODUÇÃO

As populações de plantas são limitadas pelo baixo ou incerto suprimento de sementes viáveis ou pela distribuição de microsítios favoráveis que afetam a germinação, o crescimento e a mortalidade de indivíduos nos bancos de sementes e nos estágios de plântulas (Harper 1977, Clark *et al*. 1999). As taxas de recrutamento de plantas jovens que mantêm estas populações envolvem produção e dispersão de sementes, germinação e crescimento de plantas jovens (Howe 1986, Holl *et al.* 2000, Nathan & Muller-Landau 2000).

Janzen (1970) e Connell (1971) propuseram um modelo teórico no qual a maior parte das sementes produzidas por uma planta seria depositada debaixo da copa ou a curtas distâncias da sua base e as taxas de sobrevivência da prole aumentariam no sentido inverso, numa relação positiva com a distância da planta-mãe. Esta hipótese baseou-se nos processos densidade-dependentes ocorrendo próximos à planta-mãe, especialmente nas interações com predadores de sementes, patógenos e herbívoros de plantas jovens. Assim, o pico de recrutamento da prole ocorreria a uma distância intermediária entre a origem e o limite da área de alcance dos propágulos, seguindo um balanço entre a disponibilidade destes propágulos e suas chances de sobrevivência.

A dispersão de sementes é o deslocamento dos propágulos vegetais (frutos ou sementes) a partir da planta-mãe e influencia diretamente a demografia e a estrutura das comunidades vegetais (Harper 1977, Herrera *et al.* 1994) uma vez que determina a área potencial de recrutamento de novas plantas. Assim, os padrões de dispersão estão diretamente relacionados à habilidade de colonização de novos sítios, ampliando ou mantendo a sua distribuição espacial e promovendo o fluxo gênico entre populações (Howe & Smalwood 1982). No entanto, ainda são escassas as informações disponíveis sobre os padrões da denominada "chuva de sementes" (Nathan & Muller-Landau 2000), da disponibilidade de sementes viáveis no tempo e no espaço e das relações entre os padrões de área de alcance das sementes e os fatores limitantes pós-dispersão no recrutamento de plântulas (Hoppes 1987, Murray 1988, Westcott & Graham 2000, Wenny 2001, Clark *et al.* 2005).

Nathan & Muller-Landau (2000) enfatizaram a escassez de experimentos que avaliam a importância relativa da limitação de sementes a diferentes distâncias da planta-mãe. De acordo com esses autores, alguns experimentos de semeadura mostraram que a densidade de sementes está positivamente correlacionada com o recrutamento de plantas jovens. No entanto, estes poucos estudos utilizavam uma única densidade de sementes e normalmente não comparam parcelas com adição de sementes com parcelas controles (densidade real). Augspurger & Kitajima (1992) conduziram experimentos com uma espécie arbórea de dossel em floresta no Barro Colorado (*Tachigalia versicolor* - Fabaceae*)* investigando o efeito da densidade de sementes e da distância da planta-mãe. Seus resultados mostraram que o efeito dos fatores de mortalidade dependente de densidade foi restrito apenas às densidades muito altas e durante os dois primeiros meses das plântulas. No entanto, a maiores distâncias das plantas-mãe aqueles autores utilizaram apenas parcelas com densidades baixas de sementes. Assim, a importância dos fatores densidade-dependente e condições abióticas e principalmente a interação entre eles no recrutamento de plantas jovens continuam obscuros.

Os estudos registrados na literatura normalmente confundem o efeito da densidade de sementes e o efeito da distância da planta-mãe e Nathan & Muller-Landau (2000) enfatizaram a importância da realização de experimentos que envolvam simulações em que cada fator seja analisado separadamente. Por exemplo, Clark & Clark (1984) avaliaram o modelo de Janzen-Connell para *Dipteryx paranamensis* (Fabaceae) em áreas de floresta tropical na Costa Rica e mostraram a existência de maior mortalidade de plântulas próximas à planta-mãe. No entanto, os resultados desse estudo não separaram os efeitos dependentes de densidade do efeito das condições abióticas na germinação das sementes e no recrutamento de plantas jovens. Bustamante & Simonetti (2000) apresentaram um modelo explorando o efeito da distância da planta-mãe na predação de sementes e recrutamento de plântulas para árvores agregadas e isoladas de *Cryptocarya alba* (Lauraceae), uma espécie tolerante à sombra, em florestas no Chile Central. Em seus experimentos foram dispostas sementes, em densidade máxima e uniforme, em caixas plásticas localizadas a diferentes distâncias da planta-mãe, contendo solo e serrapilheira

coletados na base da planta-mãe, excluindo o efeito da competição com gramíneas e o efeito da diferença nas características do solo à medida que aumenta a distância da planta mãe. Seus resultados mostraram que, para árvores isoladas, a sobrevivência de plântulas seria maior nos sítios próximos a planta-mãe em relação às áreas fora da copa apenas na ausência de predadores, indicando um forte efeito de condições abióticas como estresse de temperatura e luminosidade na distribuição de plântulas sob condições de densidade constante. No entanto, os efeitos de níveis de nutrientes no solo combinados às condições abióticas desfavoráveis como as que ocorrem em áreas de pastagem, devem limitar ainda mais a área de distribuição de plantas em torno da planta-mãe.

As sementes potencialmente viáveis têm uma menor probabilidade de germinação em áreas de pastos, devida principalmente às altas taxas de predação pós-dispersão e ao estresse hídrico e de temperatura que danifica o embrião antes da finalização do processo germinativo. Mesmo após a germinação, a sobrevivência e crescimento de plântulas podem ser limitados devido ao estresse hídrico, altas taxas de herbivoria, compactação e falta de nutrientes no solo, mas principalmente por competição com gramíneas (Nepstad *et al*. 1996, Holl 1999, Holl *et al*. 2000).

As condições de estresse que afetam tanto as sementes como as plântulas em áreas de pastos podem ser amenizadas por espécies vegetais denominadas plantas berçário. A facilitação promovida por estas plantas pode ser devida a diversos mecanismos. Por exemplo, a sombra destas plantas pode diminuir a radiação e amenizar temperaturas estressantes para as plântulas que emergem sob suas copas, a umidade do solo embaixo das plantas berçário é maior e a evapotranspiração menor, o que leva à diminuição do estresse hídrico. Além disto, é provável que o solo abaixo destas plantas tenha uma maior disponibilidade de nutrientes devido ao acúmulo de serrapilheira e à umidade mais elevada (Wied & Galen 1998, Kitzberger *et al.* 2000, De Villiers *et al.* 2001, Castro *et al* 2002, Drezner & Garrity 2003, Castro *et al* 2004). No entanto, poucos estudos detalham as conseqüências dos diferentes padrões de chuva de sementes em áreas degradadas, os quais seriam úteis para a elaboração de estratégias de conservação e manejo de espécies arbóreas nestas áreas.

Vários estudos testaram experimentalmente a hipótese de Janzen e Connell com plantas localizadas no centro ou borda de florestas (Clark & Clark 1984, Schupp 1992, Oliveira-Filho *et al.* 1996, Bustamante & Simonetti 2000), no entanto as informações oriundas de árvores isoladas em áreas degradadas como os pastos são bastante escassas. Em áreas de pastagem, as condições de solo e a presença de gramíneas podem variar muito entre sítios próximos e distantes das árvores, o que poderia influenciar fortemente a distribuição espacial de plântulas. Assim, é plausível supor que a relação entre as taxas de sobrevivência e a distância da planta-mãe, como proposto no modelo de Janzen-Connell, varie com o ambiente, especialmente em áreas degradadas. Em áreas de pastagem a sobrevivência de novos indivíduos diminuiria com o aumento da distância da planta-mãe.

Este estudo teve por objetivo investigar a relação entre a distribuição espacial de plântulas e o padrão dispersão de sementes, avaliando o modelo de Janzen-Connell em áreas de pastagem, além de quantificar o efeito da densidade e de condições abióticas na distribuição espacial de plantas jovens. Na ausência da planta-mãe, foi também avaliada a influência de gramíneas e da densidade inicial de sementes no recrutamento de plântulas no pasto.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Espécie estudada

A aroeira-verdadeira, *Myracrodruon urundeuva* M. Allemão (Anacardiaceae), é uma espécie arbórea, dispersa pelo vento e caducifólia (Carvalho 2003). A sua distribuição geográfica no Brasil está limitada ao Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste. Floresce durante os meses de junho a julho, geralmente com a planta totalmente despida de sua folhagem (Lorenzi 1992). A maturação completa dos frutos inicia-se no final do mês de setembro, prolongando-se até outubro. A sua madeira é muito densa (1,00 a 1,21 $g.cm^{-3}$) e possui um cerne bastante durável e imputrescível, sendo considerada como a madeira mais resistente do Brasil. Essa característica se deve ao seu alto teor de tanino e por ser resistente ao ataque de cupins de madeira seca (Carvalho 2003). A espécie foi inserida na lista oficial de espécies da flora brasileira

ameaçadas de extinção, na classe vulnerável (Brasil 1992) devido a sua elevada exploração para o extrativismo e uso medicinal (Paula & Alves 1997). É uma espécie recomendada para recuperação de áreas degradadas, por ser uma espécie clímax exigente de luz (Pinto 1999) e se desenvolver bem tanto em solos compactados e com gramíneas quanto em matas ciliares (Carvalho 2003).

2.2. Área de estudo

A avaliação do modelo de Janzen-Connell em áreas degradadas foi conduzida nos campos pecuários da Fazenda Jatobá localizada no município de Jardim, na região sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul. A área possui 2.500 há, formada por pasto e por manchas de vegetação nativa como capoeiras, cerrado *sensu strito*, cerradão e mata ciliar. Geologicamente a região é caracterizada pela Formação Aquidauana - Bela Vista e pela Depressão do Miranda (Borges *et al.* 1997). Esta unidade constitui-se por terrenos baixos e relativamente planos, drenados pela sub-bacia do rio Miranda. De acordo com o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA 1999), os solos predominantes na área de estudo são podzólico vermelho-escuro e vermelho-amarelo, que são profundos, de textura arenosa média, não hidromórficos, apresentam fertilidade natural baixa, monofásicos e horizonte A moderado. O clima é do tipo Tropical subquente e úmido, com um a dois meses de seca (IBGE). A precipitação média anual para a região varia entre 1.400 a 1.600 mm, sendo que o regime da precipitação é tipicamente tropical, apresentando dois períodos distintos: um chuvoso, que se inicia em outubro e estende-se até março, e outro seco, no período de abril a setembro. O mês com maior índice pluviométrico é janeiro, com uma precipitação média de 150 a 250 mm. O mês mais seco é julho, com uma média de 10 a 40 mm. A temperatura média anual varia entre 22ºC e 25ºC. O mês mais quente é outubro com temperatura média entre 23ºC e 27ºC e o mais frio é julho com temperatura variando de 17ºC a 22ºC (Campelo-Júnior *et al.* 1997).

A precipitação mensal e a temperatura média durante os meses em que o experimento foi conduzido foram obtidas a partir dos dados do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (CPTEC/INPE 2006) (Figura 8).

A coleta de sementes e a montagem dos dois experimentos avaliando a influência de gramíneas e densidade inicial de sementes no recrutamento de plântulas (na ausência da planta-mãe) foram realizadas no município de Campo Grande-MS. A pluviosidade média anual varia entre 1.300 e 1.700 mm, com umidade relativa geralmente baixa, raramente atingindo 80%. As temperaturas médias anuais ficam entre 20 e 22°C (Köppen 1931). Os solos da região são classificados como latossolo vermelho (IBGE).

O experimento de campo avaliando a influência de gramíneas e diferentes densidades de sementes na germinação, sobrevivência e crescimento de plântulas foi conduzido em uma área de pasto da Chácara Nossa Senhora Aparecida (20°41'27,18"S e 54°34'26,86"W). A determinação do potencial germinativo das sementes coletadas para o segundo experimento foi realizada em casa de vegetação da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul em Campo Grande-MS.

2.3. Chuva de sementes e sobrevivência de plantas jovens em relação à distância da planta-mãe

Neste estudo foi assumida a premissa de que as condições abióticas variam com a distância da planta-mãe (Bustamante & Simonetti 2000). A descrição da chuva de sementes foi realizada em áreas de pasto, onde foram marcadas todas as árvores adultas isoladas (com distâncias superiores a 50m entre indivíduos). Quatro indivíduos foram então sorteados para a condução de uma amostragem descritiva. Em cada uma das árvores foram marcadas parcelas quadradas (0,5 x 0,5m) em três transectos lineares, iniciando na base do tronco das plantas em direção ao exterior, distribuídos homogeneamente na circunferência da copa (Figura 1). As parcelas foram amostradas ao longo destes transectos até a distância em que o número de sementes no seu interior fosse inferior a 10% da parcela com maior abundância de sementes (Figura 1). A distância entre as parcelas foi baseada no tamanho da copa, de maneira que cada árvore tivesse uma parcela localizada no interior da área de projeção da copa, uma localizada de maneira em que o limite da projeção da copa fique em seu interior, e as demais em intervalos de distâncias similares (a 0,5m) em

direção à área aberta (Figura 1). Em cada parcela todas as sementes foram contadas, através de procura visual na superfície do solo.

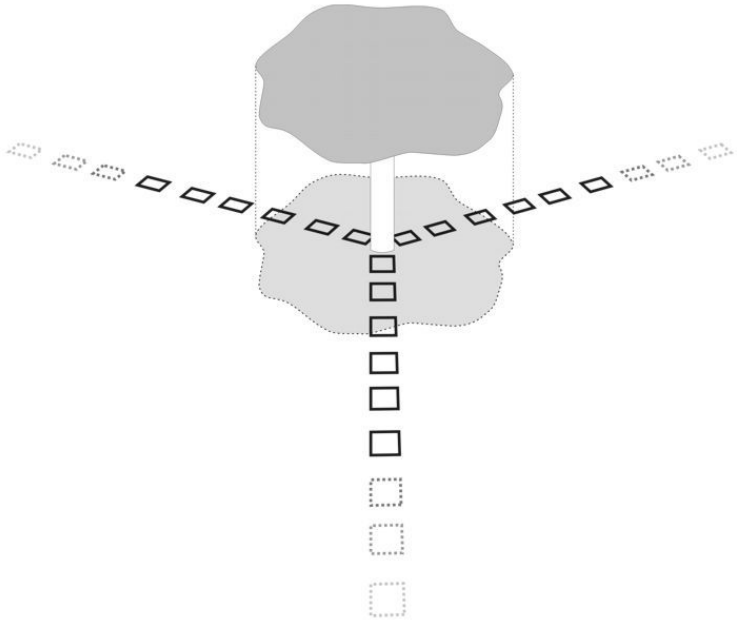

Figura 1 - Diagrama esquemático das amostras para a descrição da curva de dispersão de sementes de quatro indivíduos de *Myracroduon urundeuva* em área de pasto da Fazenda Jatobá.

Para avaliar apenas efeito da distância da planta mãe na emergência e de plântulas de *M. urundeuva* foram marcadas sete árvores. Em cada uma, quatro parcelas foram marcadas ao longo de um transecto em diferentes distâncias da planta-mãe. A primeira parcela foi posicionada no local mais próximo ao tronco (Copa) abaixo da área de projeção da copa, a segunda na interface entre copa e a área aberta (Borda), a quarta a aproximadamente 10 metros do tronco da árvore (Dist II) e a terceira foi marcada numa posição eqüidistante entre as parcelas dois e quatro (Dist I) (Figura 2). Em cada parcela foram colocadas 185, 96, 54 e 26 sementes respectivamente. Estes valores (densidade real) foram estimados a partir da amostra de chuva de sementes para simular o efeito da distância em condições naturais e representam o número médio das sementes em cada parcela a distâncias equivalentes da planta mãe ao longo do transecto. Assim, quatro coortes de 1.295, 672, 378 e de 182 indivíduos (cada um representando um nível de tratamento) foram acompanhados durante um ano, sendo que o monitoramento foi feito quinzenalmente durante o primeiro mês, mensalmente até que a germinação de sementes cessasse e bimestralmente até o final do período de estudo.

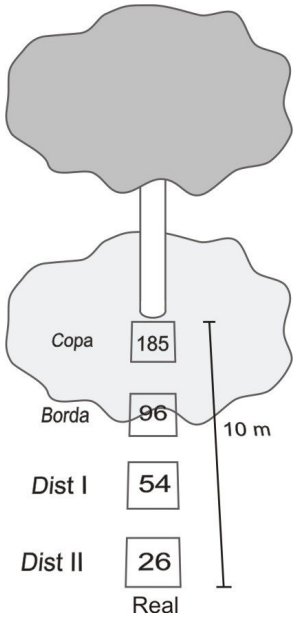

Figura 2 - Desenho esquemático do experimento avaliando a influência da distância da planta-mãe na germinação, sobrevivência e mortalidade de plântulas de *M. urundeuva*.

2.4. Efeito da densidade e distância da planta-mãe nas taxas de germinação, sobrevivência e mortalidade de plantas.

Um desenho experimental de adição de sementes foi conduzido no campo para determinar o efeito da densidade e da distância da planta-mãe nas taxas de germinação, sobrevivência e mortalidade de plântulas de *M. urundeuva*. Sete árvores foram sorteadas para a condução do experimento. Em cada árvore foram marcados dois transectos um ao lado do outro e cada um recebeu um nível de densidade (alta e baixa). Foram marcadas, em cada um dos transectos, quatro parcelas (0,5 x 0,5m) localizadas em diferentes distâncias da planta-mãe, de maneira que a primeira parcela estivesse posicionada próxima ao tronco abaixo da área de projeção da copa (Copa), a segunda entre a copa e a área aberta (Borda), a quarta a aproximadamente 10 metros do tronco da árvore (Dist II) e a terceira numa posição eqüidistante entre as parcelas dois e quatro (Dist I) (Figura 3). Em cada uma das sete árvores marcadas, cada um dos dois transectos foi sorteado para receber um dos dois níveis de tratamento de densidade. O número de sementes de cada nível foi estimado através dos resultados do item “Chuva de sementes em relação à distância da planta-mãe”, sendo que no tratamento densidade alta foram usadas 200 sementes o que representou a média do número máximo

amostrado nas parcelas com maior abundância de sementes no tratamento densidade baixa foram dispostas 20 sementes o equivalente a 10% do número de sementes usadas no tratamento “densidade alta” (Figura 2). Previamente as sementes que se encontravam dentro e em uma faixa de 20 cm ao redor das parcelas foram retiradas, para evitar a influência de plântulas próximas nos resultados. Cada árvore foi cercada para evitar o acesso de gado no local.

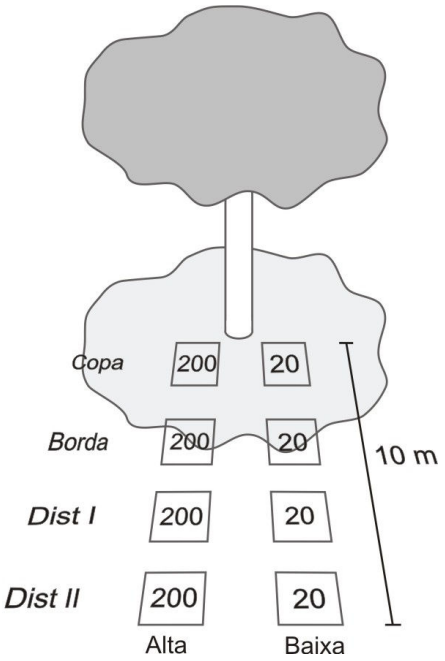

Figura 3 - Desenho esquemático dos experimentos indicando a localização das parcelas em relação à distância da planta-mãe. A disposição das parcelas manipulando a densidade de sementes foi obtida através de sorteio em cada árvore.

Os oito coortes, sendo quatro com 1.400 e os restantes com 140 indivíduos foram monitorados durante um ano, sendo quinzenalmente durante o primeiro mês e mensalmente até que a germinação de sementes cessasse e bimestralmente até o final do período de estudo. Em cada censo foram registrados o número de plantas germinadas e a sobrevivência das mesmas.

2.5. Efeito da presença de gramíneas e densidade inicial de sementes no recrutamento de plântulas sem a influência da planta-mãe

Para avaliar o efeito de gramíneas exóticas e da densidade inicial de sementes nas taxas de germinação, sobrevivência e crescimento de plântulas de *M. urundeuva*, foi conduzido um experimento fatorial (2x2) de campo em

uma área de pasto da Chácara Nossa Senhora Aparecida. O fator “Densidade inicial de sementes” consistiu de dois níveis, utilizando-se uma densidade alta (200 sementes/ 0,25m²) e baixa (20 sementes/ 0,25m²). O fator “Gramíneas” foi constituído de dois níveis. No primeiro nível, (Remoção) todas as plantas dentro da parcela foram arrancadas incluindo as raízes, e no segundo a vegetação foi mantida intacta (Controle). Quatro coortes, sendo duas de 1.000 indivíduos (1000 na presença de gramíneas e 1000 na ausência de gramíneas) e duas de 100 indivíduos (100 na presença de gramíneas e 100 na ausência de gramíneas) foram monitoradas durante três meses. O experimento foi vistoriado quinzenalmente registrando-se o número de plântulas encontradas. No encerramento do experimento foi registrada a altura de todas as plantas jovens.

Para determinar o potencial germinativo máximo das sementes utilizadas no experimento de campo, um outro experimento foi realizado em casa de vegetação, manipulando densidade inicial alta (200 sementes/ 0,25m²) e baixa (20 sementes/ 0,25m²) de sementes. As sementes foram dispostas em bandejas plásticas contendo substrato nutritivo (Plantmax) irrigadas duas vezes ao dia. Foram utilizadas 1.000 sementes para o tratamento de densidade alta e 100 sementes na densidade baixa, divididas em cinco repetições. O experimento foi vistoriado semanalmente durante três meses, registrando-se o número de plântulas encontradas e após o encerramento foi registrada a altura de todas as plantas.

As sementes utilizadas nos experimentos foram coletadas a partir de dez árvores, distanciadas no mínimo 100m entre si para aumentar a representatividade genética da população. A densidade de sementes utilizada nos experimentos também foi estimada a partir dos resultados do item “Chuva de sementes em relação à distância da planta-mãe”.

2.6. Análise dos dados

A germinação de sementes a diferentes distâncias da planta-mãe foi avaliada através de análise de variância (ANOVA), com um fator fixo (distância da planta-mãe) e um fator aleatório (árvores).

Os resultados oriundos do acompanhamento da sobrevivência de indivíduos dos coortes monitorados de *M. urundeuva* foram avaliados através de Análise de Variância (ANOVA) com réplicas temporais sendo que a distância da planta-mãe e a densidade inicial de sementes foram consideradas como fatores fixos.

As influências da densidade inicial de sementes e de gramíneas na taxa de sobrevivência de indivíduos dos coortes no campo sem a presença de adultos co-específicos foi avaliada através de Análise de Variância (ANOVA) com réplicas temporais sendo que o fator gramíneas e o fator densidade inicial de sementes foram consideradas como fatores fixos. A variação na taxa de germinação e na altura de plântulas foi avaliada através de ANOVA simples.

Todos os dados de proporção foram transformados em arcoseno da raiz quadrada para se obter homogeneidade de variâncias (Box *et al.* 1978). Os resíduos foram checados graficamente (ao longo das estimativas) para verificar a efetividade das transformações e normalidade dos dados (Sokal & Rohlf 1995). Como uma das premissas da ANOVA determina a independência dos dados e repetições temporais são freqüentemente associadas à autocorrelação (Sokal & Rohlf 1995), o tempo foi usado como bloco em todas as análises de monitoramento das coortes para evitar esta violação. A independência dos dados foi examinada graficamente através da análise de correlação dos resíduos, entre diferentes intervalos ao longo da estimativa, usando o módulo ACF Plot (Systat, Wilkinson 1996). Além disto, o teste de independência serial foi conduzido (Sokal & Rohlf 1995). O nível de significância considerado foi de 0,05.

3. RESULTADOS

3.1. Chuva de sementes e sobrevivência de plantas jovens em relação à distância da planta-mãe

A análise descritiva do padrão de chuva de sementes de quatro árvores isoladas de aroeira em pasto mostrou que próximo ao tronco das árvores a disponibilidade de sementes é bastante elevada variando, em média, entre 174 e 360 sementes/0,25m². O número de sementes dispersas decaiu rapidamente com o aumento da distância da planta-mãe se ajustando ao modelo de

exponencial negativa de primeira ordem (Figura 3). A partir de 10 metros da planta-mãe a densidade média encontrada foi inferior a 50 sementes/0,25m². O modelo explicou a maior parte da variação dos dados ficando entre 64 a 86% nas quatro árvores amostradas (Figura 3). No entanto, os parâmetros destas curvas variaram entre as quatro árvores. As árvores 1 e 4 apresentaram, em média, aproximadamente 220 sementes/0,25m² embaixo da copa, no entanto enquanto que a árvore 1 dispersou a maioria de suas sementes até 21m da planta-mãe, para a árvore 4 a maioria das sementes não atingiu 15m de distância. A árvore 2 apresentou a menor densidade de sementes embaixo de sua copa (174 sementes/0,25m²), contudo suas sementes atingiram as maiores distâncias encontradas neste estudo, de aproximadamente 24m. Embaixo da copa da árvore 3 foi encontrada a maior densidade de sementes, em média, 360 sementes/0,25m², porém a distância dispersão alcançou apenas 13m.

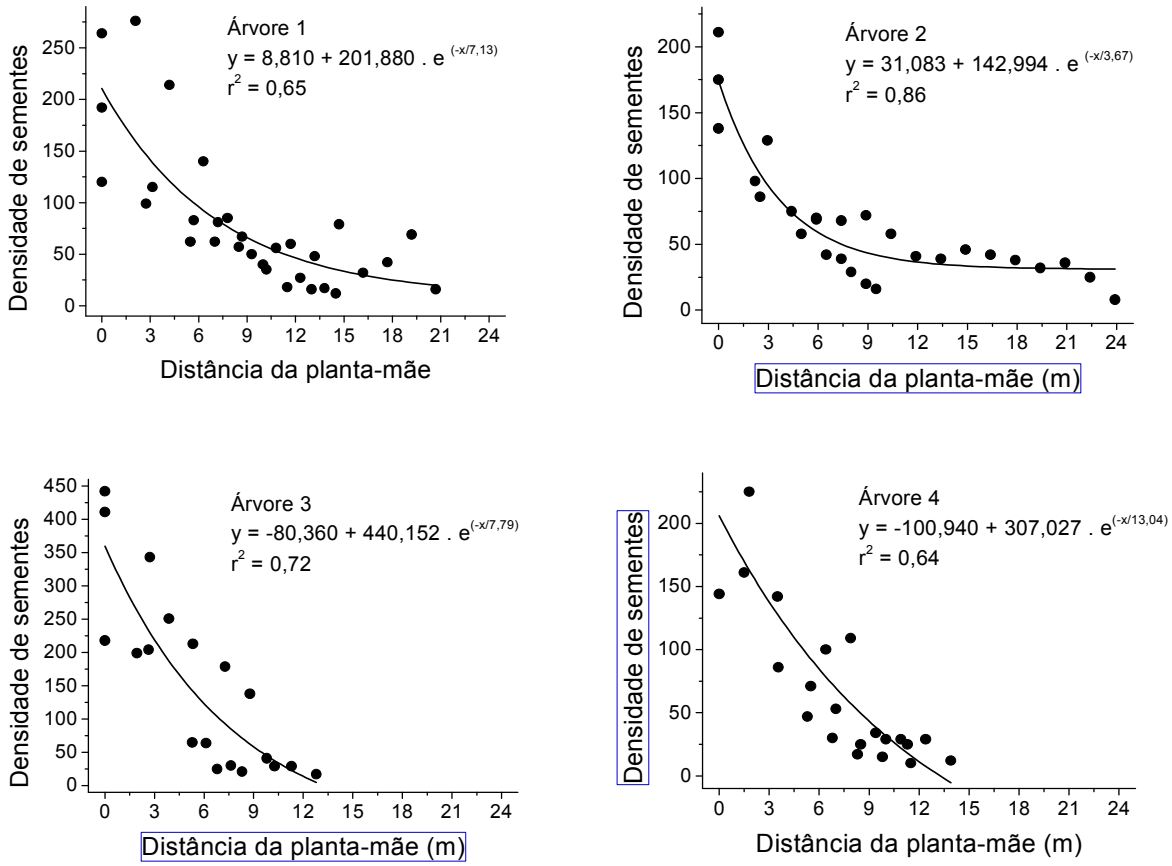

Figura 4 – Descrição da chuva de sementes de quatro de indivíduos de *M. urundeuva* isolados em pasto.

A germinação das sementes em densidade real não diferiu entre as distâncias da planta-mãe ($F_{3,24}$ = 0,269; p = 0,847). *Myracroduon urundeuva* apresentou uma porcentagem de germinação muito baixa, de 2,06%, sob condições naturais em pasto. A grande maioria das sementes germinou durante os 100 primeiros dias após o início do experimento (Figura 4).

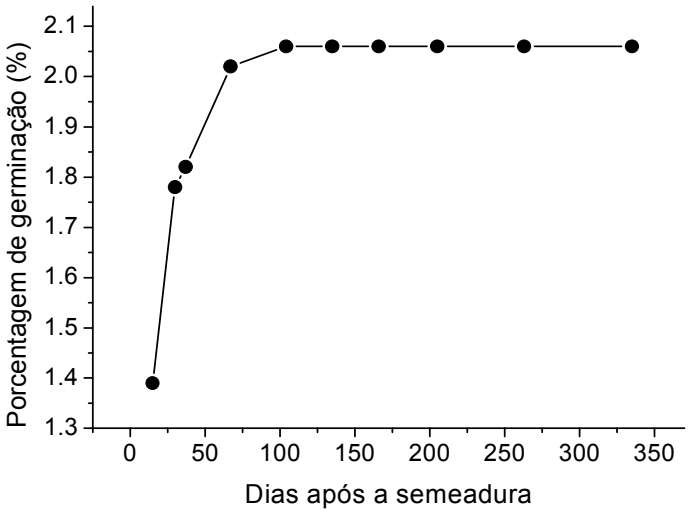

Figura 5 – Germinação de sementes de *M. urundeuva* em área de pasto abandonado na densidade real de sementes.

A taxa de sobrevivência dos indivíduos (l_x) de *M. urundeuva* nos quatro coortes em diferentes distâncias se assemelhou à curva padronizada do Tipo III (Pearl 1928), indicando extensiva mortalidade inicialmente, mas uma taxa alta de sobrevivência subseqüente (Figura 5). No entanto, a sobrevivência dos indivíduos diferiu em relação à distância da planta-mãe ao longo do tempo (Tabela 1). Indivíduos encontrados na borda da copa tiveram uma sobrevivência significativamente maior do que os encontrados nas demais distâncias analisadas. Indivíduos localizados na Dist II apresentaram a menor taxa de sobrevivência e os encontrados na Copa e na Dist I ocuparam uma posição intermediária (Figura 6).

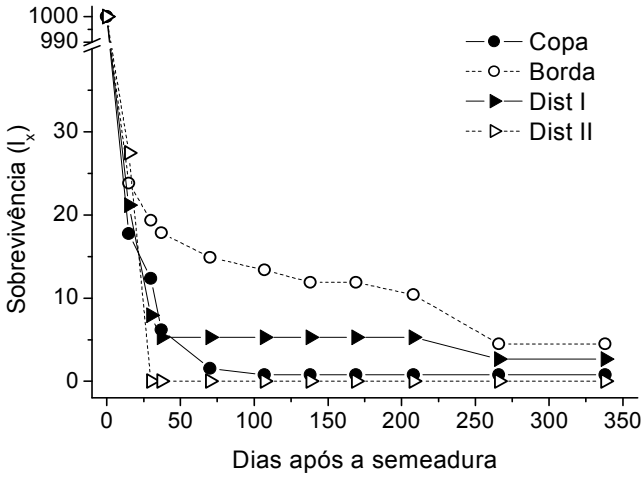

Figura 6 – Curvas de sobrevivência (l_x, onde l_0=1000) de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes distâncias da planta-mãe quando semeados a densidade real da espécie.

Tabela 1 – Análise de Variância da sobrevivência de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes distâncias da planta-mãe ao longo do tempo (Teste de dependência serial t_s = 0,7487, p>0,4). g,l. = graus de liberdade.

Fonte	g.l.	*F*	*P*
Distância da planta-mãe	9	9.105	< 0,001
Tempo	3	33.151	< 0,001
Erro	27		

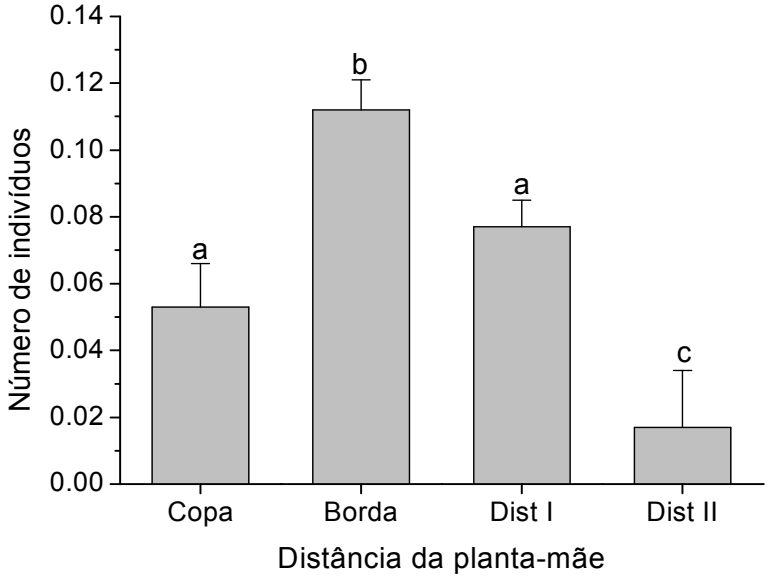

Figura 7 – Número médio (±EP) de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes distâncias da planta-mãe quando semeados a densidade real da espécie. Letras diferentes representam significância baseada no teste HSD Tukey. Os dados foram transformados em arcoseno da raiz quadrada.

A análise gráfica das taxas de mortalidade (q_x) dos indivíduos de aroeira no pasto sugeriu três épocas de maior vulnerabilidade ao longo do ano: logo após a semeadura, em janeiro, no meio da estação chuvosa para indivíduos localizados embaixo da copa e em julho, durante a estação seca para indivíduos localizados na Borda e em área aberta Dist I (Figura 7, 8).

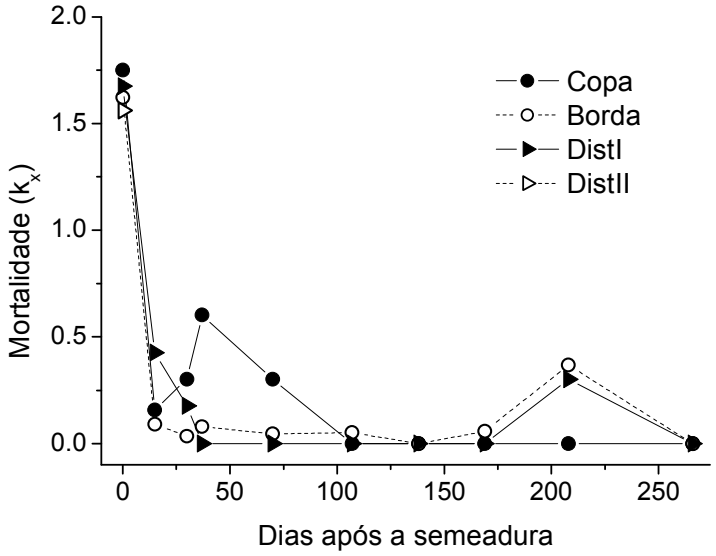

Figura 8 – Mortalidade de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes distâncias da planta-mãe quando semeados a densidade real da espécie.

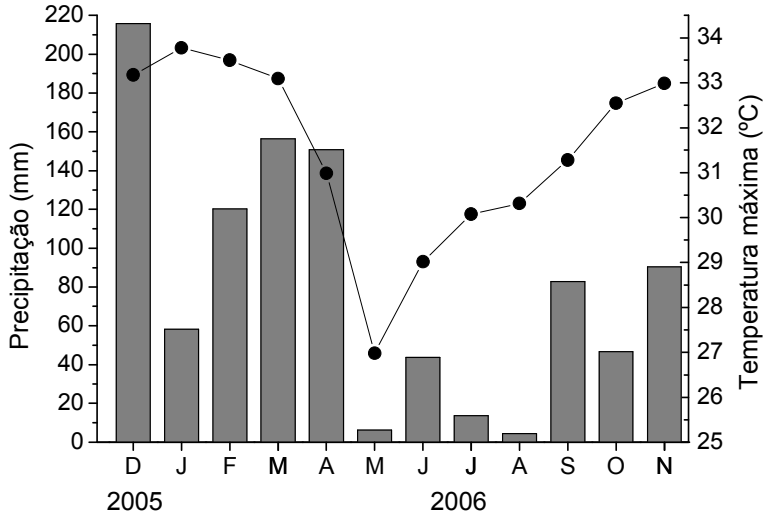

Figura 9 – Precipitação total e temperatura média de Jardim-MS durante o período de condução dos experimentos.

3.2. Efeito da densidade e distância da planta-mãe nas taxas de germinação, sobrevivência e mortalidade de plantas

A germinação das sementes não diferiu nem em relação à distância da planta-mãe ($F_{3,42}$ = 1,638; p = 0,195) e nem em relação à densidade inicial de sementes utilizadas ($F_{1,42}$ = 2,705; p = 0,108). A interação entre estes fatores não foi significativa ($F_{3,42}$ = 1,391; p = 0,259). Também neste caso, *M. urundeuva* apresentou uma porcentagem de germinação em pasto muito baixa, de 1,64%, quando se considerando todas as sementes utilizadas nestes tratamentos, e a grande maioria das sementes germinou durante os 166 primeiros dias após a semeadura (Figura 9).

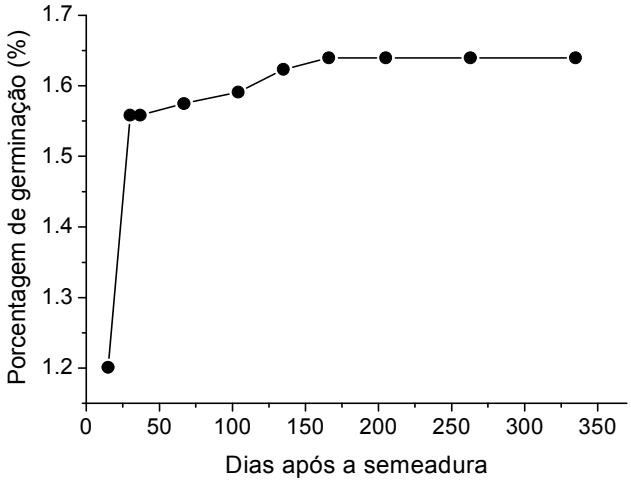

Figura 10 – Germinação de sementes de *M. urundeuva* em área de pasto abandonado quando consideradas todas as sementes utilizadas nos tratamentos de alta e baixa densidade.

A sobrevivência de indivíduos de aroeira semeados em densidades alta e baixa também se assemelhou à curva de sobrevivência do Tipo III (Figura 10). Em parcelas com densidade baixa a sobrevivência média de indivíduos foi aproximadamente três vezes maior, em média, quando comparada com as de densidade alta. O efeito da distância da planta-mãe nas taxas de sobrevivência de indivíduos diferiu com a densidade inicial de sementes utilizadas (significância da interação Distância da planta-mãe vs. Densidade – Tabela 2). Para parcelas com baixas densidades iniciais de sementes, uma maior taxa de sobrevivência foi encontrada para indivíduos localizados na borda da copa da planta-mãe e a menor sobrevivência para indivíduos localizados sob a copa. Em parcelas localizadas a maiores distâncias do adulto co-específico a sobrevivência foi intermediária ($F_{3,15}$ = 168,397; $p < 0,001$) (Figura 11).

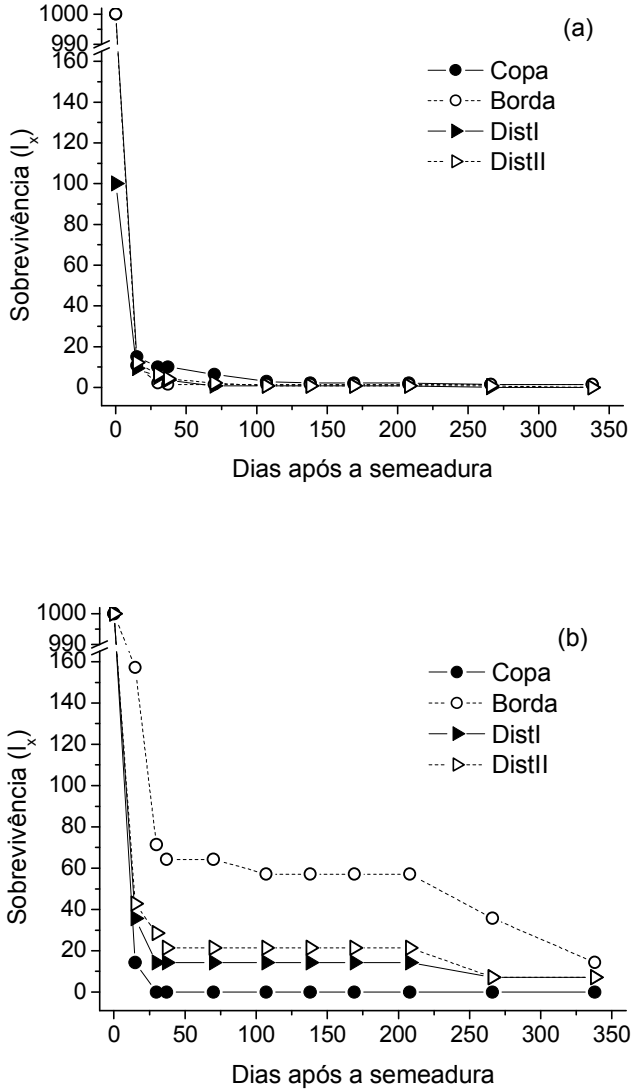

Figura 11 – Curvas de sobrevivência (l_x, onde l_0=1.000) de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes distâncias da planta-mãe em diferentes densidades iniciais de sementes: densidade alta (200 sementes) (a) e densidade baixa (20 sementes) (b).

Tabela 2 – Análise de Variância da sobrevivência de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes distâncias da planta-mãe e densidades iniciais de sementes ao longo do tempo. (Teste de dependência serial t_s = 1,797, p>0,05). g,l. = graus de liberdade.

Fonte	g.l.	*F*	*P*
Tempo	5	31,506	**0,000**
Densidade	1	321,704	**0,000**
Distância da planta-mãe	3	89,256	**0,000**
Distância da planta-mãe vs. Densidade	3	128,263	**0,000**
Erro	35		

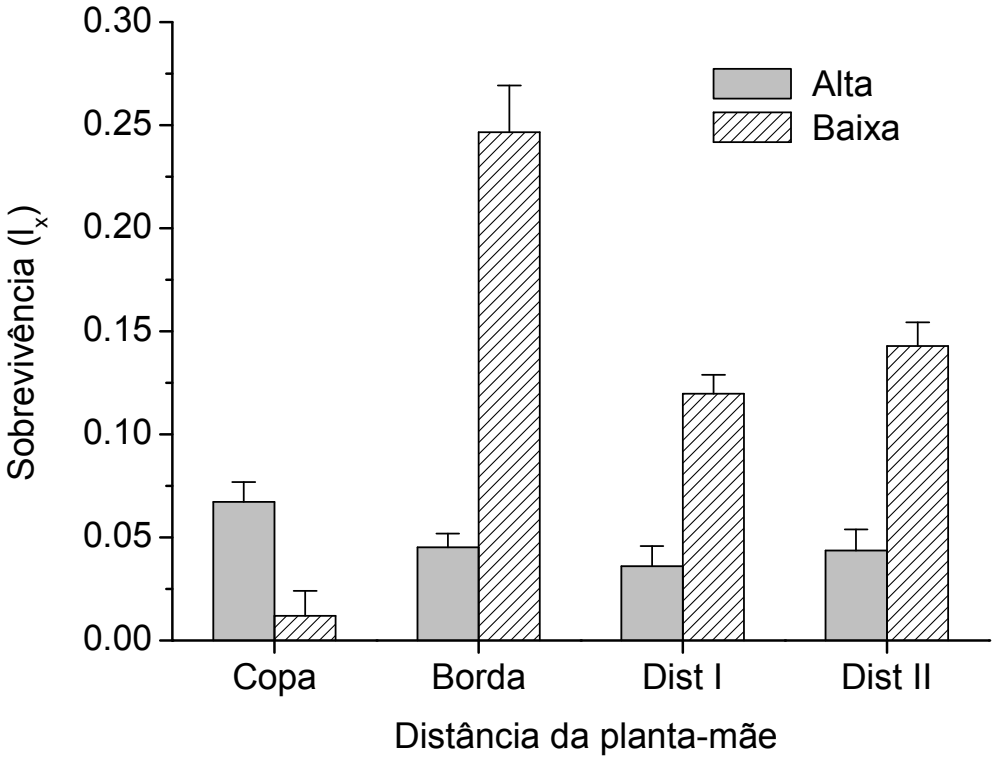

Figura 12 – Sobrevivência (± EP) de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes distâncias da planta-mãe quando semeados em densidade alta e baixa. Os dados foram transformados em arcoseno da raiz quadrada.

As curvas de mortalidade de indivíduos de aroeira no pasto diferiram entre os tratamentos de densidade inicial alta e baixa de sementes. Em parcelas com alta densidade inicial de sementes foi registrada uma altíssima

taxa de mortalidade logo após a semeadura, além de outros dois picos de mortalidade, um no final da estação chuvosa e outro no final da estação seca, sendo este último somente para os indivíduos localizados sob a copa da planta-mãe (Figura 12a). Em parcelas com baixas densidades iniciais de sementes, além da elevada mortalidade logo após a semeadura, os indivíduos foram mais vulneráveis apenas no final da estação seca (Figura 12b).

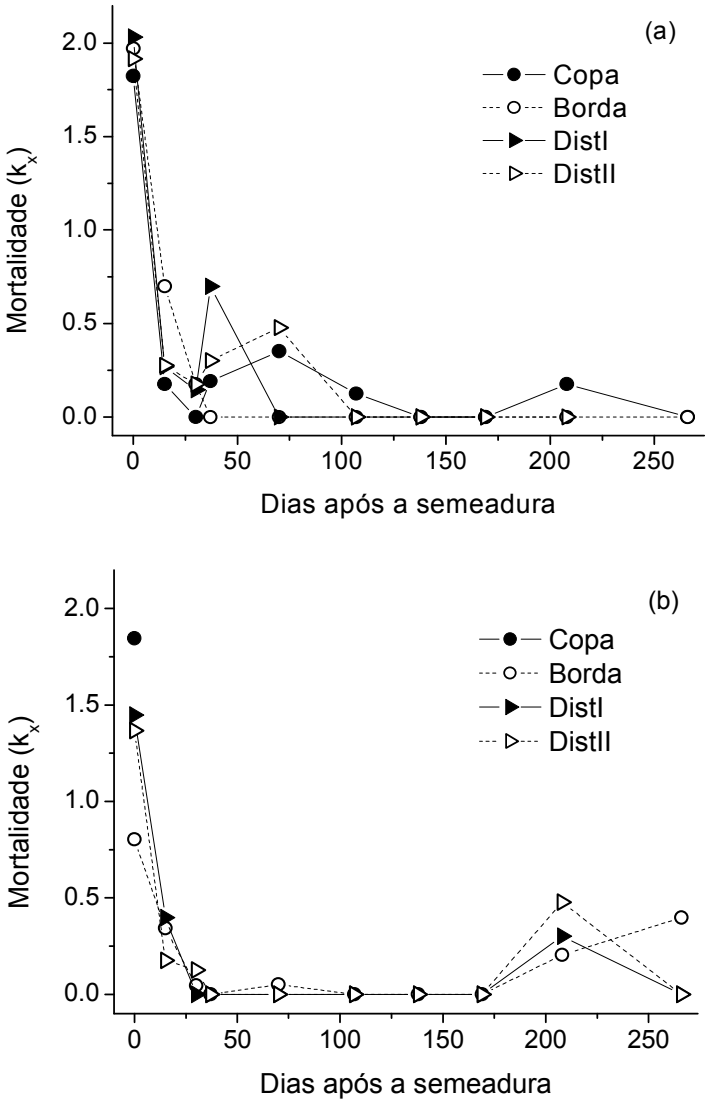

Figura 13 – Mortalidade de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes distâncias da planta-mãe quando semeados a diferentes densidades iniciais de sementes: densidade alta (a) e densidade baixa (b).

3.3. Efeito da presença de gramíneas e densidade inicial de sementes no recrutamento de plântulas sem a influência da planta-mãe

A taxa de germinação de sementes de *M. urundeuva* não diferiu entre os tratamentos utilizados, nem no viveiro ($F_{1,8}$ = 0,009; p = 0,928) nem no campo (Tabela 3). No viveiro obteve-se uma germinação média de 49,5% enquanto que no campo a germinação foi de apenas 8,5%. No entanto,a altura de plântulas após três meses da semeadura em viveiro diferiu conforme a densidade inicial de sementes ($F_{1,8}$ = 8,219; p = 0,021). Plântulas sob o tratamento de alta densidade inicial de sementes foram significativamente menores do que quando em situação de baixa densidade inicial de sementes (Figura 13). A análise da altura de plântulas no campo não foi realizada devido à baixa sobrevivência das mesmas.

Tabela 3 – Análise de Variância da taxa de germinação de sementes de *M. urundeuva* sob diferentes níveis de densidade inicial de sementes e na presença e ausência de gramíneas. g,l. = graus de liberdade.

Fonte	g.l.	*F*	*P*
Gramíneas	1	0,003	0,958
Densidade	1	0,748	0,400
Gramíneas vs. Densidade	1	1,330	0,266
Erro	16		

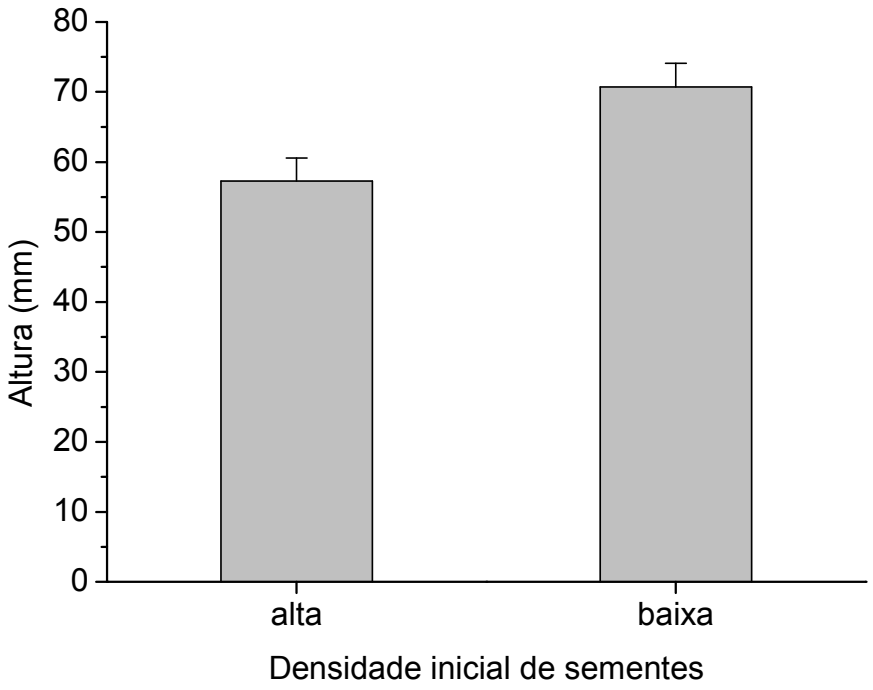

Figura 14 – Altura média (±EP) de plântulas após três meses da semeadura em viveiro.

O efeito da densidade inicial de sementes nas taxas de sobrevivência de indivíduos no campo diferiu com o tipo de manejo aplicado com relação às gramíneas exóticas (significância da interação Gramíneas vs. Densidade – Tabela 4). Nas parcelas em que as gramíneas foram removidas uma maior taxa de sobrevivência foi observada em altas densidades de sementes quando comparadas à situação de baixa densidade inicial de sementes ($F_{1,5}$ = 76,077; p < 0,001) enquanto que na presença de gramíneas um padrão oposto foi registrado. A taxa de sobrevivência de indivíduos em parcelas com baixa densidade inicial de sementes foi menor do que em parcelas com alta densidade de sementes ($F_{1,5}$ = 36,935; p = 0,002) (Figura 14).

Tabela 4 – Análise de Variância da sobrevivência de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes densidades iniciais de sementes na presença e ausência de gramíneas ao longo do tempo. (Teste de dependência serial t_s = 0,9217, p > 0,2).g,l. = graus de liberdade.

Fonte	g.l.	*F*	*P*
Gramíneas	1	6,067	0,026
Densidade	1	0,462	0,507
Gramíneas vs. Densidade	1	68,156	**< 0,001**
Tempo	5	39,022	**< 0,001**
Erro	15		

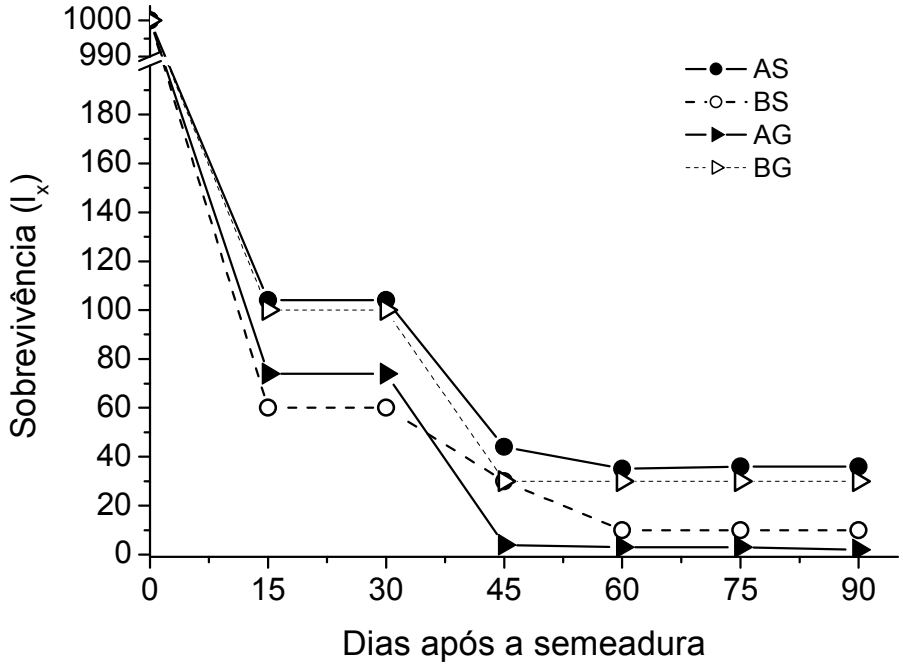

Figura 15 – Curvas de sobrevivência (l_x, onde l_0=1.000) de indivíduos de *M. urundeuva* a diferentes densidades iniciais de sementes na presença e ausência de gramíneas: AS – densidade alta em solo nu, BS – densidade baixa em solo nu, AG – densidade alta na presença de gramíneas e BG - densidade baixa na presença de gramíneas.

4. DISCUSSÃO

A dispersão de sementes tem importantes implicações na performance de plantas porque determina a área potencial na qual as sementes e, subsequentemente as plântulas, estarão sujeitas ao processo de sobrevivência (Wenny 2001). *Myracroduon urundeuva* é uma espécie anemocórica que produz uma grande quantidade de pequenas sementes. Este estudo mostrou que árvores isoladas desta espécie em pasto depositam a grande maioria das suas sementes embaixo da copa e a poucos metros da planta-mãe. Clark *et al.* (2005) comparando os padrões de chuva de sementes de nove espécies de árvores em uma floresta tropical em Camarões, África, constatou que, independentemente do vetor de dispersão, a maioria das sementes caem diretamente embaixo da planta-mãe ou num raio de no máximo 60 metros a partir do tronco e que a dispersão de sementes a distâncias superiores pode ocorrer, mas em pequenas proporções. Embora diversos autores mostrem que a deposição de altas quantidades de sementes embaixo da planta-mãe resulte em altas taxas de mortalidade de plântulas (Janzen 1970, Augspurger 1983, Howe et al. 1985), este quadro pode ser diferente quando analisado em áreas degradadas, onde as plantas-mãe podem prover locais de recrutamento embaixo de sua copa por amenizar as condições estressantes da matriz circundante (Wenny 2001, Holl *et al.* 2000).

Diversos fatores podem contribuir para a variação existente nos parâmetros das curvas de chuva de sementes encontrados. Alguns fatores são estritamente ambientais, como a força e a direção do vento no momento da abscisão dos frutos. Outros fatores podem conter tanto componentes ambientais como componentes genéticos, e entre eles podem ser citados a altura da planta, área da copa, fecundidade e tamanho dos diásporos (Willson & Traveset 2000, Clark *et al.* 2005). Nathan & Muller-Landau (2000) enfatizam que a variação nas condições do vento é o fator que melhor explica a variação intraespecífica na dispersão de sementes anemocóricas. Porém, segundo estes autores a maioria dos estudos falha na determinação da velocidade e direção do vento atuante sobre os diásporos, o que dependeria de variações no comportamento do vento em pequenas escalas e na liberação diferencial dos diásporos sob diferentes condições climáticas.

Apesar de *M. urundeuva* ser uma espécie considerada ameaçada de extinção na região e de grande interesse econômico, as informações sobre a germinação de suas sementes se restringem a estudos de armazenamento ou testes de germinação realizados em laboratório (Silva *et al.* 2002, Dorneles *et al.* 2005), sendo que dados sobre sua germinação no campo são bastante escassos. Salomão *et al.* (2003) classifica a germinação da aroeira no campo como boa, no entanto esses autores não apresentaram a porcentagem encontrada. Ainda segundo os mesmos o tempo necessário para a germinação da espécie no campo seria de aproximadamente 14 dias. O experimento realizado em Jardim-MS, sob as árvores-mãe, apresentou uma porcentagem de germinação em pasto muito baixa, de apenas 1,76% e com estabilização somente após 166 dias considerando todos os tratamentos. Já o realizado em Campo Grande-MS, na ausência da planta-mãe, apresentou uma porcentagem germinação maior, porém ainda baixa de 8,6%, em um tempo médio de 25 dias.

Um dos principais fatores limitantes para a germinação de sementes em pasto é o estresse de temperatura (Nepstad *et al.* 1996). A temperatura é um dos fatores que apresentam grande influência tanto na porcentagem de germinação quanto na determinação do vigor das plântulas, influenciando a absorção de água pela semente e as reações bioquímicas que regulam todo o processo metabólico durante as primeiras fases do desenvolvimento (Pacheco *et al.* 2006). Resultados apresentados por Silva *et al.* (2002) mostraram que a germinação de *M. urundeuva* ocorre a temperaturas que variam entre 15 a 35ºC sendo, porém, mais bem sucedida entre 20 e 30 ºC. No experimento realizado em Jardim-MS, a temperatura do solo (100 milímetros superficiais) nos dois primeiros meses após a semeadura das sementes ultrapassou várias vezes os 35°C, tendo alcançado algumas vezes 40°C (CPTEC/INPE), temperatura na qual, segundo Silva *et al.* (2002), a germinação é nula para a espécie. Portanto, as altas temperaturas às quais as sementes foram submetidas podem ter danificado o embrião, reduzindo assim a porcentagem de germinação das sementes. Já em Campo Grande-MS, a temperatura do solo (100 milímetros superficiais) durante a realização do experimento variou entre 4° e 35,5°C, com média de 28,8°C (CPTEC/INPE), o que poderia explicar

a germinação aproximadamente cinco vezes maior entre este e o experimento realizado em Jardim. De qualquer forma, os resultados aqui encontrados mostram que a espécie apresenta baixa germinação em áreas de pastagem.

O padrão apresentado pelas curvas de mortalidade de indivíduos sugeriu a existência de três épocas nas quais os indivíduos de *M. urundeuva* parecem ser mais vulneráveis, uma vez que estes padrões foram semelhantes em parcelas sob diferentes tipos de tratamento. Em todas as curvas houve uma acentuada mortalidade inicial a qual deve estar relacionada com a baixa germinação da espécie em áreas de pasto. Quando as sementes foram semeadas em densidade real, outros dois picos de mortalidade foram evidentes, um durante a estação chuvosa, em parcelas situadas em baixo da copa da árvore co-específica, e outro durante a estação seca, especialmente na borda e a aproximadamente 6,7 metros da planta-mãe. Estas parcelas, com exceção das parcelas situadas a 9,8 metros da planta mãe (Dist II), receberam densidades iniciais menores de sementes (Figura 12). Nas parcelas situadas na Dist II todos os indivíduos morreram antes desta época.

Um padrão semelhante foi observado no segundo experimento, no qual as densidades iniciais de sementes alta e baixa foram aplicadas separadamente. Nas parcelas com baixas densidades iniciais de sementes, independente da posição da parcela com relação à distância da planta-mãe ocorreu um único pico de mortalidade que foi durante o mês de julho, no meio da estação seca, sugerindo que efeitos independentes de densidade, como temperaturas elevadas para a época do ano combinados aos baixos níveis de precipitação (Figura 8) poderiam ter influenciado a sobrevivência destes indivíduos. Já em parcelas contendo altas densidades de sementes, além do pico registrado em julho, houve também, houve também uma elevada mortalidade nos meses de janeiro e fevereiro em todas as posições em relação à distância da planta-mãe, com exceção das parcelas situadas na borda, o que não ocorreu em parcelas com baixas densidades de sementes (Figura 12). Apesar de estes meses terem apresentado altas temperaturas, os níveis de precipitação foram bem maiores do que em julho (Figura 8), sugerindo que a mortalidade em altas densidades pode ter sido devido a fatores dependentes de densidade como competição e herbivoria.

A sobrevivência dos indivíduos de aroeira semeados em pasto assemelhou-se à curva de sobrevivência do Tipo III, independentemente da densidade inicial de sementes utilizada. Esta é uma característica de espécies que produzem muitos descendentes e cuja sobrevivência inicial é baixa, mas uma vez que os indivíduos atinjam um tamanho mínimo o risco de morte diminui e permanece baixo (Pearl 1928). *Myracroduon urundeuva* produz uma grande quantidade de pequenas sementes (55.500 sementes por kg). A hipótese do "efeito de reserva" prevê que plântulas provenientes de sementes pequenas podem ser mais susceptíveis às oscilações ambientais devido à baixa quantidade de reservas que poderiam ser disponibilizadas para o crescimento e sobrevivência em condições estressantes e de escassez de nutrientes (Kidson & Westoby 2000, Camargo *et al.* 2002, Green & Juniper 2004). Plântulas oriundas de sementes pequenas não resistem a longos períodos de condições adversas, uma vez que seu sistema radicular é pouco desenvolvido e não são capazes de alcançar água em camadas mais profundas do solo. Camargo *et al.* (2002) e Hooper *et al.* (2002) encontraram que as espécies com sementes pequenas apresentaram uma menor taxa de sobrevivência em áreas pasto quando comparadas às de sementes grandes.

A hipótese inicial deste estudo propôs uma relação inversa entre a sobrevivência de indivíduos e a distância da planta-mãe, sendo que plantas jovens teriam mais chances de sobreviver embaixo da planta-mãe. Nossos resultados corroboram parcialmente esta hipótese. Em todas as densidades utilizadas, indivíduos localizados na borda da copa das árvores apresentaram uma maior taxa de sobrevivência em relação às parcelas localizadas a maiores distâncias da planta-mãe, sugerindo que a planta-mãe pode estar atuando como um fator amenizador das condições estressantes no pasto. No entanto, indivíduos localizados próximos ao tronco tiveram uma taxa sobrevivência inferior aos da borda da copa. Segundo Janzen (1970), predadores ou patógenos que respondem à densidade de suas presas como insetos, fungos, bactérias e vírus atuam fortemente em locais mais próximos à planta-mãe e não se distanciam das mesmas para forragear. Embora não tenha sido avaliado, este pode ser um fator importante na redução da sobrevivência de plantas jovens em sítios próximos ao tronco da planta-mãe. A região da borda

da copa poderia, portanto, funcionar como um sítio favorável para o recrutamento de indivíduos de aroeira, uma vez que estariam mais afastados das regiões críticas embaixo da copa, mas sob a influência da planta-mãe que amenizaria as condições abióticas estressantes ou devido a maior quantidade de recursos de solo nestes locais, provenientes da retenção de poeira e da queda de flores e folhas oriundas da planta-mãe. Assim um balanço positivo entre os fatores de mortalidade dependentes e independentes de densidade poderia ocorrer.

A sobrevivência de *M. urundeuva* nas primeiras fases do desenvolvimento em áreas degradadas e na ausência da planta-mãe e de outras árvores foi influenciada pelos fatores presença de gramíneas, mas este efeito variou entre parcelas de diferentes níveis de densidade inicial de sementes. Nas parcelas em que as gramíneas foram retiradas foi observada uma maior sobrevivência em densidades altas de sementes, enquanto que na presença de gramíneas um padrão oposto foi encontrado. Uma possível explicação para este resultado seria de que na presença de gramíneas exista uma maior limitação de recursos e assim uma menor densidade de indivíduos de aroeira implicaria em uma maior sobrevivência. Por outro lado, em solo nu, mesmo maiores densidades de plântulas de aroeira não seriam suficientes para entrar em competição por algum recurso e uma maior densidade de plântulas poderia implicar na facilitação da sobrevivência das plantas-irmãs por atuar como amenizadora do microclima mais estressante nesta situação através de sombreamento parcial, ou diminuição da perda de água quando comparado ao solo exposto. No entanto, outros experimentos devem ser conduzidos para corroborar esta hipótese. Diversos estudos experimentais avaliavam a influência de gramíneas no crescimento e sobrevivência de plântulas. Alguns discutem que a presença de gramíneas nativas e exóticas em áreas degradadas, pode inibir o crescimento e sobrevivência de plântulas através da competição por luz, água e nutrientes no solo (Whitmore 1991, Hammond 1995, Nepstad *et al.* 1996, Holl 1998, Holl *et al.* 2000). No entanto, outros autores sugerem que a presença da vegetação herbácea no local de deposição das sementes pode facilitar o estabelecimento de espécies arbóreas

por manter um microclima favorável para a germinação e o estabelecimento de plântulas (Sun e Dickinson 1996, Posada *et al.* 2000).

Diversas alternativas têm sido sugeridas para a restauração de ecossistemas nos trópicos variando em ordem crescente de custos, desde simplesmente o isolamento da área permitindo a regeneração natural até a realização de plantios de árvores que permitiriam o recrutamento de outras espécies sob suas copas (Hooper *et al.* 2002). A importância de árvores remanescentes em pasto na regeneração de ecossistemas naturais tem sido demonstrada através de muitos estudos (revisão em Holl *et al.* 2000). Este estudo mostrou que indivíduos adultos de aroeira provêm um sítio mais favorável para a sobrevivência de co-específicos na borda de sua copa. Outras funções são exercidas por árvores isoladas em pasto: estes indivíduos podem servir como poleiros naturais de aves e morcegos aumentando a entrada de sementes de outras espécies nestes locais (Holl *et al.* 2000, Guevara *et al.* 1992) e, além disso, estas árvores, em especial as leguminosas, podem aumentar significativamente a concentração de nitrogênio no solo (Rhoades *et al.* 1998). Assim, torna-se importante a realização de mais estudos envolvendo árvores de outras espécies tropicais isoladas em áreas de pastagem, especialmente no Brasil, uma vez que o uso da regeneração natural como método de recuperação de áreas degradadas no país é bastante freqüente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Augspurger C.K. 1983. Seed dispersal of the tropical tree, *Platypodium elegans*, and the escape of its seedlings from fungal pathogens. Journal of Ecology 72: 759-771.

Augspurger C.K. & Kitajima K. 1992. Experimental studies of seedling recruitments for contrasting seed distributions. Ecology 73: 1270-1284.

Borges, C.A., Scheurer-Werle, H.J., Rosa, D.B., Paiva, D.J., Moraes E.P. & Silva, L.B.S.M. 1997. Geomorfologia. In: Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai – PCBAP Meio Físico. Vol.II, Tomo I. MMA, PNMA, Brasília.

Box G.E.P., Hunter W.G. & Hunter J.S. 1978. Statistics for experimenters, an introduction to design, data analysis, and model building. New York: John Wiley & Sons. 537p.

Brasil. Portaria nº. 06-N, de 15 de janeiro de 1992. Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. Diário Oficial (da República Federativa do Brasil), Brasília, 23 jan. 1992. p. 870-872.

Bustamante R.O. & Simonetti J.A. 2000. Seed predation and seedlind recruitment in plants: the effect of distance between parents. Plant Ecology 147: 173-183.

Camargo J.L.C., Ferraz I.D.K. & Imakawa A.M. 2002. Rehabilitation of degraded areas of Central Amazonia using direct sowing of forest tree seeds. Restoration Ecology 10: 636-644.

Campelo-Júnior, J.H., Sandanielo, A., Caneppele, C.R. & Soriano, B.M.A. 1997. Climatologia. In: Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai – PCBAP Meio Físico. Vol.II, Tomo I. MMA, PNMA, Brasília.

Carvalho, P. E. R. 2003. Espécies arbóreas brasileiras. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.

Castro J. Zamora R., Hódar J.A. & Gómez J.M. 2002. Use shrubs as nurse plants: a new technique for reforestation in Mediterranean Mountains. Restoration Ecology 10: 297-305.

Castro J., Zamora R., Hódar J.A. & Gómez J.M. 2004. Seedling establishment of a boreal tree species (*Pinus sylvestris*) at its southernmost distribution limit: consequences of being in a marginal Mediterranean habitat. Journal of Ecology 92: 266-277.

Clark D.A. & Clark D.B. 1984. Spacing of dynamics of a tropical rain forest tree: evaluation of the Janzen-Connell model. The American Naturalist 124: 769-788.

Clark JS, Beckage B, Camill P, Cleveland B, HilleRisLambers J, Lichter J, McLachlan J, Mohan J & Wyckoff P. 1999. Interpreting recruitment limitation in forests. American Journal of Botany 86: 1-16.

Clark C.J., Poulsen J.R., Bolker B.M., Connor E.F. & Parker V.T. 2005. Comparative seed shadows of bird-, monkey-, and wind-dispersed trees. Ecology 86: 2684-2694.

Connell, J.H. 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine and in rain forest trees. In *Dynamics of populations* (Eds B.J. den Boer & G.R. Gradwell), pp. 298-310. Centre for Agricultural Publising and Documentation, Wageningen.

CPTEC/INPE – Centro de Previsões de Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em: http://www.cptec.inpe.br/ Acesso em 08/12/2006.

De Villiers J., Van Rooyen M.W. & Theron G.K. 2001. The role of facilitation in seedling recruitment and survival patterns, in the Strandveld Succulent Karoo, South Africa. Journal of Arid Environments 49: 809-821.

Dorneles, M.C.; Ranal M.A. & Santana, D.G. 2005. Germinação de diásporos recém-colhidos de *Myracroduon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) ocorrente no cerrado do Brasil Central. Revista Brasileira de Botânica 28:399-408.

Drezner T.D. & Garrity C.M. 2003. Saguaro Distribution under Nurse Plants in Arizona's Sonoran Desert: Directional and Microclimate Influences. The Professional Geographer 55: 505-512.

EMBRAPA. 1999. Sistema brasileiro de classificação de solos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro.

Green P.T. & Juniper P.A. 2004. Seed mass, seedling herbivory and the reserve effect in tropical rainforest seedlings. Functional Ecology 18: 539–547.

Guevara S., Meave J., Moreno-Casasola P. & Laborde J. 1992. Floristic Composition and structure of vegetation under isolated trees in neotropical pastures. Journal of Vegetation Science 3: 655-664.

Hammond D. S. 1995. Post-dispersal seed and seedling mortality of tropical dry forest trees after shifting agriculture, Chiapas, Mexico. Journal of Tropical Ecology 11: 293-313.

Harper JL. 1977. Population biology of plants. Academic Press, London.

Herrera CM, Jordano P, López-Soria L & Amat JA. 1994. Recruitment of mast-fruiting, bird-disseminated tree: bridging frugivore activity and seedling establishment. Ecological Monographs 64: 315-344.

Holl K. D. 1998. Effects of above- and below-ground competition of shrubs and grass on *Calophyllum brasiliense* (Camb.) seedling growth in abandoned tropical pasture. Forest Ecology and Management. 109:187-195.

Holl K.D. 1999. Factors limiting tropical moist forest regeneration in agricultural land: soil, microclimate, vegetation and seed rain. Biotropica 31:229-242.

Holl K.D., Loik M.E., Lin E.H.V. & Samuels I.A. 2000. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. Restoration Ecology 8: 339-349.

Hooper E., Condit R. & Legendre P. 2002. Responses of 20 native tree species to reforestation strategies for abandoned farmland in Panama. Ecological Applications 12: 1626-1641.

Hoppes WG. 1987. Pre- and post-foraging movements of frugivores birds in na eastern deciduous forest woodland, USA. Oikos 49: 281-290.

Howe H.F. 1986. Seed dispersal by fruit-eating birds and mammals. In Murray (ed.) Seed Dispersal. Academic Press Australia.

Howe H.F., Schupp E.W. & Westley L.C. 1985. Early consequences of seed dispersal for a Neotropical tree (*Virola surinamensis*). Ecology 66: 781–791.

Howe H.F. & Smallwood J. 1982. Ecology of seed dispersal. Annual Reviews Ecological Systematic 13: 201-228.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/ Acesso em: 18/10/2005.

Janzen D.H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. American Naturalist 104: 501-508.

Kidson R. & Westoby M. 2000. Seed mass and seedling dimensions in relation to seedling establishment. Oecologia 125: 11-17.

Kitzberger T., Steinaker D.F. & Veblen T.T. 2000. Effects Of Climatic Variability On Facilitation Of Tree Establishment In Northern Patagonia. Ecology: 81: 1914-1924.

Köeppen W. 1931. Climatologia. Fondo de Cultura Económica, Buenos Aires.

Lorenzi H. 2002. Árvores Brasileiras - Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. 4. ed. Vol. 1. Instituto Plantarum, São Paulo.

Murray KG. 1988. Avian seed dispersal of three neotropical gap-dependent plants. Ecological Monographs 58: 271-298.

Nathan R. & Muller-Landau H.C. 2000. Spacial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. Trends in Ecology & Evolution 15: 278-285.

Nepstad D.C. Uhl C. Pereira C.A. & Cardoso da Silva J.M. 1996. A comparative study of tree establishment in abandoned pasture and mature forest of eastern Amazonia. Oikos 76: 25-39.

Oliveira-Filho A.T., Camisão-Neto A.A. & Volpato M.M.L. 1996. Structure and dispersion of four tree populations in an area of montane semideciduous forest in southeastern Brazil. Biotropica 28: 762-769.

Pacheco M.V., Matos V.P., Ferreira R.L.C. Feliciano A.L.P. & Pinto K.M.S. 2006. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracroduon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae). Revista Árvore 30: 359-367.

Paula, J. E. & Alves, J. L. 1997. Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso. Fundação Mokiti Okada – MOA, Brasília.

Pearl, R. 1928. The Rate of Living Knopf, New York.

Pinto, J. R. R. 1999. Perfil florístico e estrutura da comunidade arbórea de uma floresta de vale no Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso. Revista Brasileira de Botânica 22: 53-67.

Posada J., Aide M., & Cavelier J. 2000. Cattle and weedy shrubs as restoration tools for tropical mountain rainforest. Restoration Ecology 8: 370-379.

Rhoades C.C., Eckert G.E. & Coleman D.C. 1998. Effect of pasture trees on soil nitrogen and organic matter: implications for Tropical Montane Restoration. Restoration Ecology 6: 262-270.

Salomão A.N., Souza-Silva J.C., Davide A.C., Gonzáles S., Torres R.A.A., Wetzel M.M.V.S., Firetti F. & Caldas L.S. 2003. Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do cerrado. Brasília, Rede de Sementes do Cerrado, 96p.il.

Schupp E.W. 1992. The Janzen-Connell model for tropical tree diversity: population implications and the importance of spatial scale. The American Naturalist 140: 526-530.

Silva L.M.M., Rodrigues T.J.D. & Aguiar I.B. 2002. Efeito da luz e da temperatura na germinação de sementes de aroeira (*Myracroduon urundeuva* Allemão). Revista Árvore 26: 691-697.

Sokal R.R. & Rohlf F.J. 1995. Biometry. 3rd edn. Freeman, New York.

Sun D. & Dickinson G. R. 1996. The competition effect of *Brachiaria decumbens* on the early growth of direct-seeded trees of *Alphitonia petriei* in tropical north Australia. Biotropica 28: 272-276.

Wenny D.G. 2001. Advantages of seed dispersal: a re-evaluation of directed dispersal. Evoutionary Ecology Research 3: 51-74.

Westcott D.A., Graham D.L. 2000. Patterns of movement and seed dispersal of a tropical frugivore. Oecologia: 122: 249-257.

Whitmore T.C. 1991. Tropical rain forest dynamics and its implications for management. *In:* Gómez-Pompa A., Whitmore T.C. & Hadley, M. (eds) Tropical rain forest: regeneration and management, pp 67-89. Blackwell, NY.

Wied A. & Galen C. 1998. Plant parental care: conspecific nurse effects in *Frasera speciosa* and *Cirsium scopulorum*. Ecology 79: 1657-1668.

Wilkinson L. 1996. Systat, version 6.0. SPSS, Chicago, Illinois.

Willson M. & Traveset A. 2000. The ecology of seed dispersal. *In*: Seeds: The ecology of regeneration in plant communities. 2nd. Edition. M. Fenner (ed.). CABI Publisinhg pp. 85-110.

ANEXOS

Figura 16 - Demarcação das parcelas para a coleta de dados da chuva de sementes.

Figura 17 - Indivíduo de *Myracroduon urundeuva* marcado no pasto.

Figura 18 - Montagem do experimento na Fazenda Jatobá, Jardim-MS – visão geral.

Figura 19 - Montagem do experimento na Fazenda Jatobá, Jardim-MS – visão aproximada.

Figura 20 - Plântulas de *Myracroduon urundeuva* se desenvolvendo em pastagem.

Figura 21 - Montagem do experimento na Chácara Nossa Senhora Aparecida, Campo Grande-MS – visão geral.

Figura 22 - Montagem do experimento na Chácara Nossa Senhora Aparecida, Campo Grande-MS – visão aproximada.

Figura 23 - Experimento em casa de vegetação, Campo Grande-MS – visão geral.

Figura 24 - Experimento em casa de vegetação, Campo Grande-MS – visão aproximada.