

MARCOS VINICIUS MEIADO

A PLANTA FACILITADORA *TRISCHIDIUM MOLLE* (BENTH.) H. E.
IRELAND (LEGUMINOSAE) E SUA RELAÇÃO COM A COMUNIDADE
DE PLANTAS EM AMBIENTE SEMI-ÁRIDO NO NORDESTE DO BRASIL

RECIFE

2008

MARCOS VINICIUS MEIADO

A PLANTA FACILITADORA *TRISCHIDIUM MOLLE* (BENTH.) H. E.
IRELAND (LEGUMINOSAE) E SUA RELAÇÃO COM A COMUNIDADE
DE PLANTAS EM AMBIENTE SEMI-ÁRIDO NO NORDESTE DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Biologia Vegetal da Universidade Federal de
Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para
a obtenção do título de Mestre em Biologia Vegetal.

Orientadora: Profa. Dra. Eliana Akie Simabukuro

Co-orientador: Prof. Dr. Mauro Guida dos Santos

RECIFE

2008

Meiado, Marcos Vinicius.

A planta facilitadora *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) e sua relação com a comunidade de plantas em ambiente semi-árido no Nordeste do Brasil / Marcos Vinicius Meiado. – Recife: O Autor, 2008.

85 folhas. il.,fig., tab.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, 2008.

Inclui bibliografia, apêndice e anexo.

**1. *Trischidium molle*. 2. Leguminosae. 3. Plantas semi-árido.
I. Título.**

**582
580**

**CDU (2.ed.)
CDD (22.ed.)**

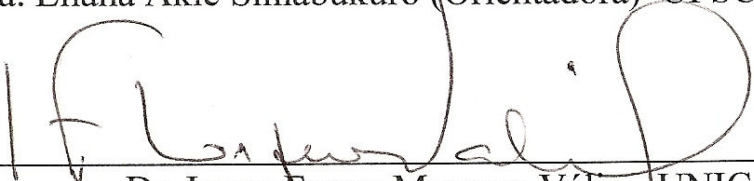
**UFPE
CCB – 2008-028**

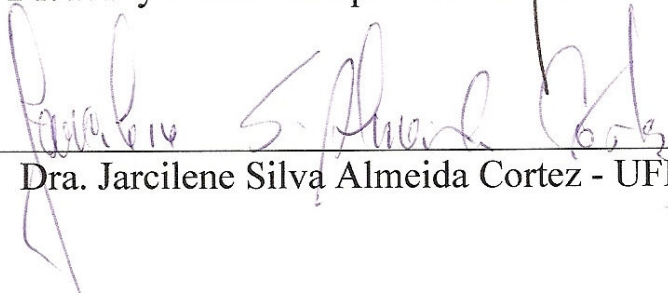
MARCOS VINICIUS MEIADO

A PLANTA FACILITADORA *TRISCHIDIUM*
MOLLE (BENTH.) H.E. IRELAND (LEGUMINOSAE)
E SUA RELAÇÃO COM A COMUNIDADE DE
PLANTAS EM AMBIENTE SEMI-ÁRIDO NO
NORDESTE DO BRASIL.

BANCA EXAMINADORA:


Dra. Eliana Akie Simabukuro (Orientadora) - UFSCar - Sorocaba


Dr. Ivany Ferraz Marques Válio - UNICAMP


Dra. Jarcilene Silva Almeida Cortez - UFPE

Recife-PE.
2008

*"O sabiá no sertão
Quando canta me comove
Passa três meses cantando
E sem cantar passa nove
Porque tem a obrigação
De só cantar quando chove"*
Chover - Cordel do Fogo Encantado

*“À pessoa mais importante da minha vida, minha irmã
Vanessa Meiado, por todos os sacrifícios e incentivos”*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Marcia Malaman e Ouvídio Meiado, pelo amor e carinho desde sempre, por acreditar em mim e no meu trabalho mesmo sem entender nada, por me incentivar e apoiar durante todos esses anos, permitindo assim a minha formação profissional.

A minha irmã Vanessa Meiado, pelo amor, companheirismo, incentivo, dedicação, carinho e por muitas vezes abrir mão dos seus sonhos para a realização dos meus.

A minha irmãzinha e afilhada Ana Carolina Meiado que, com a sua alegria, simpatia e com suas músicas (Minhoca, minhoca, me dá uma beijoca), alegrou os meus dias enquanto eu escrevia a dissertação.

A minha orientadora, Dra. Eliana Akie Simabukuro, por despertar em mim a curiosidade de um pesquisador, por todos os ensinamentos e apoio durante os últimos 5 anos e por continuar acompanhando o meu trabalho, mesmo de longe.

Ao meu co-orientador, Dr. Mauro Guida dos Santos, por todo apoio, incentivo e momentos de descontração dentro e fora do Laboratório de Fisiologia Vegetal.

A minha eterna co-orientadora (madrasta científica) e amiga, Dra. Luciana Iannuzzi, por sempre acreditar em mim, por incentivar o meu crescimento profissional e em especial, pela sua amizade, atenção e carinho.

Ao Dr. Ivany Ferraz Marques Válio e à Dra. Jarcilene Silva Almeida-Cortez, por aceitarem fazer parte da minha banca, pelas belas palavras ditas durante a defesa da minha dissertação e por todas as críticas e sugestões dadas para melhorar o meu trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, por todos os ensinamentos durante o período do mestrado.

Aos mestrandos do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal que iniciaram o mestrado comigo, pela amizade e companheirismo durante esses 2 anos.

Ao IBAMA – Pernambuco, na pessoa do Sr. Francisco de Assis Araújo, pela autorização para a realização do estudo no Parque Nacional do Catimbau.

A todos os integrantes do Laboratório de Morfotaxonomia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco, em especial a mestranda Polyhanna Gomes, pelas identificações das espécies presentes no banco de sementes.

À Dra. Rita de Cássia Araújo Pereira, pela identificação das espécies pertencentes à família Asteraceae encontradas no banco de sementes.

À Dra. Inara Roberta Leal, pelo exemplo de profissionalismo e por toda atenção dada nos últimos meses.

Ao Dr. Paulo Jorge Parreira dos Santos do Laboratório de Dinâmica de Populações, da Universidade Federal de Pernambuco, por disponibilizar os equipamentos necessários para a análise da matéria orgânica do solo.

À Dra. Ariadna Valentina Lopes, pela ajuda com as referências bibliográficas.

À Dra. Virág Venekey, minha grande amiga pra sempre, por toda sua amizade, companheirismo nos agradáveis “programas de índio”, por toda ajuda e atenção dada a mim e a minha família. Mais uma vez e sempre, köszönön!

À Dra. Flávia Carolina Lins da Silva, pela sua amizade desde o início do estágio, por todos os ensinamentos e por sempre acreditar em mim, me acompanhar e incentivar.

À doutoranda Priscila Porchat Murolo, a Pri (senão ela briga), minha “mais nova aquisição de amizade” (como ela mesma diz), por todo o apoio com a avaliação do solo, pela sua amizade, incentivo e sugestões dadas para melhorar o meu trabalho.

À doutoranda Adaíses Simone Maciel da Silva, por toda a amizade desde o início, por toda a ajuda com as referências bibliográficas e pelas excelentes conversas pelo MSN.

À doutoranda Alba de Oliveira Lemos, pela amizade e pelos agradáveis momentos de discussão no Laboratório de Fisiologia Vegetal.

À doutoranda Veralucia Santos Barbosa, pela amizade e por todos os conselhos e sugestões dados para melhorar o meu trabalho.

À doutoranda Walkiria Rejane de Almeida, por todo o auxílio nas análises estatísticas.

A minha grande amiga Cristina Dália Maia Aguiar, pela amizade incondicional, pelo carinho e atenção nesses anos e pelo exemplo de vida que ela representa pra mim.

A minha amiga mais verdadeira Viviane Freire Lira, Vivi’s Lira ou simplesmente Lira, por todo seu carinho e pelos momentos de alegria e descontração na Liralândia, desde o início da nossa amizade.

As minhas “grandes” amigas Laís Angélica Borges e Mellissa Sousa Sobrinho, por todas as conversas, por todo carinho, amizade, incentivo e momentos de descontração.

As minhas amigas e companheiras “catimbauensis”, Kelaine de Miranda Demetrio, Carolina Nunes Liberal e Elisângela Lucia de Santana Bezerra, pela amizade, companheirismo, pelas nossas aventuras no campo e por toda a ajuda nas coletas de solo para a realização da minha dissertação.

A minha grande amiga e mais nova mestrandia, Laura Carolina Leal de Sousa, por toda amizade durante esses anos, por acreditar em mim, por me incentivar e acima de tudo, por eu ser responsável por um “pouquinho” da sua formação e interesse profissional.

Ao amigo Bruno Rafael Monteiro Rodrigues, por toda a sua ajuda com as referências bibliográficas e pelas sugestões dadas durante a preparação do trabalho.

A todos os integrantes do Laboratório de Fisiologia Vegetal, Alba de Oliveira Lemos, Bruna Dias Silveira de Souza, Bruno Rafael Monteiro Rodrigues, Flávia Carolina Lins da Silva, Gabriela Burle Arcoverde, Gabriela Frosi, Karla Viviane de Figueiredo, Larissa Simões Corrêa de Albuquerque, Laura Carolina Leal de Sousa, Marciel Teixeira de Oliveira, Paulo Roberto de Moura Souza Filho, Talita Câmara dos Santos Bezerra, Veralucia Santos Barbosa, por toda amizade, credibilidade e confiança.

A minha 1ª estagiária, Larissa Simões Corrêa de Albuquerque, pela sua amizade, por se interessar pelo meu trabalho e por me proporcionar momentos de aprendizado-ensinamento mútuos.

Aos eternos “anexos” do Laboratório de Fisiologia Vegetal, Bruno Cavalcanti Vila Nova de Albuquerque, Carolina de Barros Machado da Silva, Daniela Maria de Sousa Moura e Eloína Maria de Mendonça Santos, por toda amizade e pelos agradáveis encontros nos sushis.

Aos amigos da graduação que continuam comigo, Bruna Martins Bezerra, Cristina Dália Maia Aguiar, Geruso Vieira de Miranda Junior, Keyla Roberta Menezes Silva de Souza, Patrícia Fernandes Neres, Renata Azambuja Gomes, Tacyana Pereira Ribeiro de Oliveira e Viviane Freire Lira, pela amizade e companheirismo nesses 6 anos.

E por último e não menos importante, a minha “grande” amiga Viviane Fontoura (Vicky), que de perto ou de longe, me apóia e incentiva com sua amizade e carinho, por todos os momentos agradáveis nos restaurantes, bares, cinemas e casa dos amigos, além de garantir e compartilhar alguns dos meus vícios: “FBI! Freeze!”. Vicky, true friendship never ends!

SUMÁRIO

	Páginas
LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE TABELAS.....	12
APRESENTAÇÃO.....	13
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
MANUSCRITO (<i>A planta facilitadora Trischidium molle (Benth.) H. E. Ireland e sua relação com a comunidade de plantas em ambiente semi-árido no Nordeste do Brasil</i>).....	25
Abstract.....	26
Introdução.....	27
Materiais e Métodos.....	28
Resultados e Discussão.....	33
Referências.....	42
CONCLUSÕES.....	70
RESUMO.....	71
ABSTRACT.....	72
APÊNDICE.....	73
ANEXO.....	75

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Localização do Parque Nacional do Catimbau, uma área de Caatinga no estado de Pernambuco, região Nordeste do Brasil. (A) América do Sul, (B) região Nordeste do Brasil e (C) estado de Pernambuco.....	48
Figura 2 Precipitação (mm) e temperatura média (°C) da região do Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE), nos anos de 2006 e 2007. Fonte: Dados Serviço Geológico do Brasil (CPRM).....	49
Figura 3 Área de estudo (A), vista geral (B), flores (C), frutos e sementes (D) de <i>Trischidium molle</i> (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE).....	50
Figura 4 A – temperatura do ar (°C), B – umidade relativa do ar (%) e C – intensidade luminosa ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) (média $\pm$ desvio padrão) sob copa (1 m) de <i>Trischidium molle</i> (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) e em local aberto (5 m) (n = 10), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE). Dados obtidos na estação chuvosa.....	51
Figura 5 Umidade do solo (média $\pm$ desvio padrão - %) sob copa (1 m) de <i>Trischidium molle</i> (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) e em local aberto (5 m) (n = 10), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE). Dados obtidos na estação chuvosa.....	52
Figura 6 Matéria orgânica (média $\pm$ desvio padrão - %) presente no solo coletado na estação chuvosa abaixo da copa de <i>Trischidium molle</i> (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (1 m) e em local aberto (5 m) (n = 10), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE).....	53
Figura 7 Germinação (%) de sementes de <i>Trischidium molle</i> (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) distribuídas abaixo da copa da planta-mãe (1 m) e em local aberto (5 m), na superfície do solo e enterradas (5 cm de profundidade) (n = 10), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE).....	54
Figura 8 Germinação final (%) de sementes de <i>Trischidium molle</i> (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (média $\pm$ desvio padrão) distribuídas abaixo da copa da planta-mãe (1 m) e em local aberto (5 m), na superfície do solo e enterradas (5cm de profundidade) (n = 10), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE). (A) germinação em diferentes distâncias em relação à planta-mãe, (B) germinação em diferentes profundidades e (C) interação entre os dois fatores.....	55
Figura 9 Sobrevivência de plântulas (%) de <i>Trischidium molle</i> (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) localizadas abaixo copa da planta-mãe (1 m) e em local aberto (5 m) (n = 10), com e sem proteção contra predação de plântulas, durante a estação seca de 2007, no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE).....	56

Figura 10	Sobrevivência de plântulas (%) de <i>Trischidium molle</i> (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) recrutadas no final da estação chuvosa e associadas aos parentais (n = 10), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE), em relação à distância da planta-mãe.....	57
Figura 11	Número total de plântulas que emergiram nas amostras de solo coletadas ao final da estação seca e chuvosa, nas profundidades 0-5 e 6-10 cm, abaixo da copa de <i>Trischidium molle</i> (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (1 m) e em local aberto (5 m) (n = 10), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE).....	58
Figura 12	Hábito (A e C) e frequência de ocorrência (B e D) de indivíduos e espécies observadas nas amostras de solo coletadas no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE), na estação seca e chuvosa.....	59
Figura 13	Número de indivíduos (A) e de espécies (B) pertencentes às famílias observadas nas amostras de solo coletadas no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE), na estação seca e chuvosa.....	60
Figura 14	Abundância de sementes (média ± desvio padrão) que germinaram nas amostras de solo coletadas abaixo da copa de <i>Trischidium molle</i> (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (1 m) e em local aberto (5 m), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE), durante a estação seca e chuvosa. (A) abundância entre os ambientes (distância em relação à planta enfermeira), (B) abundância entre as estações e (C) interação entre os dois fatores.....	61
Figura 15	Riqueza de espécies (média ± desvio padrão) que germinaram nas amostras de solo coletadas abaixo da copa de <i>Trischidium molle</i> (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (1 m) e em local aberto (5 m), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE), durante a estação seca e chuvosa. (A) abundância entre os ambientes (distância em relação à planta enfermeira), (B) abundância entre as estações e (C) interação entre os dois fatores.....	62
Figura 16	Índice de diversidade de Shannon-Wiener (média ± desvio padrão) das espécies que germinaram nas amostras de solo coletadas abaixo da copa de <i>Trischidium molle</i> (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (1 m) e em local aberto (5 m), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE), durante a estação seca e chuvosa. (A) abundância entre os ambientes (distância em relação à planta enfermeira), (B) abundância entre as estações e (C) interação entre os dois fatores.....	63

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 Variáveis do solo (média ± desvio padrão) coletado na estação chuvosa abaixo da copa de <i>Trischidium molle</i> (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (1 m) e em local aberto (5 m), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE).....	64
Tabela 2 Velocidade média de germinação (meses ⁻¹) e tempo médio de germinação (meses) de sementes de <i>Trischidium molle</i> (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (média ± desvio padrão) colocadas para germinar abaixo da copa da planta-mãe (1 m) e em local aberto (5 m), na superfície do solo e enterradas, no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE).....	65
Tabela 3 Família, espécie, habito e número de indivíduos (N) presentes no solo coletado sob a copa de <i>Trischidium molle</i> (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae), na estação seca e chuvosa. Índices de significância (p) de testes de χ^2 para abundância de sementes presentes nos solo, resíduos de standardização (R.E) para valores de $p < 0,01$ e frequência de ocorrência (F.O.) das espécies.....	66
Tabela 4 Resultado do ANOVA Dois Fatores (distância e estação) dos dados de abundância (A), riqueza (B) e diversidade de espécies (C) que germinaram nas amostras de solo coletadas abaixo da copa de <i>Trischidium molle</i> (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (1 m) e em local aberto (5 m), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE), durante a estação seca e chuvosa.....	69

APRESENTAÇÃO

Em ambientes semi-áridos, onde as condições ambientais são mais severas, as plantas apresentam muitas estratégias de desenvolvimento para a ocorrência nesses locais, como a abscisão foliar no período da seca, acúmulo de água em ramos, troncos e raízes, além da transferência da função fotossintética das folhas para os ramos de muitas plantas suculentas.

Nesse ambiente, a dinâmica da comunidade pode ser influenciada pela presença de plantas perenes. Árvores e arbustos, que mantêm suas folhas durante todo o ano, amenizam as condições ambientais abaixo de suas copas proporcionando a ocorrência de muitas espécies. Essas espécies enfermeiras ou facilitadoras provavelmente possuem a capacidade de se estabelecer no ambiente mesmo sem a ajuda de outras plantas.

Nos últimos anos, vários trabalhos foram desenvolvidos em regiões áridas e semi-áridas pelo mundo todo demonstrando essa interação positiva entre plantas, denominada “síndrome de plantas enfermeiras”. A maioria dos trabalhos publicados relaciona o efeito de uma espécie, chamada de enfermeira, com o desenvolvimento de uma ou duas espécies que crescem em associação com essa planta. Muitos desses estudos foram desenvolvidos com gramíneas, porém poucos são os trabalhos que visaram à influência que as plantas enfermeiras exercem sobre a diversidade de espécies e a dinâmica de formação dos bancos de sementes do solo nesses ambientes.

Sob a copa das árvores e dos arbustos, as espécies encontram condições favoráveis para o seu desenvolvimento e o favorecimento pode refletir na abundância e riqueza de espécies que ocorrem na forma de sementes, permanecendo viáveis no solo por toda a estação desfavorável para o seu desenvolvimento.

Diante do contexto, o objetivo dessa dissertação foi avaliar a influência do arbusto *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) sobre a comunidade de plantas no Parque Nacional do Catimbau, município de Buíque, Pernambuco. O efeito facilitador foi mensurado: a) pela abundância, riqueza e diversidade de espécies que compõe o banco de sementes; b) pela avaliação das modificações micro-climáticas; c) pelo acompanhamento da germinação e do estabelecimento das plântulas produzidas pelas enfermeiras.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1. Interações entre plantas

Plantas crescendo próximas uma das outras podem influenciar seus vizinhos de diversas maneiras. Sendo assim, a ocorrência de uma espécie em determinado ambiente pode ser fortemente influenciada pelas interações entre as plantas que afetam a estrutura e a dinâmica da comunidade, resultando em um balanço entre as interações positivas e negativas (Callaway, 1997; Choler et al., 2001; Tirado e Pugnaire, 2005; Padilha e Pugnaire, 2006). Se os efeitos negativos prevalecem, a interação resulta em competição ou interferência, uma consequência do compartilhamento de recursos, como água, nutrientes, luz ou espaço (Connell, 1983; Callaway et al., 1996; Tielbörger e Kadmon, 2000), ou da liberação de substâncias químicas que vão prejudicar as plantas próximas. Em seu estudo sobre a distribuição, emergência e sobrevivência de plântulas de *Artemisia herba-alba* Asso (Asteraceae) no deserto de Negev, Friedman e Orsham (1975) observaram um baixo número de plântulas emergidas sob os adultos co-específicos e justificaram essa observação com o efeito inibidor de substâncias químicas liberadas pelas raízes e ramos aéreos das plantas parentais.

Indivíduos já estabelecidos podem exercer influência nas sementes que estão dispersas no ambiente. A interação existente entre plantas, da mesma espécie ou de espécies diferentes, é denominada por Ferreira (2004) como “interferência”, que pode ocorrer pela ação de fatores bióticos como a competição e a alelopatia (substâncias químicas produzidas por outros indivíduos). A inibição da germinação ou do desenvolvimento inicial é exercida por substâncias químicas presentes no solo liberadas pelas plantas que são denominadas aleloquímicos (Ferreira, 2004). Quando este fenômeno ocorre no ambiente, um maior número de plântulas estabelecidas pode ser favorecido por um tipo de dispersão primária que garanta um distanciamento maior das sementes ou por uma dispersão secundária eficiente.

Os efeitos positivos e negativos ocorrem simultaneamente numa comunidade (Callaway et al., 1996; Callaway e Walker, 1997; Holmgreen et al., 1997) e mudam com o tempo e local (Armas e Pugnaire, 2005), sendo influenciados também pelas características fisiológicas e de desenvolvimento das espécies (Callaway e Walker, 1997). Tradicionalmente, a competição vem sendo mais estudada (Padilha e Pugnaire, 2006) e os modelos ecológicos focaram por décadas apenas as interações negativas entre as plantas (Bruno et al., 2003). Entretanto, nos últimos anos, as interações positivas vêm despertando o interesse de

pesquisadores pelo mundo todo, principalmente em ambientes árido e semi-árido, onde essas interações positivas podem prevalecer em detrimento às negativas (Fowler, 1986; Armas e Pugnaire, 2005; Padilha e Pugnaire, 2006). Porém, por ser um tema recente na ecologia de comunidades, a elaboração de modelos e a inclusão da facilitação em livros de ecologia teórica ainda é lenta (Bruno et al., 2003).

Em ambientes onde os fatores abióticos são extremos e a disponibilidade de recurso é limitada, o estabelecimento de plântulas pode ser favorecido pela presença de algumas plantas adultas que amenizam essas condições abióticas severas (e.g. Cavieres et al., 2006). A influencia positiva das plantas adultas no estabelecimento das plântulas é chamada de “síndrome das plantas enfermeiras” (Niering et al., 1963), e é um dos primeiros exemplos de que a associação espacial entre plantas pode ser mais favorável do que prejudicial (Padilha e Pugnaire, 2006).

Outras vantagens, além do cuidado parental, são reportadas para as plantas que ocorrem em associação com outras espécies. As plantas enfermeiras podem amenizar as condições ambientais desfavoráveis abaixo de suas copas, como a alta intensidade luminosa. O sombreamento proporcionado por essas plantas reduz a evaporação de água do solo (Holmgren et al., 1997), diminui a temperatura do ar e do solo (Franco e Nobel, 1989; Moro et al., 1997) e reduz também a radiação que chega nas plantas (Egerton et al., 2000). Essa amenização nos fatores abióticos protege as plantas dos danos causados pelas temperaturas extremas e da baixa umidade nos ambientes semi-áridos, além de ser favorável para o recrutamento de plântulas de espécies lenhosas, como por exemplo, *Quercus emoryi* Torr. (Fagaceae) (Weltzin e MacPherson, 1999).

As plantas enfermeiras também podem aumentar a disponibilidade de água no solo abaixo de suas copas (Moro et al., 1997; Kröpfl et al., 2002; Pugnaire et al., 2004). As raízes de algumas espécies translocam a água armazenada nas profundidades do solo e liberam próxima a superfície. Essa re-locação da água torna o recurso disponível para as plantas que ocorrem abaixo das copas dessas plantas enfermeiras e aumenta seu teor de umidade e taxa de crescimento (Padilha e Pugnaire, 2006).

A disponibilidade de nutrientes no solo abaixo das plantas enfermeiras também é superior devido à decomposição das folhas e ao acúmulo de sedimentos, ocasionando alta taxa de mineralização e a ocorrência de grandes populações de microorganismos (Callaway et al., 1991; Moro et al., 1997; Tielbörger e Kadmon, 2000; Padilha e Pugnaire, 2006). Portanto, as interações positivas entre raízes possibilitam a transferência do nitrogênio das plantas facilitadoras para as espécies assistidas. Além disto, a infecção ectomicorrízica possibilita

uma maior absorção de nutrientes via fungos que favorece a assimilação do carbono durante a fotossíntese (Padilha e Pugnaire, 2006).

Em campos e em áreas abertas, plantas que crescem próximas a espécies não palatáveis ou próximas a plantas com muitos espinhos possuem vantagens quando comparadas com indivíduos que crescem em locais sem a presença dessas plantas. A ocorrência dessas enfermeiras pode proteger as plantas que crescem sob suas copas contra o ataque de predadores (Callaway, 1995; Padilha e Pugnaire, 2006). Além disso, as plantas enfermeiras geralmente são grandes atrativos para polinizadores que, durante a visita a sua copas, podem eventualmente visitar e polinizar também as flores das espécies assistidas (Callaway, 1995).

A facilitação parece ser um processo essencial não apenas para a sobrevivência e crescimento das plantas, mas também à dinâmica da comunidade e sua diversidade em muitos ecossistemas (Pugnaire et al., 1996). Os exemplos dessas interações positivas são mais evidentes em ambientes onde as condições abióticas são mais severas (e.g., Valiente-Banuet e Ezcurra, 1991; Valiente-Banuet et al., 1991; Callaway, 1992; Aguilera e Lauenroth, 1993; Callaway et al., 1996; Pugnaire et al., 1996; Wied e Galen 1998; Tielbörger e Kadmon, 2000; De Villiers et al., 2001; Tirado e Pugnaire, 2003; Ludwig et al., 2004; Cavieres et al., 2005; 2006; Gómez-Aparicio et al., 2005; Acuña-Rodríguez et al., 2006).

No Brasil, poucos trabalhos foram feitos abordando a interação positiva entre plantas, podendo ser citado os estudos recentes de Dias et al. (2005) e Duarte et al. (2006). No primeiro caso, o estudo foi realizado em ambiente de Restinga e o papel de *Clusia hilariana* Schltdl. (Clusiaceae) como planta enfermeira foi sugerido pelos autores que ressaltaram os benefícios proporcionados pelos arbustos na riqueza, diversidade e sobrevivência de plântulas em associação com a espécie.

Por outro lado, Duarte et al. (2006) estudando as Florestas de Araucária da região Sul do Brasil, concluíram que a espécie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze (Araucariaceae) atua como uma planta enfermeira no ecossistema estudado. Segundo os autores, o benefício principal proporcionado para as plantas assistidas é a atração de dispersores que promovem a colonização de outros ambientes e a regeneração de novas áreas.

2. Germinação, estabelecimento e recrutamento de plântulas

A germinação das sementes e o estabelecimento das plântulas no campo podem ser influenciados por vários fatores bióticos e abióticos tais como a luz, temperatura, disponibilidade hídrica, tipo de solo, gases (oxigênio, dióxido de carbono e etileno), alelopatia, competição, predação e ataque de patógenos (Ferreira, 2004; Melo et al., 2004).

Segundo Barbosa (2003) e Melo et al. (2004), a deficiência de água no solo, ocasionada por um longo período de estação seca, parece ser um dos fatores que mais interfere no sucesso do estabelecimento e sobrevivência de plântulas na Caatinga. Porém, esta característica marcante do ecossistema não exclui a ocorrência das outras interações.

Em 1970, Janzen apresentou um modelo qualitativo do padrão de distribuição de plântulas em relação aos parentais para as Florestas Tropicais. De acordo com este estudo, o padrão de dispersão dos indivíduos em uma população depende da interação entre a densidade das sementes dispersadas e a probabilidade delas sobreviverem em relação à distância dos indivíduos parentais. Esse modelo, conhecido como “hipótese de fuga”, propõe que até uma certa distância do indivíduo parental ocorre uma maior distribuição de plântulas e, conseqüentemente, uma grande taxa de mortalidade devido principalmente à ação de predadores, parasitas e patógenos que podem atuar mais intensamente nas sementes e/ou plântulas presentes sob a copa da planta mãe.

Ao contrário do proposto por Janzen (1970), o qual indicou que plântulas teriam maior chance de recrutamento e sucesso de estabelecimento quando a semente germina em locais mais distantes da planta mãe, em ambientes inóspitos com poucos locais favoráveis para o estabelecimento, podem ser observadas estratégias inversas. O fenômeno da antitelecوريا ocorre com algumas espécies da família Cruciferae, Labiatae, Asteraceae e Plantaginaceae, que têm suas sementes dispersas com um tipo de mucilagem que adere e proporciona a permanência das sementes próximas a sua parental (Fahn e Werker, 1972).

Ferreira et al. (1987) sugeriram que a sobrevivência de plântulas de *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg. (Leguminosae), no Cerrado, não depende da densidade ou da distância dos indivíduos parentais, questionando a validade do modelo de Janzen para esse ecossistema. Resultados similares foram encontrados por Barbosa (1992) em seu estudo na Caatinga com *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (Leguminosae). Segundo Barbosa e Barbosa (1996), o modelo de Janzen parece não ser válido para espécies de ambientes semi-áridos.

3. Banco de sementes

Quando as sementes não são dispersas e se acumulam no solo, estas podem formar um banco de sementes que permanecem viáveis, caso possuam algum tipo de dormência. Segundo Fenner (1995), a reserva de sementes dormentes presentes no solo é frequentemente referida como banco de semente do solo e está presente em vários habitats onde plantas superiores crescem.

A entrada das sementes no banco ocorre durante a dispersão, com a chuva de sementes. Se as condições ambientais não são favoráveis para a germinação ou estabelecimento das plântulas, as sementes tendem a formar bancos transitórios relacionados com a sazonalidade do ambiente (Thompson e Grime 1979; Bradbeer, 1994; Fenner, 1995; Almeida-Cortez, 2004). Caso as sementes possuam algum tipo de dormência primária ou as condições ambientais estabeleçam dormência secundária, as sementes tendem a serem incorporadas a um banco permanente que mantém sua viabilidade por longo período (Bekker et al., 1998). Deste modo, a semente sairá do banco quando ocorrer: a) quebra da dormência e a semente germinar; b) deterioração pela ação de patógenos; c) predação por animais; d) morte natural das sementes com a perda da capacidade germinativa (Abdul-Baki e Anderson, 1972; Bradbeer, 1994; Harper, 1994; Almeida-Cortez, 2004). A existência desse banco em determinadas situações representa uma dinâmica de re-colonização que pode se estender durante décadas, dependendo do tipo do banco formado e das espécies que compõe esse banco (Harper, 1994).

Em ecossistemas áridos e semi-áridos, os bancos de sementes são importantes elementos da comunidade onde as plantas anuais representam uma grande parte da flora e suas sementes podem permanecer viáveis por muitos anos (Pake e Venable, 1996). Esses bancos são caracterizados pela alta variabilidade espacial e temporal e particularmente afetados pelo padrão espacial da vegetação (Guo et al., 1998). Segundo Pugnaire e Lázaro (2000), interações positivas entre plantas podem influenciar diretamente a dinâmica de formação de banco de sementes em ambientes semi-áridos e a ocorrência de plantas facilitadoras nesses ambientes é uma característica chave para a estruturação da comunidade vegetal. A composição do banco de sementes (abundância e riqueza de espécies presentes no solo) vai depender de múltiplas interações inter-específicas como a facilitação por arbustos e a competição por recursos com plantas próximas (Guo et al., 1998; 1999; Pugnaire e Lázaro, 2000). Além disso, as características do processo de dispersão de propágulos redistribuem as sementes que irão compor o banco e regenerar novas áreas (Duarte et al., 2006).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdul-Baki, A.A., Anderson, J.D., 1972. Physiological and biochemical deterioration of seeds, in: Kozlowski, T.T. (Ed.), Seed Biology. Vol II. Academic Press, London, pp. 283-315.

Acuña-Rodriguez, I.S., Cavieres, L.A., Gianolli, E., 2006. Nurse effect in seedling establishment: facilitation and tolerance to damage in the Andes of central Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 79, 329-336.

Aguilera, M.O., Lauenroth, W.K., 1993. Seedling establishment in adult neighborhoods – Intraspecific constraints in the regeneration of the bunchgrass *Bouteloua gracilis*. *Journal of Ecology* 81, 253-261.

Almeida-Cortez, J.S., 2004. Dispersão e banco de sementes, in: Ferreira, A.G., Borghetti, F. (Orgs.), Germinação: do básico ao aplicado. Artmed, Porto Alegre, pp. 225-235.

Armas, C., Pugnaire, F.I., 2005. Plant interactions govern population dynamics in a semi-arid plant community. *Journal of Ecology* 93, 978-989.

Barbosa, D.C.A., 1992. Distribution of *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan seedlings in an area of the caatinga of Northeastern Brazil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 13, 1-10.

Barbosa, D.C.A., 2003. Estratégia de germinação e crescimento de espécies lenhosas da Caatinga com germinação rápida, in: Leal, I.R., Tabarelli, M., Silva, J.M.C. (Orgs.), Ecologia e Conservação da Caatinga. Editora Universitária da UFPE, Recife, pp. 625-656.

Barbosa, D.C.A., Barbosa, M.C.A., 1996. Crescimento e estabelecimento de plântulas, in: Sampaio, E.V.S.B., Mayo, S.J., Barbosa, M.R.V. (Eds.), Pesquisa botânica nordestina: progresso e perspectivas. Sociedade de Botânica do Brasil / Seção Regional de Pernambuco, Recife, pp. 173-177.

Meiado, M.V. (2008). A planta facilitadora *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae)...

Bekker, R.M., Bakker, J.P., Grandin, U., Kalamees, R., Milberg, P., Poschlod, P., Thompson, K., Willems, J.H., 1998. Seed size, shape and vertical distribution in the soil: indicators of seed longevity. *Functional Ecology* 12, 834-842.

Bradbeer, J.W., 1994. Seed dormancy and germination, first ed. Blackie Academic & Professional, London.

Bruno, J.F., Stachowicz, J.J., Bertness, M.D., 2003. Inclusion of facilitation into ecological theory. *Trends in Ecology and Evolution* 18, 119-125.

Callaway, R.M., 1992. Effects of shrubs on recruitment of *Quercus douglasii* and *Quercus lobata* in California. *Ecology* 73, 2118-2128.

Callaway, R.M., 1995. Positive interactions among plants. *The Botanical Review* 61, 306-349.

Callaway, R.M., 1997. Positive interaction in plant communities and the individualistic-continuum concept. *Oecologia* 112, 143-149.

Callaway, R.M., Walker, L.R., 1997. Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology* 78, 1958-1965.

Callaway, R.M., DeLucia, E.H., Moore, D., Nowak, R., Schlesinger, W.H., 1996. Competition and facilitation: contrasting effects of *Artemisia tridentata* on desert vs. montane pines. *Ecology* 77, 2130-2141.

Callaway, R.M., Nadkarni, N.M., Mahall, B.E., 1991. Facilitation and interference of *Quercus douglasii* on understory productivity in Central California. *Ecology* 72, 1484-1499.

Cavieres, L.A., Quiroz, C.L., Molina-Montenegro, M.A., Muñoz, A.A., Pauchard, A., 2005. Nurse effect of the native cushion plant *Azorella montantha* on the invasive non-native *Taraxacum officinale* in the high-Andes of central Chile. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 7, 217-226.

Meiado, M.V. (2008). A planta facilitadora *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae)...

Cavieres, L.A., Badano, E.I., Sierra-Almeida, A., Gómez-González, S., Molina-Montenegro, M.A., 2006. Positive interactions between alpine plant species and the nurse cushion plant *Laretia acaulis* do not increase with elevation in the Andes of central Chile. *New Phytologist* 169, 59-69.

Choler, P., Michalet, R., Callaway, R.M., 2001. Facilitation and competition on gradients in alpine plant communities. *Ecology* 82, 3295-3308.

Connell, J.H., 1983. On the prevalence and relative importance of interspecific competition: Evidence from field experiments. *The American Naturalist* 122, 661-696.

De Villiers, A.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 Environment* 49, 809-821.

Dias, A.T.C., Zaluar, H.L.T., Ganade, G., Scarano, F.R., 2005. Canopy composition influencing plant patch dynamics in Brazilian sandy coastal plain. *Journal of Tropical Ecology* 21, 343-347.

Duarte, L.S., Dos-Santos, M.M.G., Hartz, S.M., Pillar, V.D., 2006. Role of nurse plants in *Araucaria* forest expansion over grassland in south Brazil. *Austral Ecology* 31, 520-528.

Egerton, J.J.G., Banks, J.C.G., Gibson, A., Cunningham, R.B., Ball, M.C., 2000. Facilitation of seedling establishment: reduction in irradiance enhances winter growth of *Eucalyptus pauciflora*. *Ecology* 81, 1437-1449.

Fahn, A., Werker, E., 1972. Anatomical mechanisms of seed dispersal, in: Kozlowski, T.T. (Ed.), *Seed Biology*. Vol. I. Academic Press, London, pp. 151-221.

Fenner, M., 1995. Ecology of seed banks, in: Kigel, J., Galili, G. (Eds.), *Seed development and germination*. Dekker, New York, pp. 507-528.

Ferreira, A.G., 2004. Interferência: competição e alelopatia, in: Ferreira, A.G., Borghetti, F. (Orgs.), *Germinação: do básico ao aplicado*. Artmed, Porto Alegre, pp. 251-262.

Meiado, M.V. (2008). A planta facilitadora *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae)...

Ferreira, C.P., Oliveira Filho, A.T., Santos, F.A.M., Machado, I.C.S., 1987. Distribuição de indivíduos jovens em relação a adultos em uma população de *Anadenanthera falcata* (Benth.) Speg. (Leguminosae – Mimosoideae), in: Resumos do XXXVIII Congresso Nacional de Botânica. Sociedade de Botânica do Brasil, São Paulo, pp. 258.

Fowler, N., 1986. The role of competition in plant communities in arid and semiarid regions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17, 89-110.

Franco, A.C., Nobel, P.S., 1989. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. *Journal of Ecology* 77, 870-886.

Friedman, J., Orshan, G., 1975. The distribution emergence and survival of seedlings of *Artemisia herba-alba* Asso in the Negev Desert of Israel in relation to distance from the adult plants. *Journal of Ecology* 63, 627-632.

Gómez-Aparicio, L., Gómez, J.M., Zamora, R., Boettinger, J.L., 2005. Canopy vs. soil effects of shrubs facilitating tree seedlings in Mediterranean montane ecosystems. *Journal of Vegetation Science* 16, 191-198.

Guo, Q., Rundel, P.W., Goodall, D.W., 1998. Horizontal and vertical distribution of desert seed bank: Patterns, causes, and implications. *Journal of Arid Environment* 38, 465-478.

Guo, Q., Rundel, P.W., Goodall, D.W., 1999. Structure of desert seed bank: comparison across four North American desert sites. *Journal of Arid Environment* 42, 1-14.

Harper, J.L., 1994. *Populations biology of plants*, first ed. Academic Press, London.

Holmgren, M., Scheffer, M., Huston, M.A., 1997. The interplay of facilitation and competition in plant communities. *Ecology* 78, 1966-1975.

Janzen, D.H., 1970. Herbivores and the number of tree species in Tropical Forest. *The American Naturalist* 104, 504-528.

Meiado, M.V. (2008). A planta facilitadora *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae)...

Kröpfl, A.I., Cecchi, G.A., Villasuso, N.M., Distel, R.A., 2002. The influence of *Larrea divaricata* on soil moisture and on water status and growth of *Stipa tenuis* in southern Argentina. *Journal of Arid Environment* 52, 29-35.

Ludwig, F., Kroon, H., Berendse, F., Prins, H.H.T., 2004. The influence of savanna trees on nutrient, water and light availability and the understorey vegetation. *Plant Ecology* 170, 93-105.

Melo, F.P.L., Aguiar Neto, A.V., Simabukuro, E.A., Tabarelli, M., 2004. Recrutamento e estabelecimento de plântulas, in: Ferreira, A.G., Borghetti, F. (Orgs.), *Germinação: do básico ao aplicado*. Artmed, Porto Alegre, pp. 237-250.

Moro, M.J., Pugnaire, F.I., Haase, P., Puigdefábregas, J., 1997. Effect of the canopy of *Retama shaerocarpa* on its understorey in a semiarid environment. *Functional Ecology* 11, 425-431.

Niering, W.A., Whittaker, R.H., Lowe, C.H., 1963. The saguaro: A population in relation to environment. *Science* 142, 15-23.

Padilha, F.M., Pugnaire, F.I., 2006. The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. *Frontiers in Ecology and the Environment* 4, 196-202.

Pake, C.E., Venable, D.L., 1996. Seed bank in desert annuals: Implications for persistence and coexistence in variable environments. *Ecology* 77, 1427-1435.

Pugnaire, F.I., Lázaro, R., 2000. Seed bank and understorey species composition in a semi-arid environment: the effect of shrub age and rainfall. *Annals of Botany* 86, 807-813.

Pugnaire, F.I., Armas, C., Valladares, F., 2004. Soil as a mediator in plant-plant interaction in a semi-arid community. *Journal of Vegetation Science* 15, 85-92.

Pugnaire, F.I., Haase, P., Puigdefábregas, J., 1996. Facilitation between higher plants species in a semiarid environment. *Ecology* 77, 1420-1426.

Meiado, M.V. (2008). A planta facilitadora *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae)...

Thompson, K., Grime, J.P., 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology* 67, 893-921.

Tielbörger, K., Kadmon, R., 2000. Temporal environmental variation tips the balance between facilitation and interference in desert plants. *Ecology* 81, 1544-1553.

Tirado, R., Pugnaire, F.I., 2003. Shrub special aggregation and consequences for reproductive success. *Oecologia* 136, 296-301.

Tirado, R., Pugnaire, F.I., 2005. Community structure and positive interactions in constraining environments. *Oikos* 111, 437-444.

Valiente-Banuet, A., Ezcurra, E., 1991. Shade as a cause of the association between the cactus *Neobuxbaumia tetetzo* and nurse plant *Mimosa luisana* in the Tehuacán Valley, Mexico. *Journal of Ecology* 79, 961-971.

Valiente-Banuet, A., Bolognaro-Crevenna, A., Briones, O., Ezcurra, E., Rosas, M., Núñez, H., Barnard, G., Vasquez, E., 1991. Spatial relationship between cacti and nurse shrubs in a semi-arid environment in central Mexico. *Journal of Vegetation Science* 2, 15-20.

Weltzin, J. F., McPherson, G. R., 1999. Facilitation of conspecific seedling recruitment and shifts in temperate Savanna ecotones. *Ecological Monographs* 69, 513-534.

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

Meiado, M.V. (2008). A planta facilitadora *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae)...

A planta facilitadora *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) e sua relação com a comunidade de plantas em ambiente semi-árido no Nordeste do Brasil

M.V. Meiado^a, E.A. Simabukuro^b

^a Laboratório de Fisiologia Vegetal, Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Professor Moraes Rego s/n, Cidade Universitária, CEP: 50670-901, Recife, Pernambuco, Brasil (marcos_meiado@yahoo.com.br).

^b Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, Av. Darci Carvalho Daffener 200, Alto da Boa Vista, CEP: 18043-970, Sorocaba, São Paulo, Brasil.

Abstract

The interaction between *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) shrubs and a plant community in a semiarid environment was evaluated to answer the following questions: (1) Do abiotic factors differ under the canopy of shrubs when compared to the open field? (2) Is the resource availability higher under the canopy of plants than in the open field? (3) Do *T. molle* shrubs promote intraspecific facilitation in semiarid environments? (4) Do maternal nurse effects increase the seedling survival? (5) Is the soil seeds bank influenced by the presence of shrubs and environmental seasonality? This study was conducted in the National Park of Catimbau, Brazilian Northeast, which is a priority conservation area. The shrubs of *T. molle* were considered nurse plants due the promoting of more favorable conditions to germination and establishment of the community under their canopies, softening extreme conditions. The resource availability and all the abiotic factors assessed were significantly different under the canopies and open fields. However, the shrubs did not favor the germination of their own seeds. This species can germinate at open fields and after the development of its canopies it promotes a favorable site for other species' germination. Therefore, the soil seeds bank is influenced by the presence of the nurse plant and environmental seasonality corroborating the hypothesis on the spatio-temporal variability of soil seeds banks in semiarid environments.

Keywords: abiotic factors; resource availability; plant parental care; seedling survival; soil seed bank.

1. Introdução

As interações entre plantas são fortemente influenciadas pela estrutura e dinâmica da comunidade, sendo responsáveis pela presença ou ausência de determinadas espécies no ambiente (Callaway, 1997; Tirado e Pugnaire, 2005; Padilha e Pugnaire, 2006). A ocorrência de plantas próximas umas das outras é prejudicada pela competição por recursos (Connell, 1983) e, frequentemente, interações negativas são mais relatadas na literatura (Padilha e Pugnaire, 2006). Esse tipo de interação pode ocorrer entre indivíduos da mesma espécie e segundo a “hipótese de fuga”, proposta por Janzen (1970), a distribuição espacial dos indivíduos em uma população depende da relação entre a densidade de sementes dispersadas e a probabilidade das plântulas sobreviverem em relação à distância dos parentais. De acordo com essa hipótese, a taxa de mortalidade das plântulas é maior sob a copa da planta-mãe devido à competição e a ação de predadores, parasitas e patógenos que podem atuar mais intensamente nas sementes e/ou plântulas localizadas próximas de seus parentais.

Por outro lado, o desenvolvimento de algumas plantas próximas pode ser benéfico e essa relação torna-se positiva (Callaway, 1995). Interações positivas entre plantas, onde uma espécie favorece a germinação e o estabelecimento de outras, são conhecidas como facilitação ou “síndrome das plantas enfermeiras” (Niering et al. 1963; Callaway, 1995; Padilha e Pugnaire, 2006). Nessas interações, uma planta enfermeira favorece o desenvolvimento de outras espécies abaixo de suas copas, proporcionando um local mais favorável para o seu desenvolvimento, amenizando fatores ambientais extremos (temperatura e intensidade luminosa), alterando características do substrato ou aumentando a disponibilidade de recursos (água e nutrientes do solo) (Callaway et al. 1991; Rostagno et al., 1991; Dawson, 1993). Essas enfermeiras também atuam de forma indireta eliminando competidores em potencial, introduzindo outros organismos que trazem benefícios para as plantas assistidas, como microrganismos do solo, micorrizas e polinizadores, além de proporcionar proteção contra herbívoros (Callaway, 1995). Esse tipo de interação positiva também ocorre entre indivíduos da mesma espécie e o cuidado parental dessas plantas garante o estabelecimento das plântulas e a re-colonização dos ambientes (Wied e Galen, 1998).

Interações positivas e negativas entre plantas ocorrem simultaneamente em praticamente todos os ecossistemas (Callaway e Walker, 1997), porém, em ambientes áridos e semi-áridos, onde as condições abióticas são mais extremas, as interações positivas podem prevalecer (Armas e Pugnaire, 2005; Padilha e Pugnaire, 2006). Nesses ambientes, os bancos de sementes são caracterizados pela alta variabilidade espacial e temporal e são afetados pelos

padrões espaciais da vegetação (Pake e Venables, 1996; Guo et al., 1998). Os bancos de sementes formados sob a copa de árvores e arbustos perenes acumulam um grande número de propágulos. Essa característica é explicada pelas condições proporcionadas por essas plantas que ocasionam um maior número de indivíduos abaixo de suas copas e uma quantidade maior de sementes produzidas e dispersadas, além de maior proteção contra ataque de predadores de semente (Aguiar e Sala, 1997; Pugnaire e Lázaro, 2000). As plantas facilitadoras também podem ser utilizadas como poleiros para aves ou abrigo temporário para outros animais frugívoros que dispersam sementes e aumentam a abundância e a riqueza de espécies do banco sob suas copas (Pausas et al., 2006). Conseqüentemente, o acúmulo de sementes no solo é maior sob a copa e decresce com o distanciamento da planta (Moro et al., 1997; Guo et al. 1998).

Diante desse contexto, este estudo teve como objetivo principal avaliar a interação do arbusto *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) com a comunidade de plantas em ambiente semi-árido no Nordeste do Brasil, testando cinco hipóteses: (1) os fatores abióticos diferem sob a copa de *T. molle* quando comparados com locais abertos; (2) a disponibilidade de recursos é maior sob a copa dos arbustos; (3) arbustos de *T. molle* promovem a facilitação intra-específica em ambiente semi-árido, proporcionando um local favorável para a germinação e o estabelecimento de suas plântulas; (4) a sobrevivência das plântulas de *T. molle* é favorecida pela proximidade dos parentais; (5) a formação do banco de sementes do solo é influenciada pela presença dos arbustos e pelas estações do ano.

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo e espécie estudada

O estudo foi desenvolvido no Parque Nacional do Catimbau (08°37'S 37°09'W), localizado entre os municípios de Buíque, Tupanatinga e Ibimirim (PE), a 290 km de Recife (Figura 1). Essa área está inserida na depressão sertaneja, uma vasta superfície plana de rochas cristalinas que representa a estrutura geológica dominante da Caatinga (Andrade-Lima, 1981). O parque possui 62000 ha, faz parte da bacia do Jatobá e sua área é considerada prioritária para a conservação por apresentar um alto grau de susceptibilidade à desertificação, elevada biodiversidade florística e tensão ecológica (Giulietti et al., 2004), além de ser um local de extrema importância biológica com espécies raras e de distribuição endêmica (Silva et al., 2004). O clima da área de estudo é definido como semi-árido quente, com temperatura e

precipitação médias anuais de 25 °C e 1095,9 mm, respectivamente, e chuvas concentradas entre os meses de abril a junho (SUDENE, 1990). A figura 2 apresenta os dados de temperaturas médias e precipitações de 2006 e 2007 (período da realização dos experimentos), fornecidos pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

A vegetação do local apresenta uma fisionomia predominantemente arbustiva, com poucos e bem distribuídos representantes arbóreos e a presença mais representativa do estrato herbáceo ocorre apenas durante a estação chuvosa (Figueirêdo et al., 2000; Andrade et al., 2004). Segundo Rodal et al. (1998), são reconhecidos quatro principais biótopos no Parque Nacional do Catimbau: (1) as vertentes a sotavento, situadas entre 600 e 800 m, com caatinga de areia e vegetação xerófila arbustiva caducifólia espinhosa sobre sedimento arenoso, (2) o topo aplainado da chapada e a barlavento, entre 600 e 800 m, com vegetação arbustiva subcaducifólia não espinhosa, (3) as partes mais elevadas, entre 900 e 1000 m, denominadas de campo rupestre com vegetação em moita, herbácea ou arbustiva perenifólia não espinhosa e (4) o “sopé” de algumas serras situadas no topo da chapada, a cerca de 800 m de altitude e localmente denominados de “brejos de pé-de-serra” (floresta estacional não espinhosa). Este estudo foi desenvolvido no primeiro biótopo descrito, i.e., caatinga de areia (Figura 3A).

Trischidium molle (Benth.) H. E. Ireland (Figura 3B-D) foi escolhida como provável planta enfermeira considerando a sua ampla distribuição na área estudada e por ser uma espécie lenhosa que mantém suas folhas durante todos os meses do ano (Gómez-Aparicio et al., 2004), além do fato de apresentar um grande número de plântulas sob a copa dos parentais. A espécie pertence à família Leguminosae e recentemente foi reincorporada ao gênero *Trischidium* Tul., anteriormente conhecida como *Bocoa mollis* (Benth.) Cowan (Ireland, 2007). Sua distribuição geográfica está relacionada com solos arenosos, principalmente em Caatinga com altitudes de 200 a 500 m, podendo ser encontrada em planície costeira e no Cerrado (Queiroz, 2007). Exsicata do material botânico foi identificada e incorporada ao Herbário UFP – Geraldo Mariz com registro 43340.

Para cada hipótese testada foram marcados aleatoriamente 10 arbustos de *T. molle*, totalizando 50 indivíduos da espécie estudada. Todos os parâmetros avaliados (condições micro-climáticas, disponibilidade de recursos, germinação e a formação do banco de sementes da comunidade), exceto a sobrevivência de *T. molle*, foram comparados entre dois micro-ambientes: sob a copa dos arbustos selecionados (a uma distância de 1 m do caule) e em local aberto (ponto aleatório sem a influência da vegetação, a uma distância de 5 m de cada indivíduo selecionado).

2.2. Efeito de *T. molle* nas condições micro-climáticas

Dados de temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) e intensidade luminosa (valores obtidos em lux e transformados para $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ de acordo com Torres et al., 2001) foram mensurados na estação chuvosa (único período de ocorrência do estrato herbáceo). As medições foram realizadas em intervalos de 1 h, das 6:00 até as 18:00 (nos dias 17 de abril, 15 de maio e 12 de junho de 2007), na superfície do solo, com o auxílio de um Termo-Higrômetro Digital (Interno Incoterm – 7429) e Luxímetro Digital (ICEL LD – 510), respectivamente.

As médias de temperatura, umidade relativa do ar e intensidade luminosa foram comparadas entre os dois ambientes, ao longo do dia, pelo teste ANOVA de Medidas Repetidas (ambiente como fator principal e horário do dia como fator de repetição).

2.3. Efeito de *T. molle* na disponibilidade de recursos

Para analisar a influência de *T. molle* na disponibilidade de recursos foi mensurada a porcentagem de umidade e de matéria orgânica, além da caracterização química do solo coletado abaixo da copa dos arbustos e nos locais abertos. Para cada parâmetro avaliado foram coletadas 10 amostras contendo aproximadamente 200 g de solo da camada superficial (0 - 5 cm), durante a estação chuvosa.

Para a determinação do percentual de matéria orgânica, as amostras de solo foram homogeneizadas e secas em estufa a 85° C por 48 h, para obtenção do peso seco. Após esse procedimento, as amostras foram incineradas a 475° C, por 4 h. A porcentagem de matéria orgânica foi obtida pela diferença entre o peso seco e o peso da fração pós-incineração (Wetzel e Likens, 1990).

Para a avaliação da umidade do solo, as amostras foram coletadas, inicialmente pesadas em balança de precisão e mantidas em estufa a 85° C por 48 h, até a secagem. A umidade foi obtida a partir da diferença entre o peso do solo úmido e seco.

Amostras de solos coletadas em cada micro-ambiente foram enviadas para o Laboratório de Fertilidade do Solo da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, onde foi realizada sua caracterização química.

Os dados de umidade do solo, porcentagem de matéria orgânica e a caracterização química dos nutrientes presentes nas amostras de solo coletadas sob a copa dos arbustos e no local aberto foram comparados através do teste *t* de Student pareado.

2.4. Efeito dos parentais na germinação e estabelecimento das plântulas de *T. molle*

Após o período de dispersão das sementes (setembro de 2006), foram marcados indivíduos com características semelhantes (altura e tamanho da copa) para a observação da germinação em campo. Para a avaliação do potencial de formação de banco de semente da espécie estudada, os frutos desses indivíduos foram coletados e as sementes ($n = 10$) foram colocadas para germinar na superfície do solo e enterradas a 5 cm, distantes 1 e 5 m da planta-mãe. Para avaliar a dispersão secundária e/ou predação de plântulas, as sementes dispostas na superfície do solo foram protegidas por uma estrutura de madeira forrada com tela branca que manteve as condições ambientais de temperatura, disponibilidade hídrica e intensidade luminosa. Além disso, outra amostra de 10 sementes foi mantida na superfície do solo sem a proteção da tela. As características germinativas e de estabelecimento das plântulas foram avaliadas mensalmente por 15 meses e foram calculados o tempo médio (meses) e a velocidade média de germinação (meses^{-1}) das sementes de *T. molle* submetidas aos diferentes tratamentos (Ranal e Santana, 2006). O critério para considerar sementes germinadas foi a emergência das plântulas.

As médias de porcentagem final da germinação (transformadas em $\arcsin\sqrt{\%}$), tempo médio e velocidade média de germinação das sementes de *T. molle* foram avaliadas através do teste ANOVA – Dois Fatores (profundidade e distância em relação à planta-mãe) (Ranal e Santana, 2006). A diferença entre o número total de plântulas de *T. molle* estabelecidas abaixo da copa dos adultos co-específicos e no local aberto foi verificada pelo teste χ^2 , assim como as plântulas estabelecidas com ou sem a tela de proteção contra o ataque dos predadores.

2.5. Sobrevivência das plântulas de *T. molle* associadas aos co-específicos

Para avaliar a sobrevivência das plântulas de *T. molle* associadas aos adultos co-específicos foram amostradas áreas circulares de 150 cm de raio, totalizando uma área amostral de 70,65 m². Essas áreas foram amostradas devido à ausência de plântulas em distâncias maiores que 2 m dos parentais. A partir de cada indivíduo selecionado foram criadas três categorias de distância em relação à planta-mãe: 0 a 50, 51 a 100 e 101 a 150 cm. Dentro de cada área foi mapeado o número de plântulas presentes e a distância em relação aos parentais. O experimento foi montado no final da estação chuvosa (junho de 2006) e o acompanhamento da sobrevivência das plântulas foi realizado mensalmente por 15 meses.

Após o período de observações, a sobrevivência dos indivíduos entre as categorias de distância foi avaliada através do teste ANOVA de Medidas Repetidas (categorias de distância como fator principal e mês como fator de repetição).

2.6. Influência da facilitação e da sazonalidade na formação de banco de sementes

Para a avaliação do banco de sementes foi selecionada uma área em que os 10 indivíduos marcados possuíam uma distância mínima de 10 m entre si. A coleta do solo foi realizada em junho (estação chuvosa) e dezembro de 2006 (estação seca) e os procedimentos descritos abaixo foram empregados para as duas coletas. Com o auxílio de um coletor (25 x 25 x 5 cm) foram coletadas amostras do solo sob a copa da espécie estudada e em local aberto. Em cada ponto foram coletadas amostras em duas profundidades: 0 a 5 e 6 a 10 cm, totalizando 80 amostras (10 indivíduos x 2 distâncias x 2 profundidades x 2 estações).

Para a avaliação da germinação, o solo foi colocado em bandejas e mantido em casa de vegetação com suprimento hídrico diário. A avaliação foi realizada semanalmente durante 12 meses, com o revolvimento do solo em intervalos de três meses. O banco de sementes do solo foi estimado pela germinação de sementes viáveis e não dormentes e o critério para considerar germinação foi a emergência das plântulas (Pugnaire e Lázaro, 2000). O índice de diversidade de Shannon-Wiener (Log_2) foi calculado para cada amostra coletada e os valores de abundância e riqueza das amostras também foram registrados (Joshi et al., 2001).

A frequência de ocorrência (F.O.) de cada espécie foi determinada para as amostras coletadas na estação seca e chuvosa, seguindo o seguinte critério: a) distribuição constante aquelas espécies presentes em mais de 75% das amostras, b) frequentes aquelas presentes entre 50 e 75%, c) comuns quando presentes entre 25 e 50% e, d) raras aquelas que ocorreram em menos de 25 % das amostras.

As plântulas emergidas foram transferidas para vasos individuais para o desenvolvimento e posterior identificação das espécies. As espécies foram classificadas de acordo com seu hábito (herbácea, arbustiva e arbórea) e os indivíduos da família Cactaceae foram considerados a parte (cacto) (Andrade et al., 2004). Exsiccatas de espécimes que floresceram provenientes do banco de sementes foram identificadas e incorporadas ao Herbário UFP – Geraldo Mariz (Apêndice 1).

Comparação entre o número de sementes germinadas nas amostras de solo coletadas nos dois micro-ambientes (sob a copa e local aberto) foram analisadas usando o teste χ^2 para cada espécie, com α igual a 0,01. Quando uma diferença significativa no número de sementes

entre os dois micro-ambientes foi encontrada, a relação espécie-específica de facilitação com *T. molle* foi testada através das aplicações de resíduos estandardizados (R.E.), obtidos pela fórmula: $R.E. = O - E / \sqrt{E}$, onde O e E foram os valores observados e esperados, respectivamente. Os valores de R.E. acima de 2 foram considerados significativos. Com essa análise dos dados de abundância de sementes foi possível avaliar quais espécies foram influenciadas (positivamente ou negativamente) pela presença dos arbustos de *T. molle*, em cada uma das estações (López et al., 2007). A F.O. e o número total de espécies e indivíduos observados em cada um dos hábitos foram comparados, em ambas as estações, pelo teste χ^2 .

A fim de se comparar a influência da presença do arbusto e da variação sazonal na formação de banco de sementes, os dados de abundância, riqueza e diversidade foram separados entre os micro-ambientes (sob a copa da espécie estudada e local aberto) e entre as estações (seca e chuvosa). Os valores médios de abundância, riqueza e diversidade foram comparados entre as distâncias e as estações através do teste ANOVA – Dois Fatores.

Todas as análises estatísticas descritas anteriormente, exceto a comparação da abundância de sementes para a aplicação dos resíduos estandardizados, foram realizadas no programa STATISTICA 7 com nível de significância igual a 0,05. A normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias foram verificadas através do teste Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente (Zar, 1999).

3. Resultados e Discussão

3.1. Efeito de T. molle nas condições micro-climáticas

Todos os fatores abióticos avaliados neste estudo (temperatura, umidade relativa do ar e intensidade luminosa) foram significativamente diferentes entre os dois micro-ambientes estudados (abaixo das copas e nos locais abertos), corroborando a primeira hipótese testada. De acordo com Pugnaire et al. (2004), os fatores abióticos são os principais responsáveis pela alteração no balanço das interações entre plantas, influenciando a estrutura e dinâmica da comunidade. Em ambientes semi-áridos, esses fatores afetam principalmente a comunidade herbácea e a amenização do estresse abiótico proporcionada pelas plantas enfermeiras (mecanismo da facilitação) é uma das causas da associação das herbáceas com os arbustos (López et al., 2007).

A presença da vegetação proporcionou a diminuição da temperatura, parâmetro que apresentou valores significativamente maiores nos locais abertos, em todas as avaliações ao longo do dia ($F = 15221$; $gl = 1$; $p < 0,0001$), sendo observada uma temperatura máxima de $35,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (às 12 h) nos locais abertos. Sob a copa dos arbustos, a temperatura não ultrapassou os $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ e se manteve mais constante ao longo do dia (Figura 4A). A umidade relativa do ar (URA) decresceu com o aumento da temperatura. Sob a copa dos arbustos, onde foram registradas as menores temperaturas ($21,3 \pm 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$), foram observados os maiores valores de URA ($85,2 \pm 0,4\%$). Fora da copa, a URA foi menor, decrescendo rapidamente nas primeiras horas da manhã ($F = 3851$; $gl = 1$; $p < 0,0001$; Figura 4B). A intensidade luminosa (IL) se manteve baixa e constante ao longo do dia sob a copa da espécie estudada. A figura 4C mostra que as médias de IL observadas nesse micro-ambiente foram significativamente menores desde a primeira avaliação, às 6 h ($F = 10,7566$; $gl = 1$; $p < 0,0001$).

As plantas se beneficiam pelo sombreamento causado pela vegetação e, na maioria dos casos, os benefícios da redução da irradiação são relacionados apenas aos efeitos secundários ocasionados por esse sombreamento, como por exemplo, o retardo da evaporação da água do solo (Holmgren et al., 1997) e a amenização das temperaturas extremas (Franco e Nobel, 1989; Moro et al., 1997). Entretanto, existem evidências diretas dos benefícios causados pela redução da irradiação. Segundo Egerton et al. (2000), o sombreamento pode amenizar o estresse causado pela diminuição da temperatura em plântulas de *Eucalyptus pauciflora* Sieber ex Spreng. (Myrtaceae). Essa redução na intensidade luminosa também aumenta a eficiência fotossintética e favorece o equilíbrio hídrico do vegetal através do controle da movimentação estomática e da redução da transpiração em plantas sob estresse hídrico (Larcher, 2000). Conseqüentemente, a redução da radiação fotossinteticamente ativa observada sob a copa das plantas enfermeiras pode ser favorável para o recrutamento de plântulas de algumas espécies lenhosas, como por exemplo, *Quercus emoryi* Torr. (Fagaceae) (Weltzin e MacPherson, 1999). Esse favorecimento é mais evidente em ambientes semi-áridos, pois a alta intensidade luminosa pode ser prejudicial para o desenvolvimento de plântulas que se estabelecem sob a influência da baixa disponibilidade hídrica no solo (Larcher, 2000).

3.2. Efeito de *T. molle* na disponibilidade de recursos

Foi observada uma menor umidade no solo em todas as amostras coletadas nos locais abertos quando comparadas com as amostras coletadas abaixo da copa de *T. molle*

($t = 10,7566$; $gl = 18$; $p < 0,0001$; Figura 5). A disponibilidade de água no solo pode restringir a ocorrência de determinadas espécies e influenciar diretamente a facilitação (Callaway, 1995). Sendo assim, a restrição de água no solo altera o potencial hídrico foliar e, conseqüentemente, o desenvolvimento das plantas que ocorrem nesses ambientes. Essa alteração foi observada em plântulas de *Stipa tenuis* Phill. (Poaceae) crescendo em locais abertos e sendo favorecida pela presença da planta enfermeira *Larrea divaricata* Cav. (Zygophyllaceae), em regiões semi-áridas da Argentina (Kröpfl et al., 2002). A umidade do solo também foi significativamente diferente sob a copa da planta enfermeira *Retama sphaerocarpa* (L.) Boiss. (Leguminosae) quando comparada aos locais abertos, em regiões semi-áridas da Espanha (Moro et al., 1997; Pugnaire et al., 2004).

A porcentagem de matéria orgânica e as características químicas do solo coletado nos dois micro-ambientes também apresentaram diferenças significativas. Foi observada a presença de matéria orgânica em maiores porcentagens nas amostras coletadas abaixo da copa da espécie estudada ($t = 4,8039$; $gl = 18$; $p = 0,0002$; Figura 6), como sugerido por Callaway et al. (1991) e Moro et al. (1997). A caracterização química do solo apresentou diferenças significativas, exceto nos valores de pH e saturação por base (Tabela 1). Não foi identificada a presença de sódio e os valores semelhantes de pH indicam que não há interferência desse fator na disponibilidade dos elementos no solo.

As concentrações significativamente superiores dos demais nutrientes (N, P, Ca, Mg, K, Al) observadas no solo coletado abaixo da copa de *T. molle* indicam que a característica química do solo é fortemente influenciada pela presença da espécie estudada, corroborando a segunda hipótese deste trabalho. Além disso, os valores da capacidade de troca de cátions (CTC) maiores que $5 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ observados nas amostras coletadas abaixo da copa de *T. molle* indicam que o solo apresenta alto teor de matéria orgânica, maior capacidade de retenção de nutrientes e de umidade (Lopes e Guilherme, 2004). Dessa forma, a produtividade das herbáceas no Parque Nacional do Catimbau pode aumentar abaixo da copa da espécie estudada devido a maior disponibilidade de nutrientes. Resultados similares foram observados por Weltzin e McPherson (1999) ao estudarem a produtividade vegetal abaixo da copa de *Q. emoryi*. De acordo com os autores, foram encontradas concentrações de nutrientes, tais como N, C e K, cerca de duas vezes maior abaixo da copa quando comparado aos locais abertos. Esse aumento de nutrientes sob a copa dos indivíduos está relacionado com a idade e o tamanho das plantas enfermeiras, diminuindo significativamente em locais abertos (Ludwig et al., 2004).

Por outro lado, menores concentrações de nutrientes não limitam o estabelecimento de plântulas de algumas espécies e, mesmo quando não ocorre o incremento de nutrientes no solo abaixo das copas das plantas enfermeiras, o efeito facilitador dos arbustos pode ser observado devido a amenização de outros fatores abióticos, como umidade e temperatura do solo (Franco e Nobel, 1989).

A ausência de determinadas espécies tolerantes ao estresse hídrico fora do domínio dos arbustos, sugere que a produtividade e a ocorrência dessas espécies são limitadas pelos nutrientes. Com isso, a composição florística abaixo da copa das plantas enfermeiras pode ser completamente diferente quando comparadas com locais abertos, como será discutido mais adiante. Sendo assim, o enriquecimento de nutrientes no solo e a competição por água parecem ser dois importantes processos reguladores na interação entre arbustos e herbáceas em ambientes semi-áridos (Ludwig et al., 2004).

3.3. Efeito dos parentais na germinação e estabelecimento das plântulas de *T. molle*

A maioria dos estudos relacionados com o recrutamento de plântulas aborda apenas as interações competitivas, porém, essa fase inicial do desenvolvimento de uma planta pode ser influenciada também por interações positivas. Segundo Wied e Galen (1998), muitos exemplos de facilitação foram descritos em vários ecossistemas. Todavia, a maioria deles se concentra em interações inter-específicas, enquanto que as relações benéficas proporcionadas pelos co-específicos não são muito reportadas. Alguns estudos sobre o cuidado parental das plantas foram desenvolvidos em ambientes áridos e semi-áridos (Wied e Galen, 1998; Weltzin e McPherson, 1999), porém, essa interação positiva nunca foi reportada para plantas da Caatinga.

Os frutos da espécie estudada são deiscentes e após a sua deiscência natural, as sementes permanecem presas à planta-mãe por algumas semanas, possuindo dispersão zoocórica (Rocha et al., 2004) do tipo ornitocórica mimética (*sensu* Van der Pijl, 1982). No Parque Nacional do Catimbau, as sementes dispersadas em setembro de 2006 permaneceram no solo sem germinar por quatro meses, independente de sua localização (Figura 7), iniciando o processo germinativo apenas no mês de fevereiro de 2007, com o início da estação chuvosa (ver Figura 2). Após este período, a germinação foi superior e mais rápida nas sementes que permaneceram enterradas a 5 cm de profundidade ($F = 7,7259$; $gl = 1$; $p = 0,0086$; Tabela 2). A porcentagem final de germinação, contudo, foi significativamente maior em sementes que permaneceram abaixo da copa da planta-mãe e enterradas quando comparada com os demais

tratamentos (1 metro – superfície: $p = 0,0002$; 5 metros – superfície: $p = 0,0002$ e 5 metros – enterrada: $p = 0,0042$; Figura 7). A permanência das sementes na superfície do solo, independente da distância em relação à planta-mãe, exerce uma influência negativa na germinação das sementes de *T. molle* ($F = 79,0229$; $gl = 1$; $p < 0,0001$; Figura 8A). Provavelmente, as condições estressantes de alta temperatura e intensidade luminosa na superfície do solo foram determinantes para a perda de viabilidade ao longo dos primeiros quatro meses em campo após a dispersão (estação seca). A redução da temperatura e o aumento da URA, proporcionados pela ação facilitadora dos parentais, não foram efetivos para a manutenção de viabilidade e germinação das sementes de *T. molle*. Por outro lado, as sementes enterradas foram beneficiadas pela redução da temperatura e intensidade luminosa proporcionada pelo solo e essa redução promoveu a melhor preservação da qualidade germinativa das sementes da espécie estudada (Figura 8B).

A interação entre os dois fatores testados (distância da planta-mãe e profundidade) ($F = 7,7099$; $gl = 1$; $p = 0,0087$) indicou que apenas a germinação das sementes que foram enterradas sofreu uma influência positiva da presença do arbusto. Dessa forma, as sementes de *T. molle* que permaneceram na superfície do solo, independente da distância em relação à planta-mãe, não apresentaram diferença significativa na porcentagem final de germinação (Figura 8C). Além disso, a baixa porcentagem final de germinação observada foi compensada pela alta produção de sementes por indivíduo, garantindo assim um grande número de plântulas emergidas no final da estação chuvosa.

Independente da estação do ano, não foi observada a predação de sementes de *T. molle* no período de pós-dispersão, nem a dispersão secundária. As sementes que permaneceram no solo protegidas pela tela germinaram e formaram plântulas normais (abaixo da copa = 45 plântulas, locais abertos = 40 plântulas) e a mortalidade dessas plântulas após o período de avaliação (11,1% abaixo da copa e 15,8% nos locais abertos) não apresentou diferença significativa entre os dois micro-ambientes ($\chi^2 = 0,5261$; $gl = 1$; $p = 0,4683$; Figura 9). A alta taxa de sobrevivência observada nos dois micro-ambientes estudados indica uma estratégia reprodutiva eficiente em ambientes semi-áridos. Essa eficiência está relacionada com o tamanho das sementes de *T. molle* (5,5 - 8 mm de comprimento, 4 - 5,5 mm de largura e 4 - 5,5 mm de espessura, ver Ireland, 2007), com o tipo de germinação (hipogea, onde os cotilédones permanecem sob o solo) e com a alocação de recurso para o crescimento inicial (maior investimento no sistema radicular). Tais características proporcionam a proteção do tecido de reserva que permanece enterrado no solo, além da rápida produção de longas raízes que favorece a absorção de água nas camadas mais profundas do solo e garante a

sobrevivência das plântulas em locais abertos, sem a influência da vegetação, os quais estão sujeito à baixa disponibilidade hídrica e alta temperatura e intensidade luminosa.

Resultados similares acerca do estabelecimento de plântulas foram observados em estudos realizados com outras espécies de Leguminosae (Barbosa, 1992) e, segundo Barbosa e Barbosa (1996), o modelo da hipótese de fuga de Janzen parece não ser válido para espécies lenhosas de ambientes semi-áridos. Em seu estudo com *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (Leguminosae), na Caatinga, Barbosa (1992) encontrou resultados opostos ao modelo de Janzen: um grande número de plântulas sob a copa, porém, não significativamente diferente ao grande número de plântulas fora da copa da planta-mãe. Sendo assim, o estabelecimento de plântulas na Caatinga parece estar relacionado com outros fatores e não à distância dos parentais, como a produção de um grande número de sementes com tegumento rígido que garante, inicialmente, a proteção contra as condições desfavoráveis durante o longo período de estação seca (Barbosa, 2003). Outra estratégia é a sincronização fenológica e a dispersão das sementes em plena estação chuvosa, não necessitando, nesse caso, de uma proteção parental tão pronunciada (Barbosa et al., 2003).

Por outro lado, o cuidado parental em ambientes semi-áridos pode ser decisivo para o estabelecimento de plântulas devido à redução do estresse causado pela falta d'água sob a copa dos arbustos parentais (Wied e Galen, 1998). Segundo Wied e Galen (1998), os adultos de *Frasera speciosa* Dougl. ex Griseb (Gentianaceae) e *Cirsium scopulorum* (Greene) Cockerell ex Daniels (Asteraceae) exercem um efeito positivo significativo no estabelecimento das plântulas co-específicas, em regiões semi-áridas dos Estados Unidos.

3.4. Sobrevivência natural das plântulas de *T. molle* associadas com os co-específicos

Na avaliação do recrutamento das plântulas de *T. molle* em relação à distância dos parentais, foi observado que a taxa de sobrevivência diminuiu drasticamente durante a estação seca e todos os indivíduos recrutados (2,6%) se localizaram exclusivamente na primeira categoria de distância criada (0 - 50 cm abaixo da copa dos arbustos co-específicos; $F = 18,2210$; $gl = 1$; $p < 0,0001$), corroborando a hipótese predita (Figura 10).

Este padrão de distribuição também foi observado em plântulas de *F. speciosa* e o agrupamento abaixo da copa dos parentais mostra que, no campo, a sobrevivência dessas plântulas é favorecida pela proximidade dos adultos (Wied e Galen, 1998). Outro exemplo de distribuição agrupada de plântulas co-específicas foi observado por Weltzin e McPherson (1999), onde plântulas de *Q. emoryi* foram localizadas quase que exclusivamente próximas

aos seus parentais. Amostras de solo coletadas pelos autores, na área de estudo, indicaram que o banco de semente da espécie é concentrado abaixo da copa da planta-mãe e os diásporos são dispersos secundariamente, em baixa frequência, para locais abertos. Esse mesmo padrão de acúmulo de sementes apenas abaixo da copa da planta-mãe também foi observado no presente estudo, característica que será discutida adiante no item 3.5.

Sendo assim, a drástica redução de plântulas observada que ocasionou a ausência de plântulas de *T. molle* na comunidade pode ser um reflexo de outros eventos, como a predação. Além disso, a ocorrência exclusiva de plântulas abaixo da copa dos parentais, após os 15 meses de avaliação, indica o favorecimento da planta-mãe na sobrevivência das plântulas da espécie estudada, corroborando a hipótese predita. De fato, independente do ecossistema estudado, o ataque às plântulas no período de estabelecimento é um dos principais fatores que influenciam a regeneração de áreas (Sork, 1987; Gómez et al., 2003). Esse ataque às plântulas de *T. molle* se intensificou durante a estação seca, provavelmente devido ao desaparecimento do estrato herbáceo e a queda natural de folhas das espécies caducifólias, ocasionando uma menor disponibilidade de recursos para os herbívoros.

Em ambientes semi-áridos, a predação de plântulas é alta e a sobrevivência varia espacialmente, sendo significativamente maior sob a copa das plantas, como observado em *Quercus pyrenaica* Willd. (Fagaceae) em ambientes semi-áridos da Espanha (Gómez et al., 2003). De acordo com Sork (1987), a predação é o principal fator que influencia a sobrevivência de plântulas de *Gustavia superba* (Kunth) O. Berg (Lecythidaceae) e os fatores abióticos, tais como a intensidade luminosa, são menos importantes durante o processo de recrutamento da espécie, como observado no presente estudo.

3.5. Influência da facilitação e da sazonalidade na formação de banco de sementes

O banco de sementes do solo foi representado por 24 espécies distribuídas em 16 famílias na estação seca e 14 espécies pertencentes a 10 famílias na estação chuvosa (Tabela 3). Independente da estação do ano ou do ambiente de coleta (sob a copa da espécie estudada ou nos locais abertos), um maior número de sementes foi observado nas amostras coletadas nos primeiros 5 cm de profundidade (estação seca – sob a copa: $\chi^2 = 137,0629$; gl = 1; $p < 0,0001$; estação seca – locais abertos: $\chi^2 = 52,2992$; gl = 1; $p < 0,0001$; estação chuvosa – sob a copa: $\chi^2 = 17,6330$; gl = 1; $p < 0,0001$; estação chuvosa – locais abertos: $\chi^2 = 6,0504$; gl = 1; $p = 0,0139$; Figura 11). Resultados similares foram observados por Guo et al. (1998)

em ambientes áridos dos Estados Unidos, onde o número total de sementes decresceu com o aumento da profundidade do solo.

As herbáceas anuais foram representadas pela maioria das espécies (estação seca: $\chi^2 = 43,6667$; gl = 3; $p < 0,0001$ e estação chuvosa: $\chi^2 = 27,7143$; gl = 3; $p < 0,0001$) e indivíduos (estação seca: $\chi^2 = 2580,8050$; gl = 3; $p < 0,0001$ e estação chuvosa: $\chi^2 = 985,3081$; gl = 3; $p < 0,0001$) encontrados no banco de sementes, seguidas pelas árvores e arbustos em ambas as estações (Figura 12A e C). A ocorrência de plantas anuais em maior frequência nas amostras de solo coletadas em ambientes áridos e semi-áridos é uma das características dos bancos de sementes desses ecossistemas que apresentam uma sazonalidade marcante (Pake e Venable, 1996; Guo et al., 1999). Na maioria dos casos, as sementes dessas espécies são pequenas e presentes em grandes quantidades nas primeiras camadas do solo (Guo et al., 1998; 1999).

Na avaliação da frequência de ocorrência (F.O.), um maior número de espécies foi considerado rara e ocorreu em menos de 25% das amostras. Porém, esta diferença foi significativa apenas na estação seca (estação seca: $\chi^2 = 15,0000$; gl = 3; $p = 0,0018$ e estação chuvosa: $\chi^2 = 6,0000$; gl = 3; $p = 0,1116$). Quando a F.O. foi avaliada em relação ao número de indivíduos de cada espécie, a categoria constante (mais de 75% das amostras) foi significativamente maior na estação seca ($\chi^2 = 710,9398$; gl = 3; $p < 0,0001$) devido à presença de poucas espécies constantes como *Mollugo verticillata* L. (Molluginaceae), que contribuíram com um grande número de sementes nas amostras (Figura 12B e D). Por outro lado, na estação chuvosa, foi observado um maior número de indivíduos na categoria frequente ($\chi^2 = 265,1737$; gl = 3; $p < 0,0001$).

Poaceae foi a família mais representativa com quatro espécies em ambas as estações (Figura 13) e Leguminosae, também com quatro espécies, foi a única família que apresentou o maior número de hábitos observado (árvore, arbusto e herbácea). A ocorrência de várias espécies dessa família com hábitos diferenciados era esperada, pois de acordo com Queiroz (2007), Leguminosae é o táxon mais representativo em ambientes semi-áridos no Nordeste do Brasil, apresentando o maior número de espécies endêmicas.

A produção de sementes de algumas herbáceas e sua incorporação ao banco de sementes foi favorecida pela presença de *T. molle*, caracterizando-a como planta enfermeira. Em geral, o número total de sementes decresceu com o distanciamento dos arbustos, como sugerido por Guo et al. (1998). Este padrão de distribuição de sementes agrupadas abaixo da copa dos arbustos foi observado na maioria das espécies deste estudo, tais como *Gomphrena* sp. (Amaranthaceae), *M. verticillata*, *Paspalum arenarium* Schrad (Poaceae) e *Vernonia*

chalybaea Mart. ex DC. (Asteraceae), as quais apresentaram abundância significativamente maior sob a copa dos arbustos. Entretanto, exceções foram observadas nas duas estações e padrões de distribuições inconsistentes também foram encontrados. *Aristida adscensionis* L. (Poaceae) foi mais freqüente em solo coletado em locais abertos (Tabela 3). De acordo com Larcher (2000), gramíneas pertencentes ao gênero *Aristida* L. são xerófitas que ocorrem naturalmente em locais abertos, pois possuem a morfologia adaptada para evitar a dessecação. Essas plantas apresentam um extenso sistema radicular e formam grandes tufo com gemas capazes de retomar o crescimento, as quais são protegidas por lâminas foliares. Todas essas características as tornam capazes de ocorrer em locais abertos sem os benefícios proporcionados pelas plantas enfermeiras e justifica a maior abundância de sementes e F.O. da espécie observada nas amostras coletadas nos locais abertos.

Sementes de *T. molle* foram observadas apenas nas amostras de solo coletadas abaixo dos arbustos, indicando o acúmulo dessas estruturas sob a copa dos adultos co-específicos. Porém, essas sementes, como visto anteriormente, não possuem capacidade de formar banco permanente (*sensu* Thompson e Grime, 1979). O acúmulo de propágulos abaixo da copa dos parentais também foi observado por Weltzin e McPherson (1999) em sementes de *Q. emoryi*. Nesses casos, a permanência de sementes na superfície do solo sem germinar, por um determinado período, pode ser a chave para uma dispersão secundária eficiente quando o dispersor está presente no ambiente. Esta dispersão secundária garante a ocupação de habitats diferentes daqueles onde os parentais se encontram, favorecendo com isso o recrutamento em locais com maiores chances de sobrevivência.

A abundância, riqueza e diversidade de espécies presentes no solo coletado abaixo da copa da *T. molle* foi significativamente maior quando comparados com os locais abertos (Figura 14, 15, 16 e Tabela 4). Esta diferença foi mantida entre as estações do ano, sendo observada maior abundância, riqueza e diversidade de espécies no solo coletado da estação seca. Os benefícios que a espécie proporciona com a facilitação podem ser decisivos para a ocorrência de determinados grupos, pois 57,7% das espécies presentes no banco ocorreram exclusivamente sob a copa de *T. molle*. As médias de diversidade ($2,41 \pm 0,3$) encontradas nas amostras coletadas na estação seca sob da copa de *T. molle* foram similares às observadas por Pugnaire e Lázaro (2000) nas amostras de solo coletadas abaixo dos arbustos de *R. sphaerocarpa* e significativamente maiores que as médias de diversidade encontradas nos locais abertos da área estudada ($1,91 \pm 0,4$) (Tabela 4). Os resultados deste estudo corroboram a hipótese da variação espaço-temporal dos bancos de sementes em ambientes semi-áridos e sugerem que as condições micro-climáticas abaixo da copa de *T. molle* selecionam fortemente

as espécies que estão em associação com a planta facilitadora, compondo o banco de sementes sob sua copa.

Devido à grande abundância de *T. molle* no ambiente estudado e a manutenção das suas folhas durante todas as estações do ano, os benefícios proporcionados pela espécie podem influenciar de forma direta toda a comunidade de plantas no Parque Nacional do Catimbau, principalmente as herbáceas anuais.

A capacidade que as sementes de *T. molle* possuem de germinar e de se estabelecer em locais abertos sem a presença de uma planta enfermeira garante a ocupação de novas áreas e confere à espécie a capacidade de criar um micro-ambiente favorável para o desenvolvimento da comunidade vegetal abaixo de suas copas. Conseqüentemente, essa espécie está em vantagem frente às outras plantas enfermeiras que necessitam da facilitação para se estabelecerem em ecossistemas semi-áridos. Sendo assim, a preservação dessa espécie e a sua utilização em ações de reflorestamentos de áreas arenosas em ambientes semi-áridos no Nordeste do Brasil podem garantir os benefícios proporcionados por ela, como também um aumento na diversidade de espécies que ocorrem nesses ambientes extremamente sazonais.

4. Referências

Aguiar, M.R., Sala, O., 1997. Seed distribution constrains the dynamics of the Patagonian steppe. *Ecology* 78, 93-100.

Andrade, K.V.S.A., Rodal, M.J.N., Lucena, M.F.A., Gomes, A.P.S., 2004. Composição florística de um trecho do Parque Nacional do Catimbau, Buíque, Pernambuco – Brasil. *Hoehnea* 31, 337-348.

Andrade-Lima, D., 1981. The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4, 149-153.

Armas, C., Pugnaire, F.I., 2005. Plant interactions govern population dynamics in a semi-arid plant community. *Journal of Ecology* 93, 978-989.

Barbosa, D.C.A., 1992. Distribution of *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan seedlings in an area of the caatinga of Northeastern Brazil. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 13, 1-10.

Meiado, M.V. (2008). A planta facilitadora *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae)...

Barbosa, D.C.A. 2003. Estratégia de germinação e crescimento de espécies lenhosas da Caatinga com germinação rápida, in: Leal, I.R., Tabarelli, M., Silva, J.M.C. (Orgs.), Ecologia e Conservação da Caatinga. Editora Universitária da UFPE, Recife, pp. 625-656.

Barbosa, D.C.A., Barbosa, M.C.A., 1996. Crescimento e estabelecimento de plântulas, in: Sampaio, E.V.S.B., Mayo, S.J., Barbosa, M.R.V. (Eds.), Pesquisa botânica nordestina: progresso e perspectivas. Sociedade de Botânica do Brasil / Seção Regional de Pernambuco, Recife, pp. 173-177.

Barbosa, D.C.A., Barbosa, M.C.A., Lima, L.C.M., 2003. Fenologia de espécies lenhosas da Caatinga, in: Leal, I.R., Tabarelli, M., Silva, J.M.C. (Orgs.), Ecologia e Conservação da Caatinga. Editora Universitária da UFPE, Recife, pp. 657-693.

Callaway, R.M., 1995. Positive interactions among plants. The Botanical Review 61, 306-349.

Callaway, R.M., 1997. Positive interaction in plant communities and the individualistic-continuum concept. Oecologia 112, 143-149.

Callaway, R.M., Nadkarni, N.M., Mahall, B.E., 1991. Facilitation and interference of *Quercus douglasii* on understory productivity in Central California. Ecology 72, 1484-1499.

Callaway, R.M., Walker, L.R., 1997. Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. Ecology 78, 1958-1965.

Connell, J.H., 1983. On the prevalence and relative importance of interspecific competition: Evidence from field experiments. The American Naturalist 122, 661-696.

Dawson, T.E., 1993. Hydraulic lift and water use by plants: Implications for water balance, performance and plant-plant interactions. Oecologia 95, 565-574.

Egerton, J.J.G., Banks, J.C.G., Gibson, A., Cunningham, R.B., Ball, M.C., 2000. Facilitation of seedling establishment: reduction in irradiance enhances winter growth of *Eucalyptus pauciflora*. Ecology 81, 1437-1449.

Meiado, M.V. (2008). A planta facilitadora *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae)...

Figueiredo, L.S., Rodal, M.J.N., Melo, A.L., 2000. Florística e fitossociologia de uma área de vegetação arbustiva caducifólia espinhosa no município de Buíque – Pernambuco. *Naturalia* 25, 205-224.

Franco, A.C., Nobel, P.S., 1989. Effect of nurse plants on the microhabitat and growth of cacti. *Journal of Ecology* 77, 870-886.

Giulietti, A.M., Bocage Neta, A.L., Castro, A.A.J.F., Gamarra-Rojas, C.F.L., Sampaio, E.V.S.B., Virgínio, J.F., Queiroz, L.P., Figueiredo, M.A., Rodal, M.J.N., Barbosa, M.R.V., Harley, R.M., 2004. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga, in: Silva, J.M.C., Tabarelli, M., Fonseca, M.T., Lins, L.V. (Orgs.), *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. MMA – Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 47-90.

Gómez, J.M., García, D., Zamora, R., 2003. Impact of vertebrate acorn- and seedling-predators on a Mediterranean *Quercus pyrenaica* forest. *Forest Ecology and Management* 180, 125-134.

Gómez-Aparicio, L., Zamora, R., Gómez, J.M., Hódar, J.A., Castro, J., Baraza, E., 2004. Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecological Applications* 14, 1128-1138.

Guo, Q., Rundel, P.W., Goodall, D.W., 1998. Horizontal and vertical distribution of desert seed bank: Patterns, causes, and implications. *Journal of Arid Environment* 38, 465-478.

Guo, Q., Rundel, P.W., Goodall, D.W., 1999. Structure of desert seed bank: comparison across four North American desert sites. *Journal of Arid Environment* 42, 1-14.

Holmgren, M., Scheffer, M., Huston, M.A., 1997. The interplay of facilitation and competition in plant communities. *Ecology* 78, 1966-1975.

Ireland, H.E., 2007. Taxonomic changes in the South American genus *Bocoa* (Leguminosae-Swartzieae): reinstatement of the name *Trischidium*, and a synopsis of both genera. *Kew Bulletin* 62: 333-350.

Meiado, M.V. (2008). A planta facilitadora *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae)...

Janzen, D.H., 1970. Herbivores and the number of tree species in Tropical Forest. The American Naturalist 104, 501-528.

Joshi, B., Singh, S.P., Rawat, Y.S., Goel, D., 2001. Facilitative effect of *Coriaria nepalensis* on species diversity and growth of herbs on severely eroded hill slopes. Current Science 80, 678-682.

Kröpfl, A.I., Cecchi, G.A., Villasuso, N.M., Distel, R.A., 2002. The influence of *Larrea divaricata* on soil moisture and on water status and growth of *Stipa tenuis* in southern Argentina. Journal of Arid Environment 52, 29-35.

Larcher, W. 2000. Ecofisiologia Vegetal, primeira edição. RiMa, São Carlos.

Lopes, A.S., Guimarães, L.R., 2004. Interpretação de análise do solo – Conceitos e aplicações, primeira edição. ANDA, São Paulo.

López, R.P., Valdivia, S., Sanjinés, N., Quintana, D., 2007. The role of nurse plant in the establishment of shrub seedlings in the semi-arid subtropical Andes. Oecologia 152, 779-790.

Ludwig, F., Kroon, H., Berendse, F., Prins, H.H.T., 2004. The influence of savanna trees on nutrient, water and light availability and the understorey vegetation. Plant Ecology 170, 93-105.

Moro, M.J., Pugnaire, F.I., Haase, P., Puigdefábregas, J., 1997. Effect of the canopy of *Retama shaerocarpa* on its understorey in a semiarid environment. Functional Ecology 11, 425-431.

Niering, W.A., Whittaker, R.H., Lowe, C.H., 1963. The saguaro: A population in relation to environment. Science 142, 15-23.

Padilha, F.M., Pugnaire, F.I., 2006. The role of nurse plants in the restoration of degraded environments. Frontiers in Ecology and the Environment 4, 196-202.

Meiado, M.V. (2008). A planta facilitadora *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae)...

Pake, C.E., Venable, D.L., 1996. Seed bank in desert annuals: Implications for persistence and coexistence in variable environments. *Ecology* 77, 1427-1435.

Pausas, J.G., Bonet, A., Maestre, F.T., Climent, A., 2006. The role of the pech effect on the nucleation process in Mediterranean semi-arid oldfields. *Acta Oecologica* 29, 346-352.

Pugnaire, F.I., Armas, C., Valladares, F., 2004. Soil as a mediator in plant-plant interaction in a semi-arid community. *Journal of Vegetation Science* 15, 85-92.

Pugnaire, F.I., Lázaro, R., 2000. Seed bank and understorey species composition in a semi-arid environment: the effect of shrub age and rainfall. *Annals of Botany* 86, 807-813.

Queiroz, L.P., 2007. Leguminosas da Caatinga, primeira edição. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.

Ranal, M.A., Santana, D.G., 2006. How and why to measure the germination process? *Revista Brasileira de Botânica* 29, 1-11.

Rocha, P.L.B., Queiroz, L.P., Pirani, J.R., 2004. Plant species and habitat structure in a sand dune field in the Brazilian Caatinga: a homogeneous habitat harbouring an endemic biota. *Revista Brasileira de Botânica* 27, 739-755.

Rodal, M.J.N., Andrade, K.V.A., Sales, M.F., Gomes, A.P.S., 1998. Fitossociologia do componente lenhoso de um refúgio vegetacional no município de Buíque, Pernambuco. *Revista Brasileira de Biologia* 58, 517-526.

Rostagno, C.M., Del Valle, H.F., Videla, L., 1991. The influence of shrubs on some chemical and physical properties of an aridic soil in northeastern Patagonia, Argentina. *Journal of Arid Environment* 20, 179-188.

Silva, J.M.C., Tabarelli, M., Fonseca, M.T., 2004. Áreas e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade na Caatinga, in: Silva, J.M.C., Tabarelli, M., Fonseca, M.T., Lins, L.V. (Orgs.), *Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. MMA – Ministério do Meio Ambiente, Brasília, pp. 349-374.

Meiado, M.V. (2008). A planta facilitadora *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae)...

Sork, V.L., 1987. Effects of predation and light on seedling establishment in *Gustavia superba*. *Ecology* 68, 1341-1350.

SUDENE, 1990. Dados pluviométricos do Nordeste – Estado de Pernambuco. Série Pluviométrica 6, primeira edição. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, Recife.

Thompson, K., Grime, J.P., 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology* 67, 893-921.

Tirado, R., Pugnaire, F.I., 2005. Community structure and positive interactions in constraining environments. *Oikos* 111, 437-444.

Torres, A.C., Barbosa, N.V.R., Willadino, L., Guerra, M.P., Ferreira, C.F., Paiva, S.A.V., 2001. Meio e condições de incubação para a cultura de tecido de plantas. Circular Técnica 24. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília.

Van der Pijl, L. 1982. Principles of dispersal in higher plants, third ed. Springer-Verlag, New York.

Weltzin, J. F., McPherson, G. R., 1999. Facilitation of conspecific seedling recruitment and shifts in temperate Savanna ecotones. *Ecological Monographs* 69, 513-534.

Wetzel, R.G., Likens, G.E., 1990. Limnological Analysis, second ed. Springer-Verlag. New York.

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

Zar, J.H., 1999. Biostatistical analysis, fourth ed. Prentice Hall Inc., New Jersey.

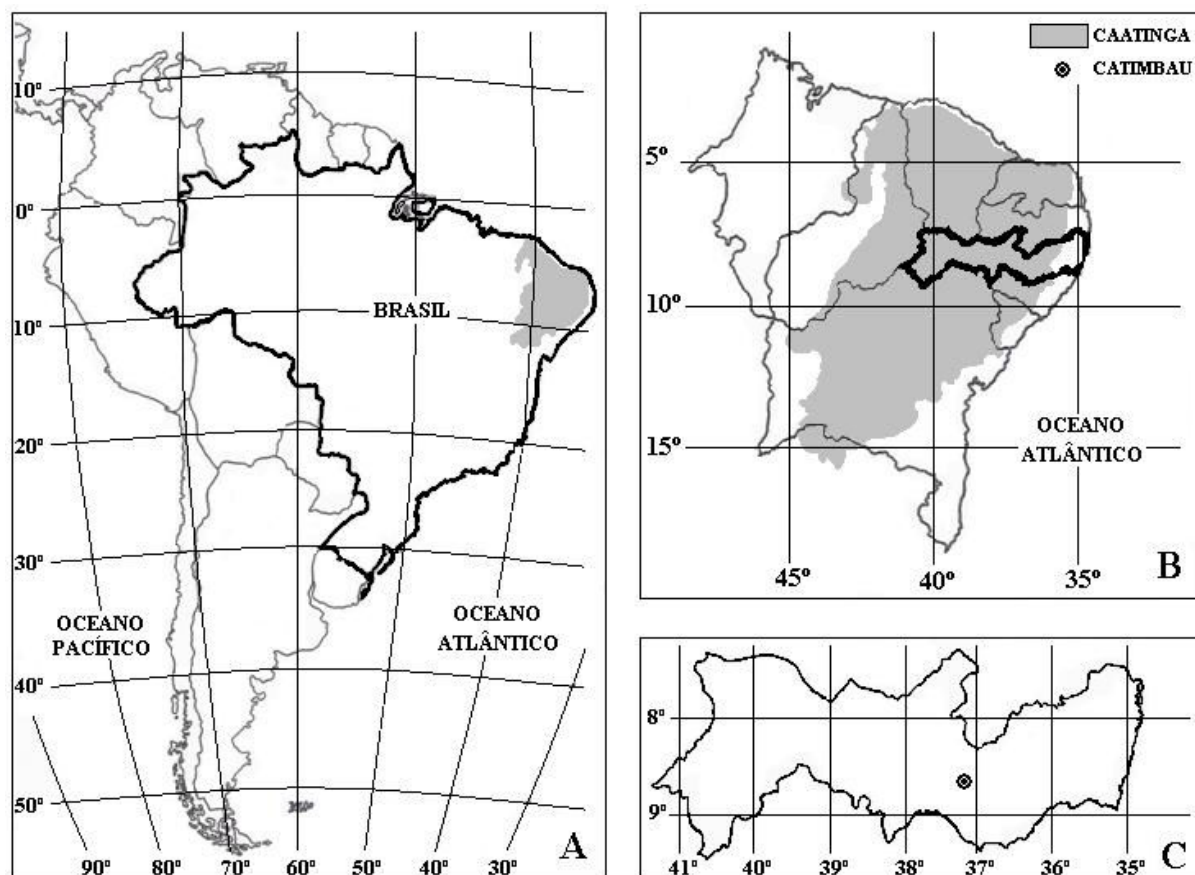


Figura 1. Localização do Parque Nacional do Catimbau, uma área de Caatinga no estado de Pernambuco, região Nordeste do Brasil. (A) América do Sul, (B) região Nordeste do Brasil e (C) estado de Pernambuco.

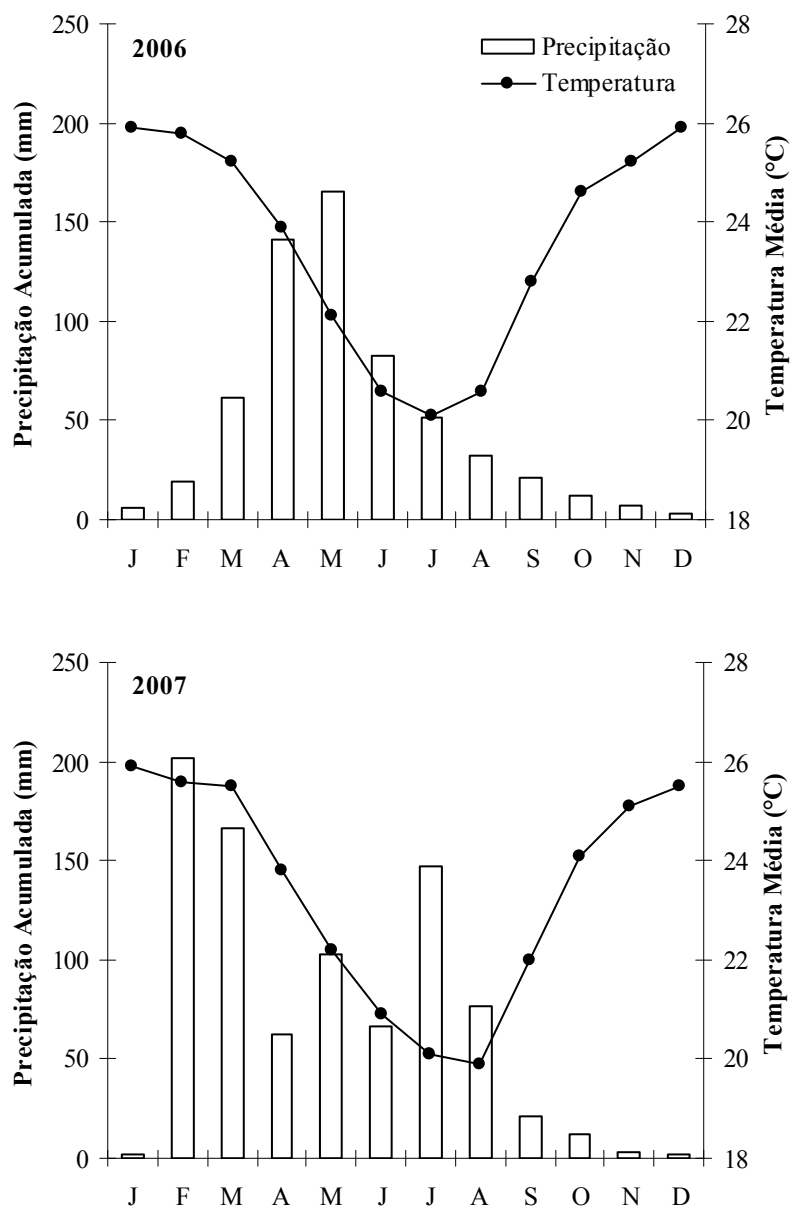


Figura 2. Precipitação (mm) e temperatura média (°C) da região do Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE), nos anos de 2006 e 2007. Fonte: Dados Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

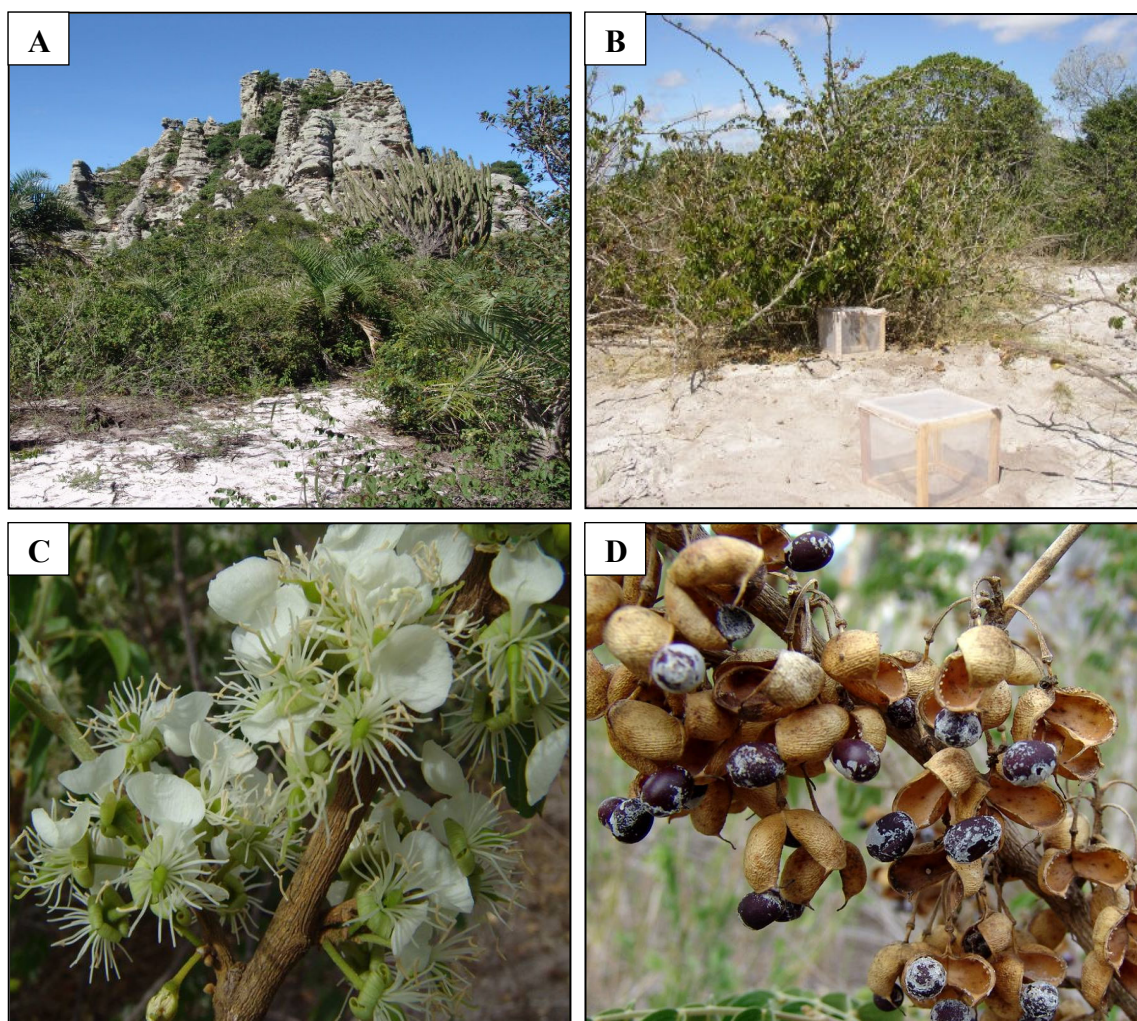


Figura 3. Área de estudo (A), vista geral (B), flores (C), frutos e sementes (D) de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE).

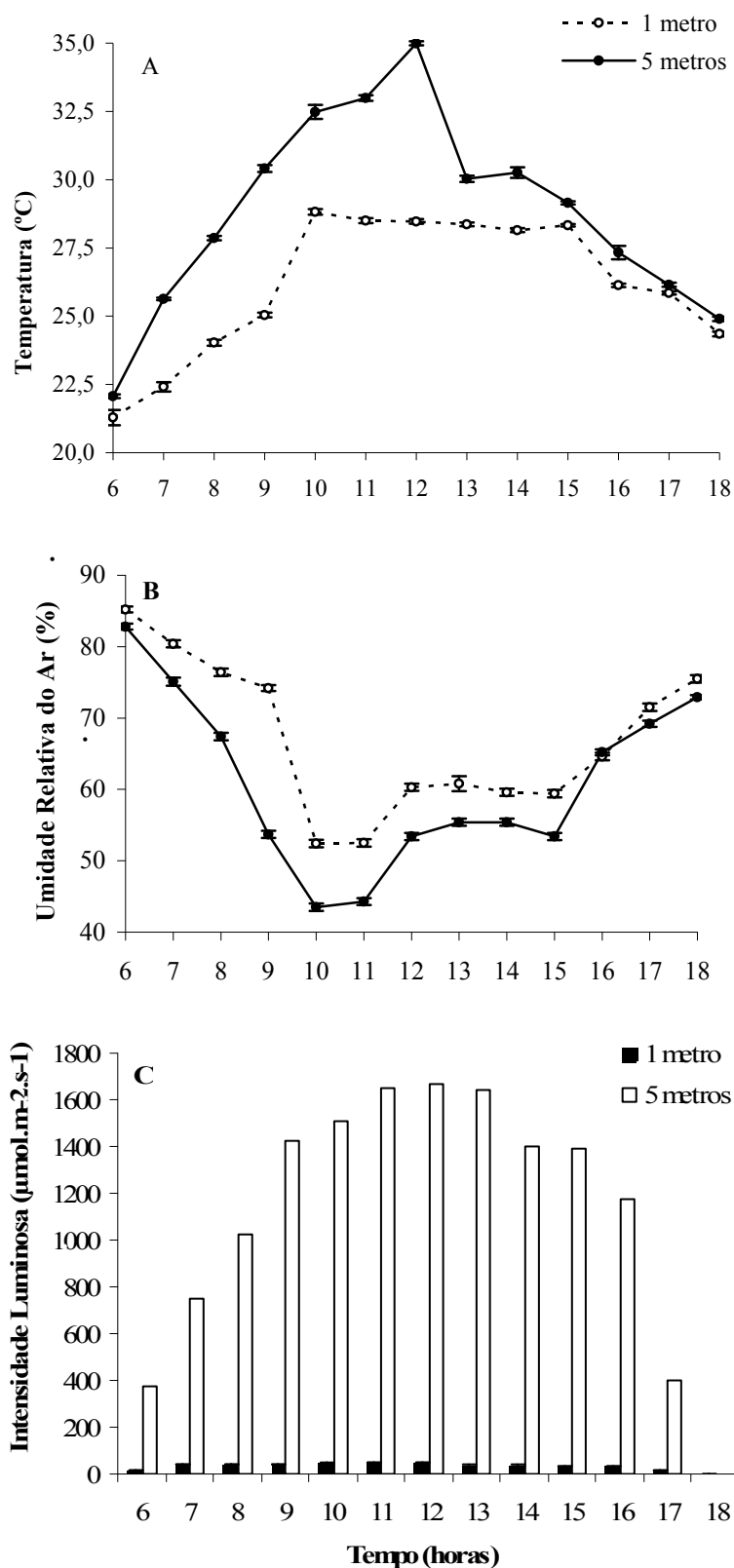


Figura 4. A – temperatura do ar (°C), B – umidade relativa do ar (%) e C – intensidade luminosa ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) (média $\pm$ desvio padrão) sob copa (1 m) de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) e em local aberto (5 m) (n = 10), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE). Dados obtidos na estação chuvosa.

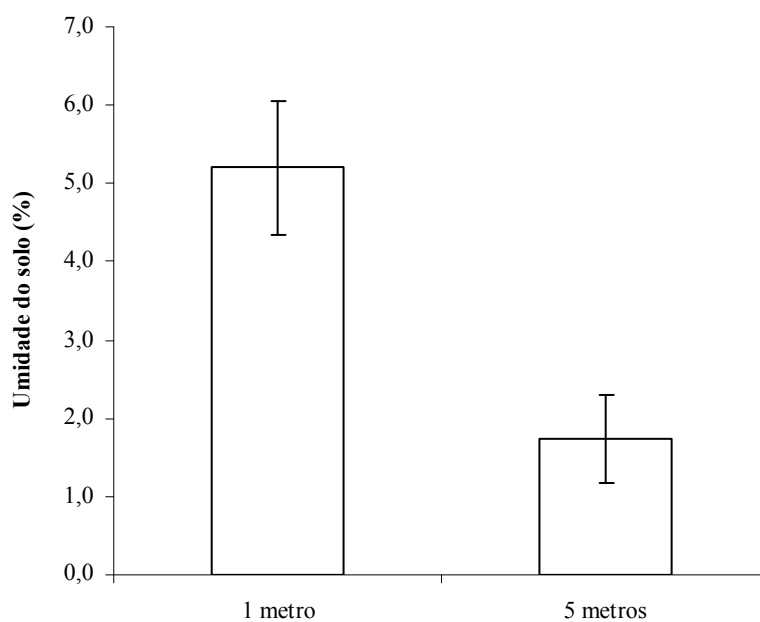


Figura 5. Umidade do solo (média $\pm$ desvio padrão - %) sob copa (1 m) de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) e em local aberto (5 m) (n = 10), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE). Dados obtidos na estação chuvosa.

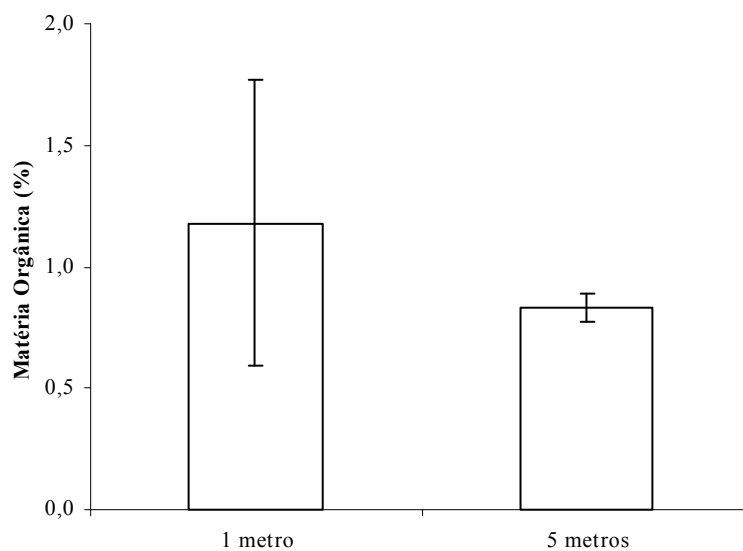


Figura 6. Matéria orgânica (média $\pm$ desvio padrão - %) presente no solo coletado na estação chuvosa abaixo da copa de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (1 m) e em local aberto (5 m) (n = 10), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE).

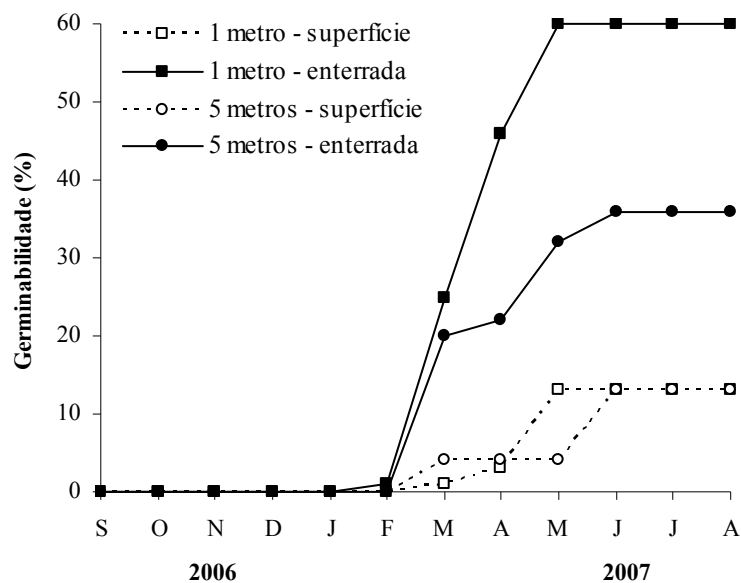


Figura 7. Germinação (%) de sementes de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) distribuídas abaixo da copa da planta-mãe (1 m) e em local aberto (5 m), na superfície do solo e enterradas (5 cm de profundidade) (n = 10), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE).

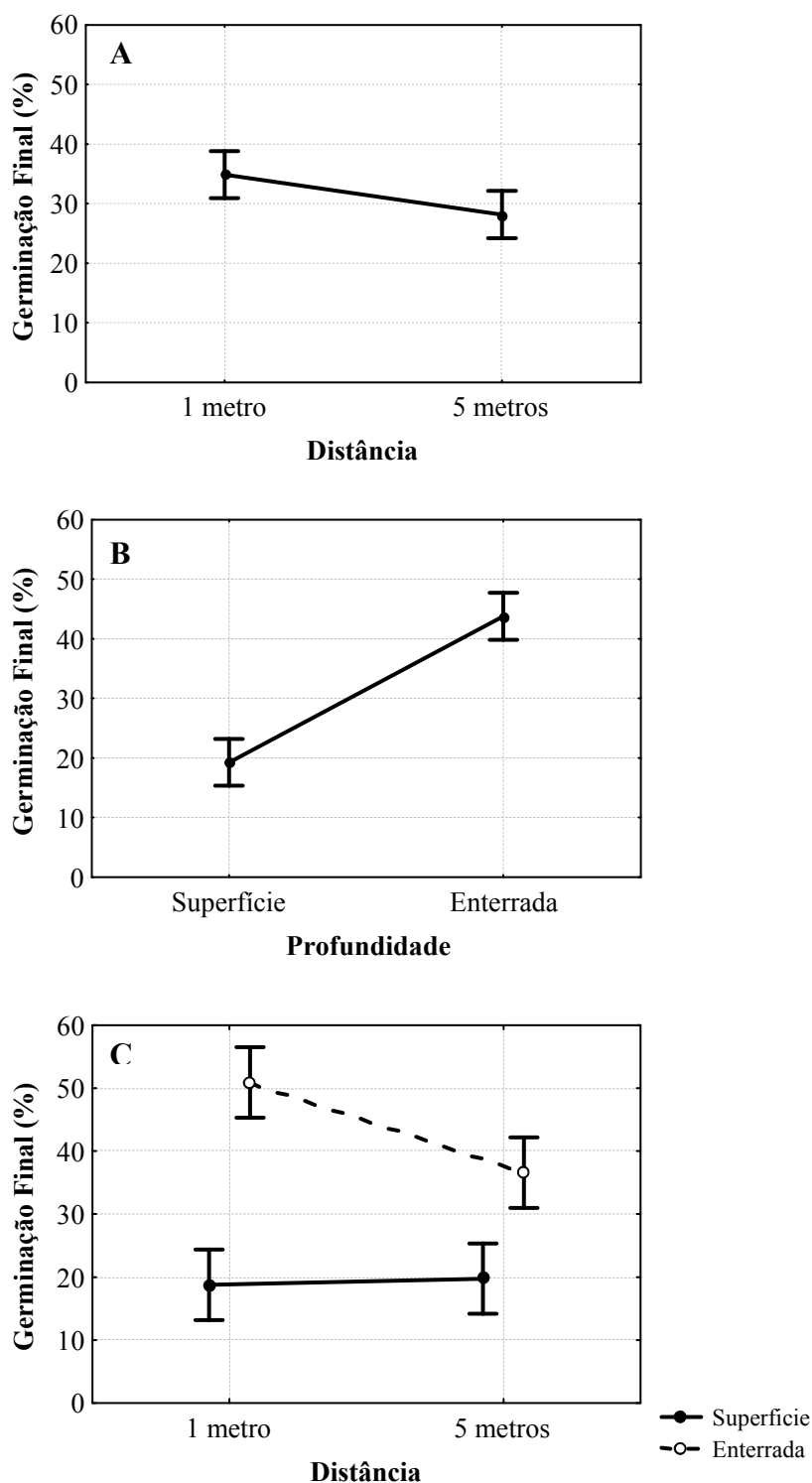


Figura 8. Germinação final (%) de sementes de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (média $\pm$ desvio padrão) distribuídas abaixo da copa da planta-mãe (1 m) e em local aberto (5 m), na superfície do solo e enterradas (5cm de profundidade) ($n = 10$), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE). (A) germinação em diferentes distâncias em relação à planta-mãe, (B) germinação em diferentes profundidades e (C) interação entre os dois fatores.

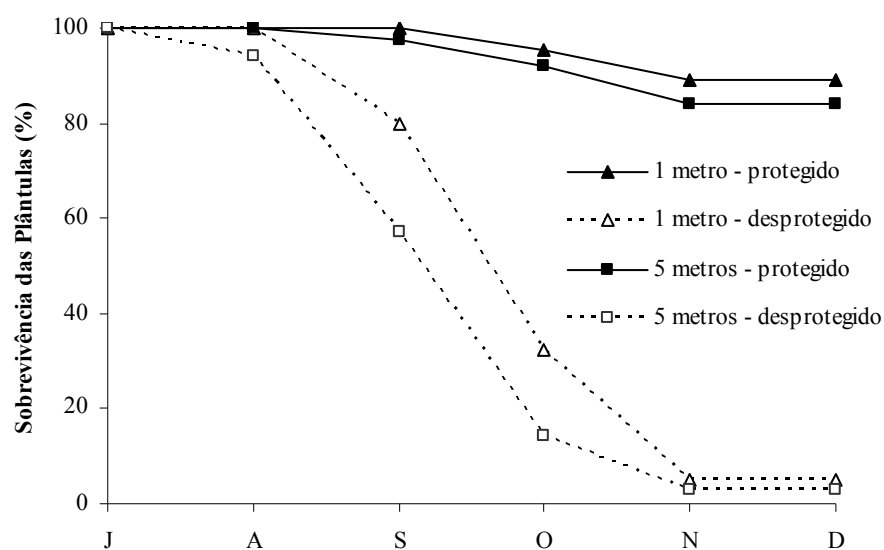


Figura 9. Sobrevivência de plântulas (%) de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) localizadas abaixo copa da planta-mãe (1 m) e em local aberto (5 m) (n = 10), com e sem proteção contra predação de plântulas, durante a estação seca de 2007, no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE).

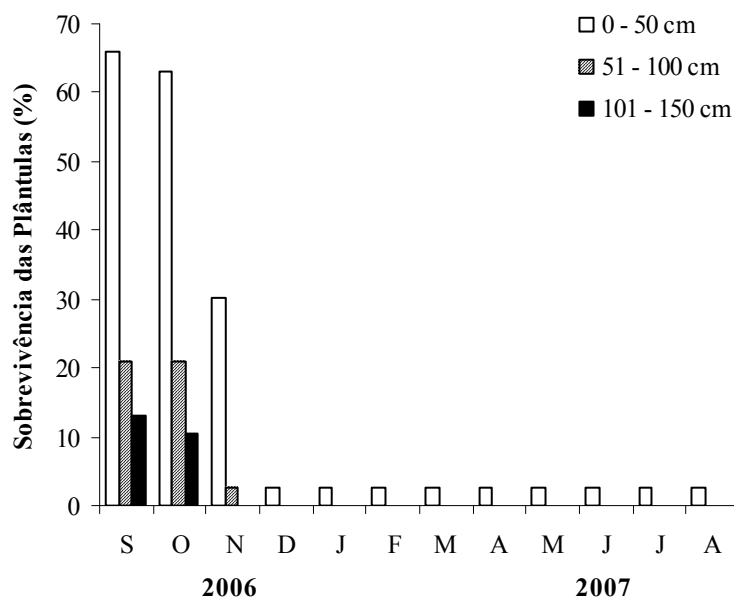


Figura 10. Sobrevivência de plântulas (%) de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) recrutadas no final da estação chuvosa e associadas aos parentais (n = 10), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE), em relação à distância da planta-mãe.

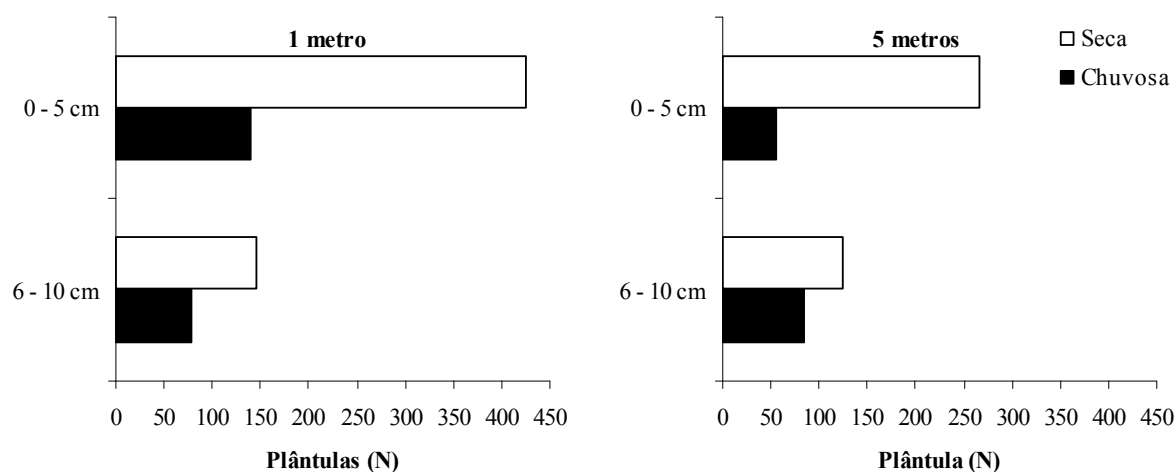


Figura 11. Número total de plântulas que emergiram nas amostras de solo coletadas ao final da estação seca e chuvosa, nas profundidades 0-5 e 6-10 cm, abaixo da copa de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (1 m) e em local aberto (5 m) (n = 10), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE).

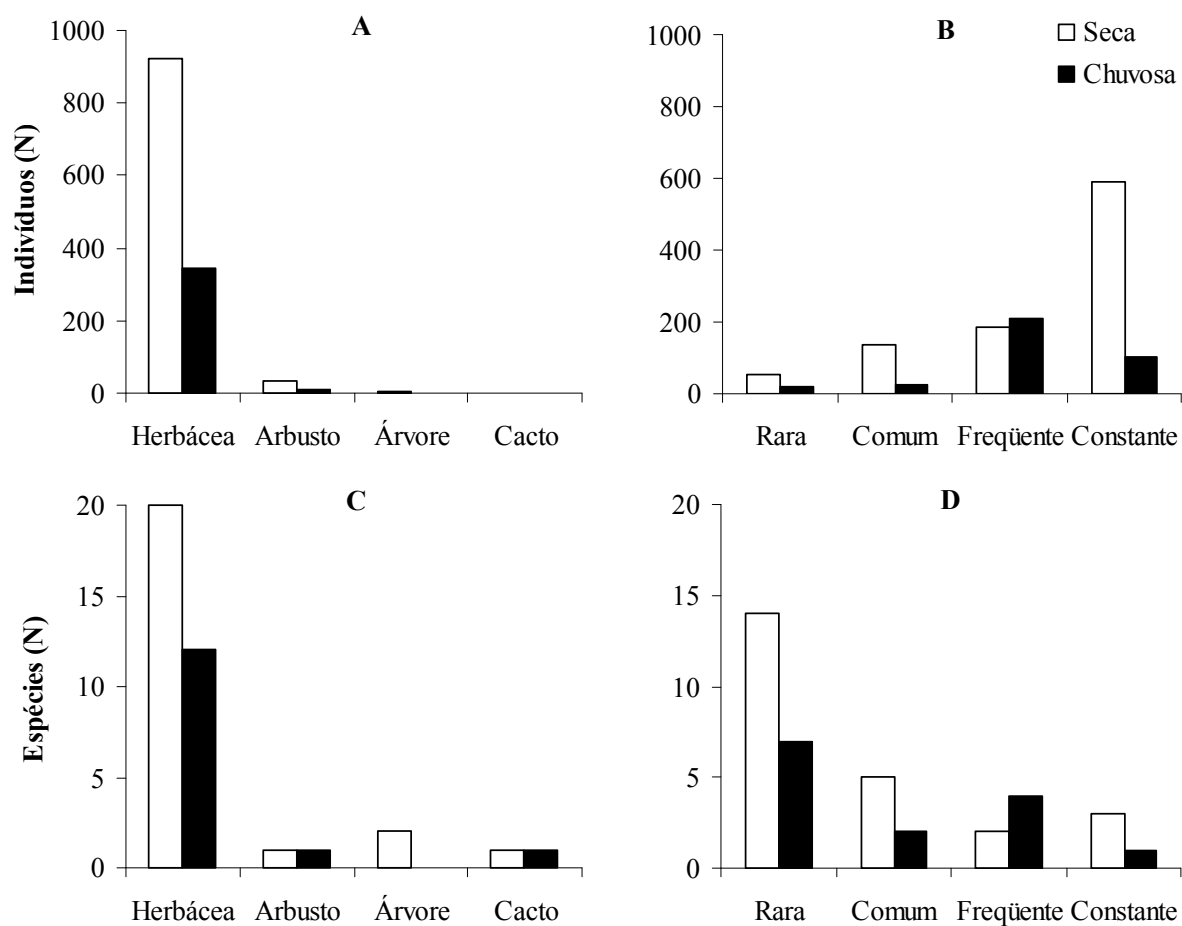


Figura 12. Hábito (A e C) e frequência de ocorrência (B e D) de indivíduos e espécies observadas nas amostras de solo coletadas no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE), na estação seca e chuvosa.

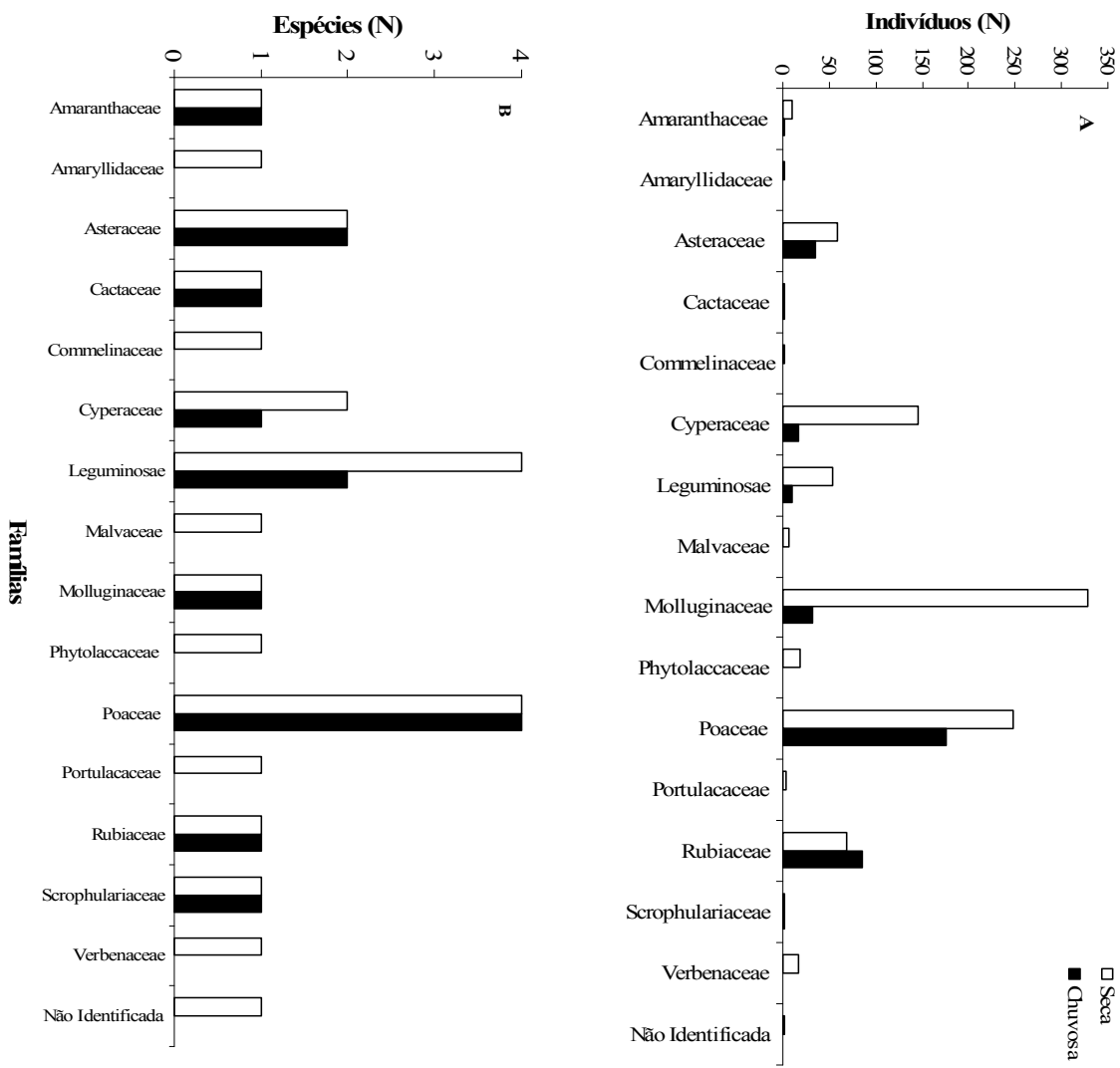


Figura 13. Número de indivíduos (A) e de espécies (B) pertencentes às famílias observadas nas amostras de solo coletadas no Parque Nacional do Catimbu, Buíque (PE), na estação seca e chuvosa.

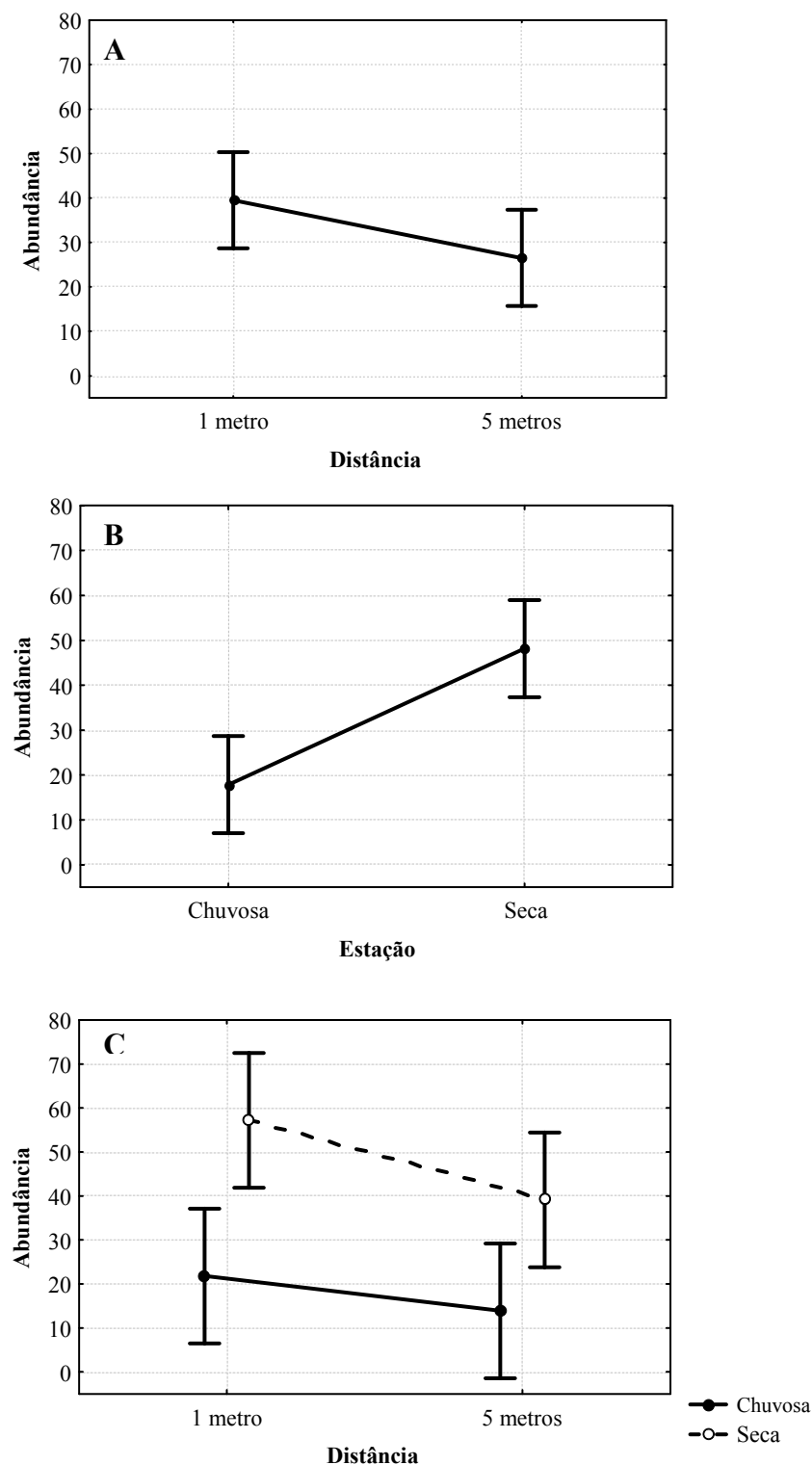


Figura 14. Abundância de sementes (média $\pm$ desvio padrão) que germinaram nas amostras de solo coletadas abaixo da copa de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (1 m) e em local aberto (5 m), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE), durante a estação seca e chuvosa. (A) abundância entre os ambientes (distância em relação à planta enfermeira), (B) abundância entre as estações e (C) interação entre os dois fatores.

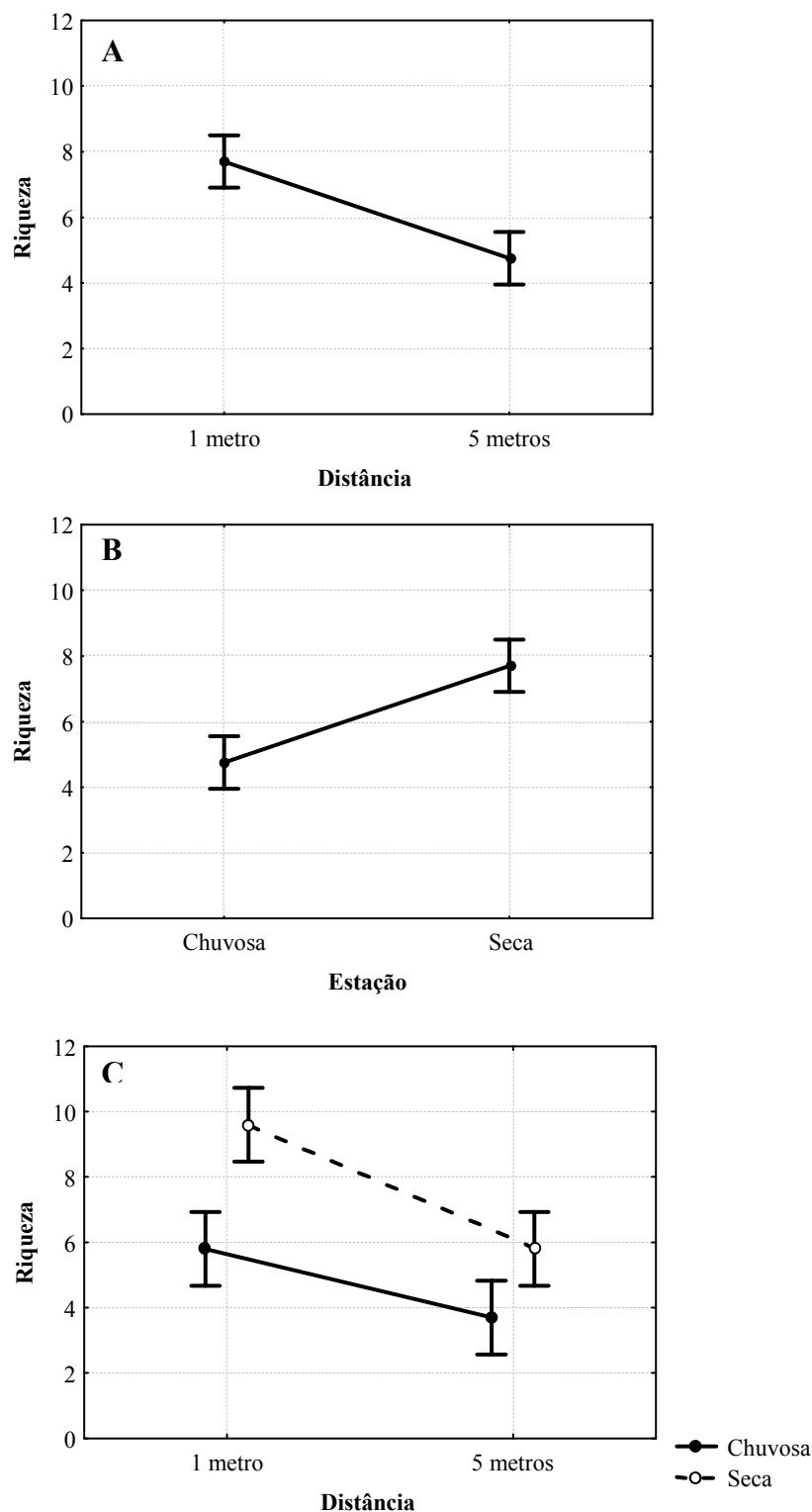


Figura 15. Riqueza de espécies (média $\pm$ desvio padrão) que germinaram nas amostras de solo coletadas abaixo da copa de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (1 m) e em local aberto (5 m), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE), durante a estação seca e chuvosa. (A) abundância entre os ambientes (distância em relação à planta enfermeira), (B) abundância entre as estações e (C) interação entre os dois fatores.

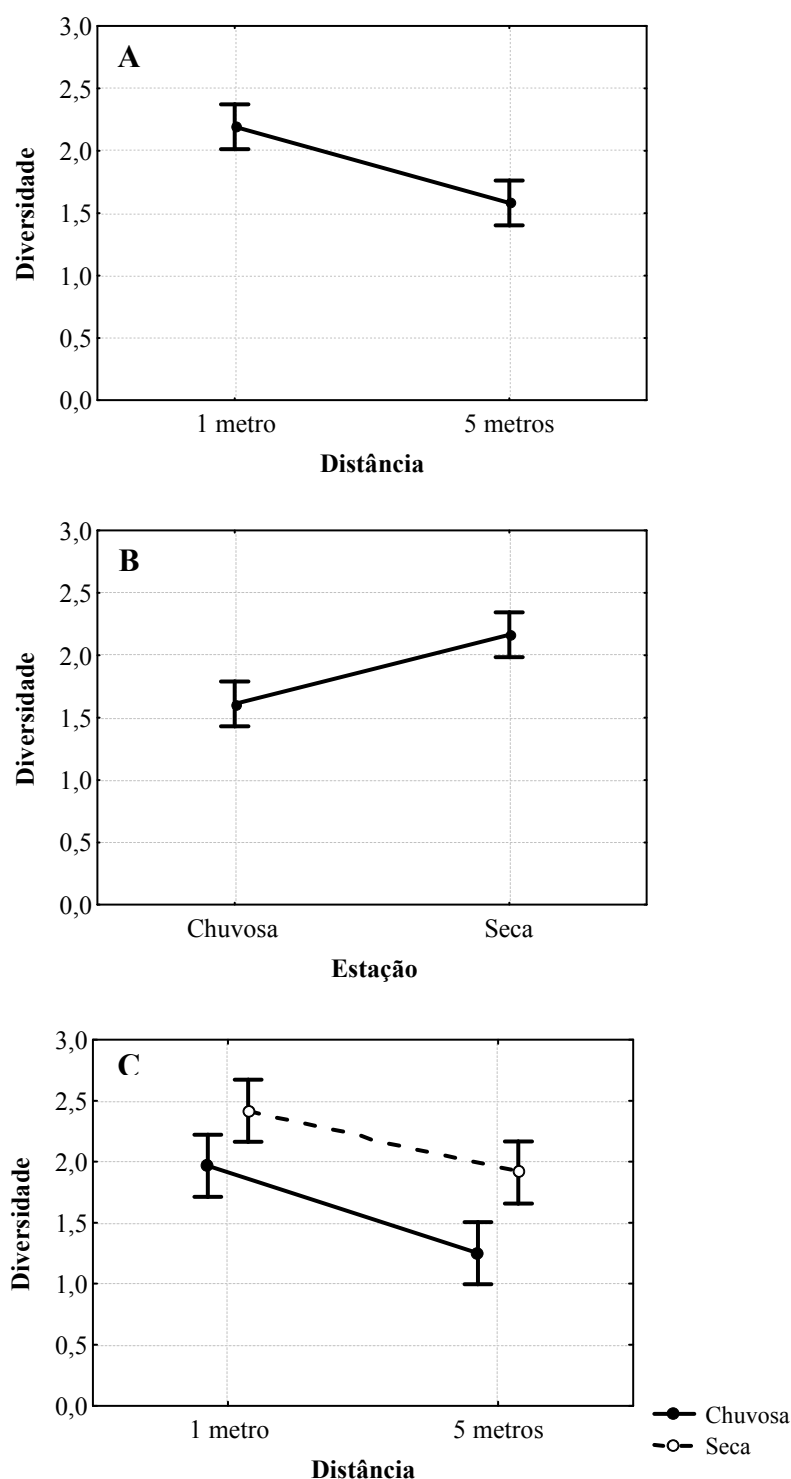


Figura 16. Índice de diversidade de Shannon-Wiener (média $\pm$ desvio padrão) das espécies que germinaram nas amostras de solo coletadas abaixo da copa de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (1 m) e em local aberto (5 m), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE), durante a estação seca e chuvosa. (A) abundância entre os ambientes (distância em relação à planta enfermeira), (B) abundância entre as estações e (C) interação entre os dois fatores.

Tabela 1. Variáveis do solo (média $\pm$ desvio padrão) coletado na estação chuvosa abaixo da copa de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (1 m) e em local aberto (5 m), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE).

Variáveis do Solo	Unidade	Abaixo da copa (1 m)	Local aberto (5 m)	Resultados Estatísticos
Nitrogênio (N)	mg/kg ⁻¹	6,7 $\pm$ 0,3	4,5 $\pm$ 0,2	$t = 16,8321$; gl = 18; p < 0,0001
Fósforo (P)	mg/dm ³	8,2 $\pm$ 0,8	4,0 $\pm$ 0,7	$t = 12,8598$; gl = 18; p < 0,0001
Cálcio (Ca)	cmol _c /dm ³	0,60 $\pm$ 0,03	0,30 $\pm$ 0,03	$t = 23,1455$; gl = 18; p < 0,0001
Magnésio (Mg)	cmol _c /dm ³	0,30 $\pm$ 0,30	0,15 $\pm$ 0,01	$t = 14,7361$; gl = 18; p < 0,0001
Sódio (Na)	cmol _c /dm ³	0,00 $\pm$ 0,00	0,00 $\pm$ 0,00	-
Potássio (K)	cmol _c /dm ³	0,04 $\pm$ 0,01	0,00 $\pm$ 0,00	$t = 15,2298$; gl = 18; p < 0,0001
Alumínio (Al)	cmol _c /dm ³	0,21 $\pm$ 0,04	0,00 $\pm$ 0,00	$t = 17,5706$; gl = 18; p < 0,0001
Hidrogênio (H)	cmol _c /dm ³	3,51 $\pm$ 0,02	1,97 $\pm$ 0,02	$t = 194,1237$; gl = 18; p < 0,0001
Enxofre (S)	cmol _c /dm ³	0,89 $\pm$ 0,07	0,49 $\pm$ 0,07	$t = 12,1218$; gl = 18; p < 0,0001
pH		5,2 $\pm$ 0,1	5,2 $\pm$ 0,2	$t = 0,1491$; gl = 18; p = 0,8832
Calagem	t/ha	1,5 $\pm$ 0,3	2,5 $\pm$ 0,3	$t = -6,7082$; gl = 18; p < 0,0001
Capacidade de troca de cátion (CTC)	cmol _c /dm ³	6,3 $\pm$ 0,8	2,3 $\pm$ 0,2	$t = 14,5930$; gl = 18; p < 0,0001
Saturação por base da CTC a pH 7 (V)	%	19,7 $\pm$ 0,5	19,0 $\pm$ 0,8	$t = 2,3333$; gl = 18; p = 0,3143
Saturação por Al ³⁺ da CTC efetiva (m)	%	18,1 $\pm$ 0,9	0,00 $\pm$ 0,00	$t = 65,3695$; gl = 18; p < 0,0001

Tabela 2. Velocidade média de germinação (meses⁻¹) e tempo médio de germinação (meses) de sementes de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (média ± desvio padrão) colocadas para germinar abaixo da copa da planta-mãe (1 m) e em local aberto (5 m), na superfície do solo e enterradas, no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE).

Tratamentos	Velocidade Média de Germinação (meses ⁻¹)	Tempo Médio de Germinação (meses)
1 metro – superfície	0,0914 ± 0,0153	7,0 ± 1,2
1 metro – enterrada	0,1282 ± 0,0014	7,8 ± 0,1
5 metros – superfície	0,1046 ± 0,0132	8,0 ± 1,0
5 metros – enterrada	0,1248 ± 0,0033	8,1 ± 0,2

Tabela 3. Família, espécie, habito e número de indivíduos (N) presentes no solo coletado sob a copa de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae), na estação seca e chuvosa. Índices de significância (p) de testes de χ^2 para abundância de sementes presentes no solo, resíduos de standardização (R.E) para valores de $p < 0,01$ e frequência de ocorrência (F.O.) das espécies.

FAMÍLIA			Estação							
Espécie	Hábito	Chuvosa				Seca				
		p	R.E.	F.O.	N	p	R.E.	F.O.	N	
AMARANTHACEAE										
<i>Gomphrena</i> sp.	Herbácea	0,1573	-	Rara	2**	0,0016^a	2,2360	Rara	10**	
AMARYLLIDACEAE										
<i>Habranthus sylvaticus</i> Herb.*	Herbácea	-	-	Ausente	0	0,1573	-	Rara	2***	
ASTERACEAE										
<i>Helichrysum indico</i> (L.) Grierson	Herbácea	0,0186	-	Frequente	26**	0,0143	-	Rara	6**	
<i>Vernonia chalybaea</i> Mart. ex DC.	Herbácea	0,0196	-	Rara	9**	0,0001^a	3,0110	Comum	53	
CACTACEAE										
<i>Pilosocereus catingicola</i> subsp. <i>salvadorensis</i> (Werderm.) Zappi	Cacto	0,3173	-	Rara	2**	-	-	Ausente	0	
<i>Pilosocereus tuberculatus</i> (Werderm.) Byles & G.D. Rowley	Cacto	-	-	Ausente	0	0,3173	-	Rara	1**	
COMMELINACEAE										
<i>Tradescantia</i> sp.	Herbácea	-	-	Ausente	0	0,3173	-	Rara	1**	
CYPERACEAE										
<i>Bulbostylis scabra</i> (J. Presl. & C. Presl.) C.B. Clarke	Herbácea	0,3173	-	Comum	16	0,6146	-	Constante	142	
<i>Cyperus meyenianus</i> Kunth	Herbácea	-	-	Ausente	0	0,0455	-	Rara	4**	
LEGUMINOSAE										
<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip var. <i>latifolia</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby	Herbácea	0,3173	-	Rara	1	0,0325	-	Comum	14	

Continua...

Tabela 3. ... continuação.

FAMÍLIA	Espécie	Hábito	Estação							
			Chuvosa				Seca			
			p	R.E.	F.O.	N	p	R.E.	F.O.	N
LEGUMINOSAE (continuação)										
	<i>Trischidium molle</i> (Benth.) H. E. Ireland	Arbusto	0,0027 ^a	2,1213	Comum	9**	0,0001 ^a	4,1833	Constante	35**
	Leguminosae morfotipo 1	Árvore	-	-	Ausente	0	0,1573	-	Rara	2
	Leguminosae morfotipo 2	Árvore	-	-	Ausente	0	0,1573	-	Rara	2
MALVACEAE										
	<i>Pavonia</i> sp.	Herbácea	-	-	Ausente	0	0,0143	-	Rara	6**
MOLLUGINACEAE										
	<i>Mollugo verticillata</i> L.	Herbácea	0,0482	-	Frequente	31	0,0001 ^a	2,7330	Constante	328
PHYTOLACCACEAE										
	<i>Microtea paniculata</i> Miq.	Herbácea	-	-	Ausente	0	1,0000	-	Comum	18
POACEAE										
	<i>Aristida adscensionis</i> L.	Herbácea	0,0174	-	Constante	102	0,0011 ^b	2,3078	Frequente	115
	<i>Eragrostis</i> cf. <i>maypurensis</i> (Kunth) Steud.	Herbácea	0,0455	-	Rara	4**	0,6547	-	Rara	5**
	<i>Paspalum arenarium</i> Schrand.	Herbácea	0,0001 ^a	2,9155	Frequente	68	0,0062	1,9365	Constante	120
	<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E. Hubb.	Herbácea	0,3173	-	Rara	1**	0,0339	-	Rara	8**
PORTULACACEAE										
	<i>Portulaca grandiflora</i> Hook	Herbácea	-	-	Ausente	0	0,0455	-	Rara	4**
RUBIACEAE										
	<i>Diodia radula</i> (Will & Hoffmanns) Cham. & Schltdl.	Herbácea	0,0067	1,9174	Frequente	85	0,0896	-	Frequente	68

Continua...

Tabela 3. ... continuação.

FAMÍLIA	Espécie	Hábito	Estação							
			Chuvosa				Seca			
			p	R.E.	F.O.	N	p	R.E.	F.O.	N
SCROPHULARIACEAE										
	<i>Stemodia durantifolia</i> (L.) Sw.	Herbácea	0,3173	-	Rara	1**	-	-	Ausente	0
	Scrophulariaceae morfotipo 1	Herbácea	-	-	Ausente	0	0,3173	-	Rara	1**
VERBENACEAE										
	<i>Lippia</i> sp.	Herbácea	-	-	Ausente	0	0,0455	-	Comum	16**
MORFOTIPO 1		Herbácea	-	-	Ausente	0	0,3173	-	Rara	1**

* Espécie presente no solo na forma de bulbo.

** Presença exclusiva abaixo da copa da planta enfermeira.

*** Presença exclusiva nos locais abertos.

^a Espécies com abundancia de semente maior sob a copa da planta enfermeira.

^b Espécies com abundância de semente maior nos locais abertos.

Tabela 4. Resultado do ANOVA Dois Fatores (distância e estação) dos dados de abundância (A), riqueza (B) e diversidade de espécies (C) que germinaram nas amostras de solo coletadas abaixo da copa de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) (1 m) e em local aberto (5 m), no Parque Nacional do Catimbau, Buíque (PE), durante a estação seca e chuvosa.

	F	g.l.	p
(A) Abundância			
Distância	5,4728	1	0,0250
Estação	22,7744	1	< 0,0001
Distância*Estação	0,1179	1	0,7333
(B) Riqueza			
Distância	28,0474	1	< 0,0001
Estação	28,0474	1	< 0,0001
Distância*Estação	2,3286	1	0,1358
(C) Diversidade			
Distância	23,7204	1	< 0,0001
Estação	19,6715	1	0,0001
Distância*Estação	0,6881	1	0,4123

CONCLUSÕES

Os arbustos de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) foram considerados plantas enfermeiras por proporcionar condições mais favoráveis para a germinação e estabelecimento das plantas abaixo de suas copas, amenizando as condições abióticas e aumentando a disponibilidade de recurso durante a estação chuvosa (período que ocorre a formação do estrato herbáceo). O favorecimento proporcionado caracterizou-se pela diminuição da temperatura e intensidade luminosa, o aumento da umidade relativa do ar e umidade do solo sob suas copas, além de representar um local com maior quantidade de matéria orgânica e maior concentração de nutrientes que serão absorvidos pelas plantas assistidas.

Esses arbustos não favoreceram a germinação das suas próprias sementes (produzidas pela planta-mãe e dispersadas sob suas copas). A espécie possui sementes e plântulas capazes de germinar e estabelecer, independente da ação de plantas enfermeiras. Após o desenvolvimento de suas copas, proporciona um local favorável para a germinação e o estabelecimento de outras espécies que irão formar a comunidade herbácea no ambiente estudado.

Sendo assim, a formação do banco de sementes no Parque Nacional do Catimbau é influenciada pela presença da planta enfermeira e também pela sazonalidade do ambiente. Essas características corroboram a hipótese da variabilidade espacial e temporal dos bancos de sementes de ambientes semi-áridos.

Por fim, as espécies que compõem a comunidade de plantas anuais nesse ambiente respondem de maneira diferenciada à ocorrência da planta enfermeira. Em alguns casos, as alterações nas condições ambientais proporcionadas pela presença do arbusto beneficiam o desenvolvimento de determinadas espécies, influenciando a abundância dos indivíduos e das sementes produzidas pelos parentais que ocorrem sob a suas copas.

RESUMO

A interação entre os arbustos de *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) e a comunidade de plantas em ambiente semi-árido foi avaliada para responder as seguintes questões: (1) Os fatores abióticos diferem sob a copa dos arbustos quando comparado com os locais abertos? (2) A disponibilidade de recurso é maior sob a copa dos arbustos do que nos locais abertos? (3) Os arbustos de *T. molle* promovem a facilitação intra-específica em ambientes semi-áridos? (4) Os efeitos maternais das enfermeiras aumentam a sobrevivência das plântulas? (5) O banco de sementes do solo é influenciado pela presença do arbusto e pela sazonalidade do ambiente? O estudo foi desenvolvido no Parque Nacional do Catimbau, Nordeste do Brasil, uma área considerada prioritária para a conservação. Os arbustos de *T. molle* foram considerados plantas enfermeiras por proporcionar condições mais favoráveis para a germinação e estabelecimento da comunidade abaixo de suas copas, amenizando condições extremas. A disponibilidade de recurso e todos os fatores abióticos avaliados foram significativamente diferentes entre os dois ambientes testados. Entretanto, os arbustos não favoreceram a germinação das suas próprias sementes. Esta espécie possui a capacidade de germinar em locais abertos e após o desenvolvimento de suas copas, proporcionam um local favorável para a germinação de outras espécies. Com isso, a formação do banco de sementes é influenciada pela presença da planta enfermeira e pela sazonalidade do ambiente, corroborando a hipótese da variabilidade espacial e temporal dos bancos de sementes de ambientes semi-áridos.

Palavras-Chaves: fatores abióticos; disponibilidade de recurso; cuidado parental das plantas; sobrevivência das plântulas; banco de semente do solo.

ABSTRACT

The interaction between *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae) shrubs and a plant community in a semiarid environment was evaluated to answer the following questions: (1) Do abiotic factors differ under the canopy of shrubs when compared to the open field? (2) Is the resource availability higher under the canopy of shrubs than in the open field? (3) Do *T. molle* shrubs promote intraspecific facilitation in semiarid environments? (4) Do maternal nurse effects increase the seedling survival? (5) Is the soil seeds bank influenced by the presence of shrubs and environmental seasonality? This study was conducted in the National Park of Catimbau, Brazilian Northeast, which is a priority conservation area. The shrubs of *T. molle* were considered nurse plants due the promoting of more favorable conditions to germination and establishment of the community under their canopies, softening extreme conditions. The resource availability and all the abiotic factors assessed were significantly different under the canopies and open fields. However, the shrubs did not favor the germination of their own seeds. This species can germinate at open fields and after the development of its canopies it promotes a favorable site for other species' germination. Therefore, the soil seeds bank is influenced by the presence of the nurse plant and environmental seasonality corroborating the hypothesis on the spatio-temporal variability of soil seeds banks in semiarid environments.

Keywords: abiotic factors; resource availability; plant parental care; seedling survival; soil seed bank.

Meiado, M.V. (2008). A planta facilitadora *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae)...

APÊNDICE

Apêndice 1. Número de registro das exsicatas de espécies presentes nas amostras de solo coletadas no Parque Nacional do Catumbau, Buíque (PE), que foram depositadas no Herbário UFP – Geraldo Mariz.

Espécie	Família	Determinador	Estação	
			Seca	Chuvosa
<i>Aristida adscensionis</i> L.	Poaceae	J.R. Maciel	45.918	50.916
<i>Bulbostylis scabra</i> (J. Presl. & C. Presl.) C. B. Clarke	Cyperaceae	S. Martins	45.226	45.220
<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip var. <i>latifolia</i> (Benth.) H. S. Irwin & Barneby	Leguminosae	E. Córdula	45.915	45.914
<i>Cyperus meyenianus</i> Kunth	Cyperaceae	S. Martins	45.916	-
<i>Diodia radula</i> (Will & Hoffmanns) Cham. & Schltdl.	Rubiaceae	M.F.A. Lucena	45.912	45.223
<i>Eragrostis</i> cf. <i>maypurensis</i> (Kunth) Steud.	Poaceae	J.R. Maciel	-	45.222
<i>Habranthus sylvaticus</i> Herb.	Amaryllidaceae	A.G. Alves-Araújo	50.915	-
<i>Helichrysum indico</i> (L.) Grierson	Asteraceae	R.C.A. Pereira	45.215	45.214
<i>Microtea paniculata</i> Miq.	Phytolaccaceae	P. Gomes	45.913	-
<i>Mollugo verticillata</i> L.	Molluginaceae	A.G. Alves-Araújo	45.225	45.219
<i>Paspalum arenarium</i> Schrand.	Poaceae	J.R. Maciel	45.227	45.221
<i>Portulaca grandiflora</i> Hook	Portulacaceae	P. Gomes	50.914	-
<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C. E. Hubb.	Poaceae	J.R. Maciel	45.917	-
<i>Stemodia durantifolia</i> (L.) Sw.	Scrophulariaceae	P. Gomes	-	45.224
<i>Vernonia chalybaea</i> Mart. ex DC.	Asteraceae	P. Gomes	-	50.917

Meiado, M.V. (2008). A planta facilitadora *Trischidium molle* (Benth.) H. E. Ireland (Leguminosae)...

ANEXO



ELSEVIER

JOURNAL OF ARID ENVIRONMENTS

Guide for Authors

The *Journal of Arid Environments* will publish papers in the areas described in its aims and scopes containing the results of original work and review articles within the general field described by its title. It will be wide in scope, and will include physiological, ecological, anthropological, geological and geographical studies related to arid (including all dryland types) environments. Contributions should have different results and not be numbered serially. Reviews of relevant books will also be printed.

1. SUBMISSION OF MANUSCRIPTS

General

Submission for all types of manuscripts to Journal of Arid Environments proceeds totally online.

Via the Elsevier Editorial System Website for this journal at <http://ees.elsevier.com/yjare>, you will be guided stepwise through the creation and uploading of the various files. When submitting a manuscript to Elsevier Editorial System, authors need to provide an electronic version of their manuscript. For this purpose only original source files are allowed, so no PDF files. Authors should select a category designation for their manuscripts (article, priority communication, research note, etc.). Authors may send queries concerning the submission process, manuscript status, or journal procedures to the Editorial Office at jae@elsevier.com. Once the uploading is done, the system automatically generates an electronic (PDF) proof, which is then used for reviewing. All correspondence, including the editor's decision and request for revisions, will be by e-mail.

If online submission is not possible, manuscripts may be submitted by sending the source files on disk together with a matching hard copy (both text and figures and tables) by registered mail to the editorial office *Please note that this is not the preferred way of submission and could cause a considerable delay in publication of the article.*

Journal of Arid Environments

UK Editorial-Production

1 West

Elsevier

The Boulevard, Lanford Lane,

Kidlington, OX5 1GB, UK

Email: jae@elsevier.com

Tel: +44 1865 843530

Fax: +44 1865 843915

Each paper will be independently peer-reviewed by international specialists. Please submit, with the manuscript, the names and addresses of five potential referees. It is required that potential referees not be from the same institution as the authors.

Revised manuscripts should be returned including revision notes. The revision notes should address the issues raised in the referee report and clearly state per page (indicate paragraph and line) which changes have been made. Additional materials may be requested at the discretion of the editor. Conservation research ethics [bold, like the "illustrations"]. Where appropriate, authors should state that their research protocols have been approved by an authorized animal care or ethics committee. Manuscripts may be rejected if they involve protocols which are inconsistent with commonly accepted norms of conservation research ethics.

Conservation research ethics.

Where appropriate, authors should state that their research protocols have been approved by an authorized animal care or ethics committee. Manuscripts may be rejected if they involve protocols which are inconsistent with commonly accepted norms of conservation research ethics.

Illustrations:

Please be informed that: 1. Colour illustrations *in print* will be charged on the author. Illustration costs are EURO 350 for every first page. All subsequent pages cost EURO 175. You may include more than one figure per page. 2. Colour illustrations *on the web* (ScienceDirect) are free of charge.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting colour figures to 'grey scale' (for the printed version should you not opt for colour in print) please submit in addition usable black and white prints corresponding to all the colour illustrations.

Please see detailed information on illustrations further below in the guide for authors.

Copyright

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the Publisher.

Upon acceptance of an article, authors will be asked to transfer copyright (for more information on copyright see <http://www.elsevier.com/copyright>). This transfer will ensure the widest possible dissemination of information. A letter will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript. A form facilitating transfer of copyright will be provided.

If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has pre-printed forms for use by authors in these cases: contact ES Global Rights Department, P.O. Box 800, Oxford, OX5 1DX, UK; phone: (+44) 1865 843830, fax: (+44) 1865 853333, e-mail: permissions@elsevier.com

2. PREPARATION OF TEXT

Presentation of manuscript

•General

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Italics are not to be used for expressions of Latin origin, for example, *in vivo*, *et al.*, *per se*. Use decimal points (not commas); use a space for thousands (10 000 and above).

Authors in Japan kindly note: Upon request Elsevier Japan will provide a list of people who can check and improve the English of an article (before submission). Please contact our Tokyo office: Elsevier Japan K.K., 1-9-15 Higashi Azabu, Minato-ku, Tokyo 106-0044, Japan; tel.: +81-3-5561-5032; fax: +81-3-5561-5045; e-mail: jp.info@elsevier.com

Manuscripts must be in double-spaced form with wide margins. A font size of 12 or 10 pt is required. Avoid full justification, i.e., do not use a constant right-hand margin.) Ensure that each new paragraph is clearly indicated. Present tables and figure legends on separate pages at the end of the manuscript. If possible, consult a recent issue of the journal to become familiar with layout and conventions. Number all pages and lines consecutively.

• *Provide the following data on the title page (in the order given):*

1. Title.

Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.

2. Author names and affiliations.

Please give full name details for all authors. Please include initials by which you wish to be cited (e.g. T.H. Smith). Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name, and, if available, the e-mail address of each author.

3. Corresponding author.

Clearly indicate who is willing to handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address.**

4. Present/permanent address.

If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

5. Abstract.

A concise and factual abstract is required, (maximum length of 200 words). The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separate from the article, so it must be able to stand alone. References should therefore be avoided, but if essential, they must be cited in full, without reference to the reference list. Non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

6. Keywords.

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes. Keywords should be chosen to expand the probability of a hit in a search programme provided by the title.

7. Introduction.

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results. While descriptive papers will be considered for publication, the addition of a testable hypothesis is highly recommended.

8. Materials and methods.

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

9. Results.

This should highlight the key results (and not repeat material already in figures or tables).

10. Discussion and Conclusions.

Please relate your findings to past and current published work, indicating the significance of your contribution, with its limitations, advantages and possible applications.

11. Acknowledgements

Place acknowledgements, including information on grants received, before the references, in a separate section, and not as a footnote on the title page.

12. Appendices.

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: (Eq. A.1), (Eq. A.2), etc.; in a subsequent appendix, (Eq. B.1) and so forth.

13. References.

See *separate section*, below.

14. Figure legends, tables, figures, schemes.

Present these, in this order, at the end of the article. They are described in more detail below. High-resolution graphics files must always be provided separate from the main text file (*see Preparation of illustrations*).

•**Further information on:**

a. Text graphics.

Present incidental graphics not suitable for mention as figures, plates or schemes at the end of the article and number them 'Graphic 1', etc. Their precise position in the text can then be defined similarly (both on the manuscript and in the file). See further under the section, *Preparation of illustrations*. Ensure that high-resolution graphics files are provided, even if the graphic appears as part of your normal wordprocessed text file.

b. Plant names.

Check the International Plant Names Index: <http://www.ipni.org/index.html>
Plant names are to be presented in italics. After the first mention, the name may be abbreviated (e.g. *G. chiloensis*)

c. Data Analysis.

The number of replicates and a measure of variability (e.g. standard deviation, coefficient of variation or standard error) must be included when summary statistics such as means are presented. Inclusions of an ANOVA table should be avoided and is only advisable when it shows critical aspects of the experiment.

d. Mathematical formulae.

Present simple formulae in the line of normal text where possible. In principle, variables are to be presented in italics. Use the solidus (/) instead of a horizontal line, e.g.,

X/Y rather than

$\frac{X}{Y}$

Powers of e are often more conveniently denoted by exp.

Number consecutively any equations that have to be displayed separate from the text (if referred to explicitly in the text).

e. Footnotes.

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article, using superscript Arabic numbers. Many wordprocessors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves on a separate sheet at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Table footnotes. Indicate each footnote in a table with a superscript lowercase letter.

f. Tables.

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

g. Nomenclature and units.

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other quantities are mentioned, give their equivalent in SI.

h. Preparation of supplementary data.

Elsevier now accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, movies, animation sequences, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please ensure that data is provided in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit: <http://www.elsevier.com/authors>.

Files can be stored on diskette, ZIP-disk or CD (either MS-DOS or Macintosh).

3. REFERENCES

Responsibility for the accuracy of bibliographic citations lies entirely with the authors.

Citations in the text:

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications should not be in the reference list, but may be mentioned in the text. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Citing and listing of web references:

As a minimum, the full URL should be given. Any further information, if known (author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Text:

All citations in the text should refer to:

1. Single author: the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
 2. Two authors: both authors' names and the year of publication;
 3. Three or more authors: first author's name followed by 'et al.' and the year of publication.
- Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first chronologically, then alphabetically.

Examples: "as demonstrated (Zulu et al., 1956; Smith and Li, 2002; Li and Smith, 2006). Kramer et al. (2000) have recently shown"

List:

References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters "a", "b", "c", etc., placed after the year of publication. Journal names should not be abbreviated.

Examples:

•Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2000. The art of writing a scientific article. *Journal of Scientific Communications* 163, 51-59.

•Reference to a book:

Strunk Jr., W., White, E.B., 1979. *The Elements of Style*, third ed. Macmillan, New York.

•Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G.R., Adams, L.B., 1999. How to prepare an electronic version of your article, in: Jones, B.S., Smith, R.Z. (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*. E-Publishing Inc., New York, pp. 281-304.

4. PREPARATION OF ILLUSTRATIONS

•*Electronic illustrations*

Please submit your artwork electronically.

General points

- Always supply high-quality printouts of your artwork, in case conversion of the electronic artwork is problematic.
- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as "graphics" or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Helvetica, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files, and supply a separate listing of the files and the software used.
- Provide all illustrations as separate files and as hardcopy printouts on separate sheets.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:
<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please "save as" or convert the images to one of the following formats (Note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below.):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as "graphics".

TIFF: Colour or greyscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (colour or greyscale): a minimum of 500 dpi is required.

DOC, XLS or PPT: If your electronic artwork is created in any of these Microsoft Office applications please supply "as is".

Please do not:

- Supply embedded graphics in your wordprocessor (spreadsheet, presentation) document;
- Supply files that are optimised for screen use (like GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

•***Non-electronic illustrations***

If online submission is not possible, illustrations may be submitted by registered mail to the editorial office (*Please note that this is not the preferred way of submission and could cause a considerable delay in publication of the article.*)

Provide all illustrations as high-quality printouts, suitable for reproduction (which may include reduction) without retouching. Number illustrations consecutively in the order in which they are referred to in the text. They should accompany the manuscript, but should not be included within the text. Clearly mark all illustrations on the back (or - in case of line drawings - on the lower front side) with the figure number and the author's name and, in cases of ambiguity, the correct orientation.

Mark the appropriate position of a figure in the article

Captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions on a separate sheet, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (*not* on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Line drawings

Supply high-quality printouts on white paper produced with black ink. The lettering and symbols, as well as other details, should have proportionate dimensions, so as not to become illegible or unclear after possible reduction; in general, the figures should be designed for a reduction factor of two to three. The degree of reduction will be determined by the Publisher. Illustrations will not be enlarged. Consider the page format of the journal when designing the illustrations.

Photocopies are not suitable for reproduction. Do not use any type of shading on computer-generated illustrations.

Photographs (halftones)

Please supply original photographs for reproduction, printed on glossy paper, very sharp and with good contrast. Remove non-essential areas of a photograph. Do not mount photographs unless they form part of a composite figure. Where necessary, insert a scale bar in the illustration (not below it), as opposed to giving a magnification factor in the legend. Note that photocopies of photographs are not acceptable.

Colour illustrations

Submit colour illustrations as original photographs, high-quality computer prints or transparencies, close to the size expected in publication, or as 35 mm slides. Polaroid colour prints are not suitable. If, together with your accepted article, you submit usable colour figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in colour on the web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in colour in the printed version. For colour reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://authors.elsevier.com/artwork>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting colour figures to 'grey scale' (for the printed version should you not opt for colour in print) please submit in addition usable black and white prints corresponding to all the colour illustrations.

Supplementary material published in the online version of papers.

Supplementary material such as additional pictures, computer programs, computer simulations, etc, can be added to a regular paper, and will be published in the online version only.

5. SHORT COMMUNICATIONS

These are concise, but complete descriptions of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Examples include descriptive research on seed-germination conditions, plant responses to salinity, animal feeding habits, etc.

Short communications should not exceed 2400 words (six printed pages), excluding references and legends. Submissions should include a short abstract not exceeding 10% of the length of the communication and which summarizes briefly the main findings of the work to be reported. The bulk of the text should be in a continuous form that does not require numbered sections such as Introduction, Materials and methods, Results and Discussion. However, a Cover page, Abstract and a list of Keywords are required at the beginning of the communication and Acknowledgements and References at the end. These components are to be prepared in the same format as used for full-length research papers. Occasionally authors may use sub-titles of their own choice to highlight sections of the text. The overall number of tables and figures should be limited to a maximum of three (i.e. two figures and one table).

6. THINK NOTES

Short, one page notes describing new developments, new ideas, comments on a controversial subject, or comments on recent conferences will also be considered for publication. These notes should be sent directly by e-mail to the Editorial Office (jae@elsevier.com).

7. PROOFS

When your manuscript is received by the Publisher it is considered to be in its final form. Proofs are not to be regarded as 'drafts'.

One set of page proofs in PDF format will be sent by e-mail to the corresponding author, to be checked for typesetting/editing. No changes in, or additions to, the accepted (and subsequently edited) manuscript will be allowed at this stage. Proofreading is solely your responsibility.

A form with queries from the copyeditor may accompany your proofs. Please answer all queries and make any corrections or additions required.

The Publisher reserves the right to proceed with publication if corrections are not communicated. Return corrections within 2 days of receipt of the proofs. Should there be no corrections, please confirm this.

Elsevier will do everything possible to get your article corrected and published as quickly and accurately as possible. In order to do this we need your help. When you receive the (PDF) proof of your article for correction, it is important to ensure that all of your corrections are sent back to us in one communication. Subsequent corrections will not be possible, so please ensure your first sending is complete. Note that this does not mean you have any less time to make your corrections, just that only one set of corrections will be accepted.

8. OFFPRINTS

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail or, alternatively, 25 free paper offprints. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

For any further information please contact the Author Support Department at authorsupport@elsevier.com