

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA VEGETAL**

**CLÓVIS EDUARDO DE SOUZA NASCIMENTO**

**COMPORTAMENTO INVASOR DA ALGAROBEIRA *Prosopis juliflora***  
**(Sw) DC. NAS PLANÍCIES ALUVIAIS DA CAATINGA**

**RECIFE - PE**  
**FEVEREIRO, 2008**

**CLÓVIS EDUARDO DE SOUZA NASCIMENTO**

**COMPORTAMENTO INVASOR DA ALGAROBEIRA *Prosopis juliflora*  
(Sw) DC. NAS PLANÍCIES ALUVIAIS DA CAATINGA**

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

**Orientador:**

Dr. Marcelo Tabarelli

**Co-Orientadores:**

Dra. Inara Roberta Leal

Dr. Carlos Alberto Domingues da Silva

Dr. Paulo César Fernandes Lima

**RECIFE - PE**

**FEVEREIRO, 2008**

Nascimento, Clóvis Eduardo de Souza.

Comportamento invasor da algarobeira *Prosopis juliflora* (Sw) DC. nas planícies aluviais da caatinga / Clóvis Eduardo de Souza Nascimento. – Recife: O Autor, 2008.

**115 folhas. fig., tab.**

Tese (Doutorado)– Universidade Federal de Pernambuco. CCB.  
Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal

**Inclui bibliografia e anexos.**

1. Algarobeira. 2. Invasão biológica. 3. Mata ciliar. 4. Germinação. I. Título.

**582.737**

**CDU (2.ed.)**

**UFPE**

**582**

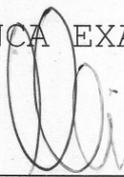
**CDD (22.ed.)**

**CCB – 2008-71**

CLÓVIS EDUARDO DE SOUZA NASCIMENTO

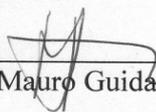
“COMPORTAMENTO INVASOR DA  
ALGAROBEIRA (*Prosopis juliflora* (Sw) DC. NAS  
PLANÍCIES ALUVIAIS DA CAATINGA”

BANCA EXAMINADORA:



---

Dr. Marcelo Tabarelli (Orientador)-UFPE



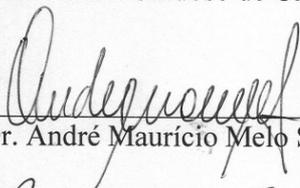
---

Dr. Mauro Guida dos Santos – UFPE.



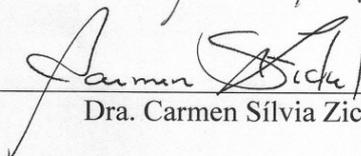
---

Dra. Cibele Cardoso de Castro - UFRPE



---

Dr. André Maurício Melo Santos - UFPE



---

Dra. Carmen Sílvia Zickel - UFRPE

Recife-PE.  
2008

**OFERECO**

Ao meu filho: Caio P. Nascimento, como fonte de inspiração dos meus estudos;  
Aos meus pais: Gabriel P. do Nascimento e Helena de S. Nascimento, pelas vibrações positivas.

**DEDICO**

Carlos Alberto (cunhado), pelas valiosas discussões e orientações;  
Carmen Maria (irmã), Carlos Eduardo e Carlos Henrique (sobrinhos);  
E a todos que me ajudaram nessa conquista.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo conforto e sabedoria dada ao meu espírito nas dificuldades que enfrentei.

Ao professor Marcelo Tabarelli, pela orientação e aos bons ensinamentos transferidos.

Aos co-orientadores profa. Inara-UFPE, Dr. Carlos Alberto-Embrapa Algodão e Dr. Paulo César-Embrapa Semi-Árido, pelas valiosas contribuições na revisão deste manuscrito.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) - Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE, pelo apoio na condução dos estudos.

A Universidade do Estado da Bahia (UNEB) - Departamento de Ciências Humanas (DCH), Campus III, Juazeiro-BA, pelo suporte financeiro.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, pela oportunidade para obtenção deste título.

A profa. Dilosa, UFPE, pela sua boa receptividade e disponibilidade para a orientação.

A Companhia de Desenvolvimento do Vale São Francisco (CODEVASF), Petrolina-PE, especialmente ao topógrafo Sr. Roberto Pinheiro, pelo serviço de topografia e aos Srs. Roberto César e Flávio Roberto pela elaboração do perfil topográfico da área de estudo.

Aos pesquisadores da Embrapa Semi-Árido Davi, Bassoi, Lúcia e Moacir, pelas valiosas sugestões técnicas.

As botânicas Ana Luiza e Rita do IPA, Recife, pela identificação de plantas.

Aos funcionários do Setor Florestal da Embrapa Semi-Árido, Geraldo, Assis, João e Elenício, pelos valiosos esforços na instalação de experimentos e coleta de dados.

A Clétis, Tatiana e Davi da Embrapa Semi-Árido, pela elaboração de figuras.

## ÍNDICE

	Página
AGRADECIMENTOS .....	05
APRESENTAÇÃO .....	08
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20
 CAPÍTULO 1	 31
<b>Impacto de <i>Prosopis juliflora</i> (Sw) DC. (Leguminosae: Mimosoidae) sobre a riqueza e a diversidade de espécies lenhosas em diferentes ambientes geomorfológicos da caatinga</b>	
Resumo .....	31
Abstract .....	32
Introdução .....	33
Material e Métodos .....	34
Resultados .....	36
Discussão .....	38
Agradecimentos .....	41
Referências bibliográficas .....	41
Tabelas .....	48
Figuras .....	54
 CAPÍTULO 2	 57
<b>Efeito do ambiente geomorfológico e da semeadura na germinação de <i>Prosopis juliflora</i> (Sw) D.C. (Leguminosae: Mimosoidae)</b>	
Resumo .....	57
Abstract .....	58
Introdução .....	58
Material e Métodos .....	59
Resultados .....	61
Discussão .....	62
Agradecimentos .....	63
Referências bibliográficas .....	63
Tabelas .....	69
Figuras .....	70
 CAPÍTULO 3	 72
<b>Tabela de esperança de vida de <i>Prosopis juliflora</i> (Sw) D.C. (Leguminosae: Mimosoidae) em diferentes tipos de semeadura e ambientes geomorfológicos da caatinga</b>	
Resumo .....	72
Abstract .....	73

Introdução .....	74
Material e Métodos .....	75
Resultados .....	77
Discussão .....	79
Agradecimentos .....	81
Referências bibliográficas .....	81
Tabelas .....	86
Figuras .....	92
 CAPÍTULO 4	 97
 <b>Competição de <i>Prosopis juliflora</i> (Sw) DC. (Leguminosae: Mimosoidae) com plantas lenhosas da caatinga</b>	
 Resumo .....	 97
Abstract .....	98
Introdução .....	98
Material e Métodos .....	100
Resultados .....	101
Discussão .....	102
Agradecimentos .....	103
Referências bibliográficas .....	104
Tabelas .....	108
Figuras .....	109
 CONCLUSÕES .....	 113
ESTRATÉGIAS PARA O MANEJO DE <i>Prosopis juliflora</i>	114
RESUMO .....	114
ABSTRACT .....	115

## APRESENTAÇÃO

A invasão biológica é caracterizada quando um organismo ocupa um espaço fora de sua área de dispersão geográfica (Williamson, 1996), com adaptação da espécie (Mack *et al.*, 2000) e alterando o ecossistema (Randall, 1996). As invasões biológicas têm atraído a atenção da comunidade científica por causa dos seus impactos ecológicos e econômicos (Pauchard *et al.*, 2004). Plantas ornamentais e cultivadas exóticas têm tornado-se invasoras em muitos ecossistemas (Vitousek *et al.*, 1997). Algumas dessas espécies apresentam distribuições restritas e baixa taxa de estabelecimento em seus habitats nativos, mas mostram crescimento populacional explosivo uma vez que chegam a novos sítios (Lockwood *et al.*, 2001). Várias teorias têm sido propostas para explicar o sucesso das espécies invasoras em seus novos ambientes (Rejmánek *et al.*, 2005), incluindo as características biológicas do invasor e dos ambientes (Foxcroft *et al.*, 2004).

A caatinga, ocupando uma área de 800.000 km<sup>2</sup>, possui vegetação heterogênea, com fisionomia e florística diferentes e varia de aspecto em uma mesma região e em estações diferentes, é rica em endemismos, com 932 espécies de plantas vasculares e 318 espécies lenhosas endêmicas (Giulietti *et al.*, 2004). Sua conservação é importante para a biodiversidade brasileira (Araújo e Martins, 1999; Albuquerque e Andrade, 2002; Leal *et al.*, 2003), porém, é um dos ambientes menos estudados no Brasil, possuindo menos de 2% da área protegida como unidades de conservação integral (Tabarelli *et al.*, 2000) e com aproximadamente 41% e 80% da área, respectivamente, não amostrada e sub-amostrada (Tabarelli e Vicente, 2004).

A caatinga tem sido explorada de forma não sustentável pelo homem, através do corte de madeira para lenha, a caça de animais e a contínua remoção da vegetação para a criação de bovinos e caprinos, levando ao seu empobrecimento (Leal *et al.*, 2005). O complexo vegetal da caatinga apresenta vários tipos florísticos e fisionômicos, incluindo até mesmo caatinga de floresta ciliar “fringe caatinga forest”, de acordo com Andrade-Lima (1981). A vegetação ciliar dos afluentes do rio São Francisco, que corta os sertões secos nordestinos, está quase eliminada (Kuhlmann, 1951; Rabelo *et al.*, 1990; Ab’Sáber, 1990) devido à exploração extrativista das terras ‘baixas’ para a implantação de sistemas agropastoris instáveis, sendo as terras de fundo dos vales mais propensas para fins agrícolas as mais atingidas (Van Den Berg e Oliveira Filho, 2000). Essa intensa antropização ao longo dos anos têm resultado na perda e fragmentação dessa floresta (Rodrigues e Nave, 2000), de forma semelhante ao observado com a vegetação ciliar do próprio rio São Francisco.

Nesse cenário de degradação da biodiversidade da caatinga, surge a algarobeira, *Prosopis juliflora* (Sw) DC. (Leguminosae: Mimosoidae), espécie exótica, originária do norte da América do Sul, América Central e Caribe (Pasiiecznik *et al.*, 2004), conhecida também como alfarroba/algarrobo em espanhol, mesquite em inglês e mesquitobaum em alemão (Gomes, 1973). Essa espécie vegetal foi introduzida no Brasil em 1942, em Serra Talhada-PE, a partir de sementes procedentes de Piura, Peru (Azevedo, 1961; Gomes, 1961) para fins de suplementação alimentar do gado (Nobre, 1982). A dispersão de *P. juliflora* na caatinga ocorreu no ano de 1951, a partir de sementes de quatro plantas (Azevedo, 1982b), distribuídas para técnicos, produtores e prefeitos da região semi-árida do nordeste brasileiro, para fomento da produção animal (Azevedo, 1961). Além da importância na alimentação animal, os frutos de *P. juliflora* se prestam para vários fins na alimentação humana, a partir da confecção de farinha, bolos, biscoitos, café, geléia, licor, cachaça, vinagre (Azevedo, 1982a; Mendes, 1987). Participa também com produtos madeireiros (mourões, estacas para cercas), e como energéticos na forma de lenha e carvão, os quais são muito utilizados nas propriedades rurais e, mais recentemente, nos setores que trabalham com fonte energética vegetal (padarias, pizzarias, churrascarias) do semi-árido brasileiro.

A maioria das plantas do gênero *Prosopis* pode sobreviver em áreas com baixa precipitação e períodos prolongados de seca, o que facilita seu estabelecimento em locais inóspitos (Pasiiecznik *et al.*, 2001). *Prosopis juliflora* é considerada uma espécie extremamente agressiva, sendo sugerida sua introdução somente em locais de intensa aridez, para evitar danos à natureza (National Academy of Science, 1980). Essa planta tem invadido extensas áreas de “baixios” da caatinga nos Estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Bahia e Piauí (Reis, 1985), formando densos povoamentos. Isto mostra que *P. juliflora* está adaptada e estabilizada nessa região (Lima *et al.*, 2002), o que pode comprometer a sobrevivência de espécies nativas.

Lins e Silva (1997), pioneira no estudo de invasão da *P. juliflora* no nordeste brasileiro, investigou o aspecto do avanço das populações, descrevendo esta espécie como invasora de áreas da caatinga e evidenciando o processo de “facilitação”, sendo especialmente as perturbações e a proximidade de água, como responsáveis por seu sucesso invasivo. Pegado *et al.* (2006) estudando os impactos causados pela invasão de *P. juliflora* sobre a composição e o estrato arbustivo-arbóreo da caatinga, concluíram que esta espécie empobreceu tanto a caatinga arbórea de várzea quanto a caatinga arbóreo-arbustiva de encosta. No entanto, ainda não se conhece o comportamento invasor de *P. juliflora* em áreas de planícies aluviais, bem como as conseqüências dessa invasão para a comunidade de espécies nativas dessas áreas.

Isto é importante e pode oferecer subsídios para o manejo dessa planta nesses ambientes mais úmidos.

Estudos descrevendo o comportamento invasor de *P. juliflora* na região semi-árida do Brasil têm sido conduzidos por Lins e Silva (1997), Oliveira (2006), Pegado *et al.* (2006) e Vilar (2006), baseados em levantamentos florísticos e fitossociológicos, agentes facilitadores de dispersão e na regeneração de *P. juliflora*. No entanto, a maioria desses estudos não explica por que *P. juliflora* é capaz de se estabelecer e se desenvolver nos ambientes de “baixios”.

Por esta razão, objetivou-se estudar por que *P. juliflora* é capaz de invadir as planícies aluviais da caatinga. Foram conduzidos quatro experimentos, como segue:

1. Impacto de *P. juliflora* sobre a riqueza e a diversidade de espécies lenhosas em três ambientes geomorfológicos da caatinga;
2. Efeito do ambiente geomorfológico e do tipo de sementeira na germinação de *P. juliflora*;
3. Tabela de esperança de vida de *P. juliflora* em diferentes tipos de sementeira e ambientes geomorfológicos da caatinga;
4. Competição de *P. juliflora* com plantas lenhosas da caatinga.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 1. Invasão biológica

A invasão é caracterizada pela ocupação e estabelecimento de uma espécie vegetal exótica em uma determinada área, com posterior expansão para habitats circunvizinhos, podendo ocasionar perdas econômicas ou biológicas, com a extinção de biota nativa, e afetar a estrutura da comunidade ou a função do ecossistema invadido (Williamson e Fitter, 1996). As invasões biológicas podem causar impactos em diversos níveis, incluindo efeitos sobre indivíduos (morfologia, comportamento, mortalidade, crescimento), efeitos genéticos (alteração de padrões de fluxo gênico, hibridização), efeitos sobre a dinâmica de populações (abundância, crescimento populacional, extinção), de comunidades (riqueza, diversidade, estrutura trófica) e de processos do ecossistema (disponibilidade de nutrientes, produtividade e regime de perturbações) (Parker *et al.*, 1999).

Efeitos negativos e positivos resultantes de invasões de árvores exóticas foram, também, apontados por Haysom e Murphy (2003). Como efeitos negativos estão as invasões sucessionais naturais do gênero *Prosopis*, especialmente *P. glandulosa* e *P. velutina*, que invadem as pastagens herbáceas, formando densos povoamentos e reduzindo grande quantidade de alimento utilizável, bem como os efeitos dos impactos de hibridização de espécies e os impactos econômicos, sociais e ambientais. Como positivos, estão o cultivo e a invasão de *Prosopis juliflora*, na maior parte da Índia, em solos degradados, junto à borda de estradas e em pastagens, fornecendo vital suprimento de madeira e forragem.

A naturalização consiste no processo de introdução da espécie, seguida pela facilitação por algum fator que favorece o estabelecimento da espécie, tais como agentes de dispersão ou perturbação do ambiente, onde as interações com os animais e outras plantas podem conduzir ao processo final de estabilização (Cronk e Fuller, 1995). Para Pimm (1989), comunidades que possuem um alto número de espécies são mais resistentes a novas espécies porque é muito provável que ocorra uma forte competição.

### 2. Caracterização geral do bioma caatinga

Compreendendo uma área de 1.640.000 Km<sup>2</sup>, a região nordeste do Brasil apresenta uma cobertura vegetal diversificada, onde a caatinga participa com 800.000 Km<sup>2</sup> (Ab'Sáber, 1974), se constituindo na maior formação vegetal dessa região, que é composta

predominantemente por plantas de porte arbustivo e caducifólia tolerante ao déficit hídrico (Hueck, 1972; Andrade-Lima, 1981).

A etimologia da palavra caatinga tem origem indígena (caa - mata; tinga - branca, clara, aberta), significando “mata branca” ou “mata aberta”. É constituída por árvores e arbustos espinhosos, xerófilos e caducifólios, composta por cactáceas e bromeliáceas, e um estrato herbáceo estacional (Andrade-Lima, 1981; Emperaire, 1991). A caatinga pode ser considerada a vegetação brasileira mais heterogênea, formada por uma vegetação estépica de clima semi-árido quente, adaptada às condições climáticas e pedológicas regionais (Ab’Sáber, 1990) e com grande variabilidade em aspectos físicos, vegetacionais e florísticos (Egler, 1951; Andrade-Lima, 1981).

A caatinga localiza-se entre as coordenadas de 2° 54’ a 17° 21’ de latitude sul, com a maior parte das áreas situadas nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe, todo sudoeste do Piauí, a maior parte do interior da Bahia e parte do norte de Minas Gerais (Bernardes, 1985; Andrade-Lima, 1981). Para Andrade-Lima (1981), o domínio das caatingas é limitado pela isoieta anual de 1.000 mm, e para Ab’Sáber (1990), entre 300 a 800 mm, com irregularidades pluviométricas, fortíssima evaporação e uma estiagem de seis a nove meses.

Em termos geomorfológicos, a caatinga ocupa a depressão sertaneja, principalmente os terrenos do setor nordeste do escudo cristalino brasileiro, composta predominantemente por áreas formadas no período pré-cambriano e constituída por rochas metamórficas (Andrade-Lima, 1977a), ocorrendo maciços soerguidos e superfícies pediplanadas, e com presença de relevos residuais naquela depressão (Jatobá, 1983). Apresenta solos rasos, argilosos e rochosos, correspondendo ao cristalino, e solos profundos e arenosos, relacionados ao sedimentar (Sampaio, 1995).

Vários tipos de classificação têm sido propostos para descrever a caatinga, e dentre estes, destaca-se aquela que subdivide a caatinga em duas classes: caatinga arbustiva, subdividida em nove grupos com base em associações florísticas, e a caatinga arbórea, com três associações (Luetzelburg, 1922, 1923). Pela variabilidade fisionômica da caatinga torna inadequado o emprego de expressões como floresta, grassland, estepe, etc., devendo o termo estepe ser utilizado para tipos de vegetação herbácea, extratropicais, e o emprego da expressão pseudo-estepe para os tipos tropicais (Kuhlmann, 1974).

Baseado na variação de umidade do ar e do solo, Duque (1980) dividiu a vegetação do nordeste Brasileiro em dez tipos: mata, agreste, caatinga, sertão, serra, cariris velhos, curimataú, seridó, cerrado e carrasco. Considerando a interação clima - solo - vegetação,

Andrade-Lima (1981) estabeleceu sete tipos fisionômicos de caatinga, se tornando esta classificação a mais amplamente utilizada: (1) caatinga de floresta alta; (2) caatinga de floresta média; (3) caatinga de floresta baixa; (4) caatinga arbórea aberta; (5) caatinga arbustiva; (6) caatinga arbustiva aberta e (7) caatinga de floresta ciliar.

Analisando os diferentes sistemas de classificação propostos para a caatinga Veloso e Góes-Filho (1982) propuseram algumas modificações e criaram um novo sistema fisionômico-ecológico de classificação, definindo a caatinga como estepe, dividindo-a em três tipos fisionômicos: estepe arbórea densa, estepe arbórea aberta e estepe parque. Já para Fernandes e Bezerra (1990) a caatinga se enquadra dentro das seguintes categorias: caatinga-alta, composta por vegetação predominante arbórea, estacional e xerófila e caatinga-baixa do seridó, composta por vegetação predominante arbustiva e xerófila.

Para Rodal (1992) a vegetação de caatinga é bastante variada do ponto de vista fisionômico e florístico, sendo considerada uma vegetação pobre em função da baixa riqueza por área, reduzido número de espécies arbustivo-arbóreas e pela presença de vegetação caducifólia bastante diversificada em tipos florísticos e com cactáceas dispersas por toda parte.

Essa diversidade fisionômica da caatinga está relacionada a fatores abióticos, principalmente o clima (Ab'Sáber, 1970; Reis, 1976; Andrade-Lima, 1981), sendo a distribuição das chuvas responsável pela maioria das variações das paisagens nordestina (Andrade-Lima, 1977b). Por isto, o clima e solo interagem com a flora (Duque, 1973) e influenciam diretamente na vegetação (Walter, 1986).

### **3. Vegetação de margens de rios**

Várias denominações são dadas para a vegetação localizada ao longo dos rios e córregos, independente do bioma onde ocorrem, como mata ciliar, mata de galeria, floresta ripária, floresta de várzea e floresta ribeirinha (Martins, 2001; Davide *et al.*, 2000). Entretanto, o termo mata de galeria é mais aplicado à vegetação florestal que acompanha rios de pequeno porte e córregos, formando corredores fechados sobre cursos d'água e com fisionomia perenifólia durante a estação seca em biomas de cerrado, caatinga e campos, enquanto que, a mata ciliar acompanha os rios de médio e grande porte, onde a vegetação original de interflúvio é florestal (Ribeiro e Walter, 1998; Ribeiro *et al.*, 1999) e está presente na ribanceira do rio, mas pode ocorrer na superfície de inundação até às margens d'água. Nesse ambiente, composto por diferentes tipos de solo, a declividade do terreno contribui para

formação de um gradiente de umidade responsável por uma ampla diversidade de vegetação (Reichardt, 1989) e larguras de mata ciliar variáveis com o tipo de bacia hidrográfica (Lima, 1989).

Muitos são os benefícios das matas ciliares para as cadeias alimentares presentes nos cursos d'água e no seu entorno, servindo de abrigo e alimento para animais silvestres e funcionando como corredor para dispersão e manutenção do fluxo gênico de populações vegetais (Mantovani *et al.*, 1989). No entanto, a adoção de práticas agropecuárias de forte impacto ambiental como pecuária extensiva, agricultura de subsistência e extrativismo vegetal de espécies nativas como a carnaubeira (*Copernicia prunifera*) (Luetzelburg, 1922, 1923), aliado à instalação de garimpos (Kuhlmann, 1951) e à construção de barragens (Rabelo *et al.*, 1990), têm contribuído para o desaparecimento da cobertura vegetal nativa às margens de rios. Por isto, a mata ciliar tem sido fortemente degradada, apresentando acentuado grau de antropização, cedendo lugar para a agricultura e, desta forma, aumentando a erosão das margens e o assoreamento dos rios, conforme observado para a vegetação ciliar do rio São Francisco (Vasconcelos Sobrinho, 1949; Duque, 1973; Nascimento, 2003). Além disso, esta mata ciliar foi removida por companhias de navegação que utilizavam como lenha para alimentar as caldeiras de navios gaiolas (Vasconcelos Sobrinho, 1949).

Neste contexto de degradação da mata ciliar e de galeria na região semi-árida do nordeste do Brasil, incluindo o rio São Francisco (Rocha, 1984; Nascimento *et al.*, 2003), tem-se verificado o aumento populacional de *P. juliflora*. Isto mostra a necessidade de se efetuar levantamentos fitossociológicos nesses ambientes, visando oferecer subsídios para futuros programas de manejo e recomposição florística.

#### **4. Distribuição do gênero *Prosopis***

A especiação do gênero originou-se no continente africano (África Tropical), onde é encontrada a *Prosopis africana* (Guill., Perr., & Rich.) Taubert, ocorrendo migração para o continente americano quando estes eram ligados, sendo envolvidas diferentes espécies adaptadas à dispersão a curta distância, através de pássaros e mamíferos (Burkart, 1976). A partir da região do Chaco, na América do Sul, as espécies de *Prosopis* avançaram para o sul até chegar à Patagônia e para oeste até o deserto de Atacama, conquistando territórios cada vez mais áridos (Roig, 1993).

Este gênero apresenta 45 espécies, distribuídas em diversas regiões áridas e semi-áridas do globo, das quais, três espécies encontram-se no Sudeste da Ásia, uma espécie na

África e 41 espécies nas Américas, indo desde o Sudoeste dos Estados Unidos até a Patagônia (Burkart, 1940, 1976; Schinini, 1981). No Brasil, a dispersão natural do gênero se concentra no sudoeste do Rio Grande do Sul com a presença das espécies *P. affinis* Spreng. e *P. nigra* (Griseb.) Hieron; no extremo sul do Mato Grosso do Sul ocorre a *P. rubriflora* E. Hassler; entre os estados de Pernambuco e Piauí a *P. ruscifolia* Grisebach ocupando uma pequena área (Silva, 1988), e a ocorrência de *P. algarobila* (sin. *P. affinis*), *P. rubriflora*, *P. ruscifolia* e *P. fiebrigii* Harms como forrageiras nativas do pantanal matogrossense (Allem e Valls, 1987). *Prosopis juliflora*, conhecida por algarobeira, é a única cultivada no nordeste do Brasil.

### 5. Características botânicas de *Prosopis juliflora*

*Prosopis juliflora* (Sw) DC. (Leguminosae: Mimosoidae) é uma planta arbórea, xerófila, espinhosa, presente em solos rochosos e arenosos (Maydell, 1978), que pode ser encontrada desde o nível do mar até altitudes de 1500 m, em regiões com precipitação anual variando de 150 a 750 mm (Goor e Barney, 1976; Hueck, 1972).

*Prosopis juliflora* pode atingir até 18 m de altura e apresenta um sistema radicular axial ou pivotante, capaz de alcançar grandes profundidades em busca d'água e nutrientes (Ribaski, 1987). O caule é retorcido, espinhoso e de ritidoma (casca) grossa e coloração pardo-avermelhado. As folhas são compostas bipinadas, inflorescências em espigas axilares, hermafroditas, de coloração branca-esverdeada, medindo cerca de 14 cm de comprimento. Os frutos são legumes indeiscentes em forma de lomento drupáceo, lineares ou curvos, apresentando o exocarpo estriado, mesocarpo carnoso de coloração amarelada, com 40% de sacarose e endocarpo dividido em segmentos coriáceos com uma semente; medindo 10 a 40 cm de comprimento, 15 a 20 mm de largura e 4 a 5 mm de espessura, com média de 20 sementes (Burkart, 1976; Mendes, 1989; Lima, 1994; Campelo, 1997; Silva, 1997; Grether *et al.*, 2006).

O período de floração e frutificação ocorre na estação seca, finalizando em meados do período chuvoso, sendo a frutificação simultânea à floração, e com a maturação dos frutos iniciada por volta de 60-70 dias após a fecundação (Lima, 1994).

*Prosopis juliflora* se reproduz por semente e estaquia (Nascimento, 1993). Entretanto, por possuírem tegumento duro, as sementes devem ser escarificadas antes de serem postas a germinar, caso contrário, a germinação não passa dos 50 a 60%. Os tratamentos podem ser químicos, físicos ou mecânicos, desde que proporcionem rompimento da camada impermeável do tegumento, facilitando a penetração d'água, aumentando, assim, a

porcentagem de germinação e, simultaneamente, obtendo os melhores índices de velocidade de germinação (IVG) e menores percentuais de plântulas anormais (Bastos *et al.*, 1992).

## 6. Usos gerais de *Prosopis juliflora*

*Prosopis* são árvores de uso múltiplo e de muita importância nas regiões semi-áridas. *Prosopis juliflora* é cultivada em sistema puro ou consorciada, para fins de produção de lenha, estaca e carvão, podendo ser utilizada tanto na alimentação humana como na alimentação animal (Azevedo, 1982a). Os frutos de *P. juliflora* podem ser consumidos na forma de farinha, bolos, doces, biscoitos, café, refrescos, aguardente e geléia (Mendes, 1987), além do pão tipo francês, obtido da mistura da farinha de trigo com a farinha de algaroba (Baião, 1987). Na alimentação animal, os frutos e as folhas de *P. juliflora* podem ser utilizados como forragem para bovinos, ovinos, caprinos e muares (Azevedo, 1982a). Entretanto, somente as vagens são utilizadas, pois suas folhas são pouco palatáveis devido à presença de substâncias químicas (Mwangi e Swallow, 2005). A produção de vagens de *P. juliflora* no nordeste está em torno de 2 a 8 t/ha/ano (Nobre, 1982), com média de 78 kg/árvore na região do Vale do São Francisco (Lima, 1987). Apesar do largo uso das vagens, Mwangi e Swallow (2005) apontam relatos de deformação facial, de rúmen impactado e constipação nos animais, decorrentes provavelmente, do uso exclusivo, podendo, algumas vezes, levar à morte.

A madeira de *P. juliflora* é dura, de fácil manuseio na carpintaria e marcenaria e possui elevada resistência ao ataque de cupim e à podridão, podendo ser utilizada na fabricação de móveis, esquadrias, tacos, linhas, caibros, ripas, dormentes, mourões, postes, estacas para cerca, lenha e carvão vegetal (Mendes, 1989). Apresenta alta qualidade de valor calorífico, dando boa combustão quando recém cortada (Mwangi e Swallow, 2005). A densidade básica da madeira é de 0,85 g/cm<sup>3</sup>, e são obtidos rendimentos de 43,05 a 74,12% de carbono fixo (Drumond *et al.*, 1984).

*Prosopis juliflora* controla a erosão do solo, estabiliza dunas, melhora a fertilidade e reduz a salinidade do solo (Pasicznik *et al.*, 2001), protege a agricultura dos ventos (Mwangi e Swallow, 2005), fixa nitrogênio por meio de bactérias do gênero *Rhizobium*, aumenta o teor de matéria orgânica da camada superficial do solo, resultante da decomposição de suas folhas e galhos que caem, e pode ser utilizada no aproveitamento dos solos salinos, imprestáveis para a maioria das culturas agrícolas (Ribaski, 1987).

*Prosopis juliflora* também representa o principal papel no reflorestamento das terras áridas. Sua capacidade de crescimento em solo degradado, sob condições áridas, tem

promovido adequada sustentabilidade, adaptando-se muito bem em sistemas agroflorestais de terras secas (Pasiiecznik *et al.*, 2001). Na Índia, *P. juliflora* desempenha um importante papel na sustentação e sobrevivência de pessoas pobres da zona rural, incluindo artesãos e pequenos produtores, os quais procuram aprimorar o uso dessa árvore, evitando sua erradicação (Pasiiecznik, 1999; Pasiiecznik *et al.*, 2001). Nessas regiões rurais, *P. juliflora* é geralmente a única fonte de combustível, fornecendo madeira para construção e mobiliário, produzindo forragem (frutos) na estação seca, suprindo na alimentação para humanos (bolos e outros produtos) e se constituindo na única fonte de renda para muitas famílias (Pasiiecznik, 1999; Pasiiecznik *et al.*, 2001).

Entretanto, considerando a difícil erradicação em áreas invadidas (Pasiiecznik, 2002), o crescimento desordenado de *P. juliflora* em áreas úmidas alteradas, presentes nas margens dos rios da caatinga, pode colocar em risco a diversidade de espécies lenhosas desse ecossistema.

## **7. Histórico da introdução de *Prosopis juliflora* no nordeste do Brasil**

*Prosopis juliflora*, apesar de ser uma espécie largamente distribuída no nordeste, não é nativa da região, nem do país. Foi introduzida nessa região em 1942 (Azevedo, 1982b) em Serra Talhada, Pernambuco, com sementes procedentes de Piura, Peru (Azevedo, 1961; Gomes, 1961). As algarobeiras do nordeste são originárias de sementes de quatro plantas (Azevedo, 1982b), embora outras introduções tenham sido registradas em 1947 e 1948, a partir de sementes oriundas, respectivamente, do Peru e Sudão, no município de Angicos, Rio Grande do Norte (Azevedo, 1955). A dispersão de *P. juliflora* para outros estados, teve início em 1951 com o fornecimento de sementes para técnicos, produtores e prefeitos do estado do Rio Grande do Norte e, posteriormente, com a distribuição de cerca de oito mil mudas para os estados do Piauí, Ceará, Paraíba e Pernambuco, incentivada pelo Ministério da Agricultura (Azevedo, 1961). No período compreendido entre os anos de 1979 e 1984, diversas instituições públicas como IBAMA, SUDENE, Secretarias de Agricultura dos estados e EMATER's realizaram campanhas de incentivo para o plantio de *P. juliflora* com o objetivo de minimizar os problemas resultantes da seca. Foram implantados 90 mil hectares de *P. juliflora* com incentivos fiscais, com maiores proporções dessa planta nos estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte (Reis, 1985). Em 1984 o Ministério da Agricultura criou o projeto Algaroba, visando implantar 60 mil hectares de *P. juliflora* na região nordeste. Esse projeto foi financiado com recursos do Fundo de Investimento Social - FINSOCIAL, a fundo perdido, através do Programa de Apoio ao Pequeno Produtor - PAPP e coordenado pela

Secretaria Nacional de Produção Agropecuária - SNAP, do Ministério da Agricultura (Reis, 1985).

Em meados da década de 80, a Embrapa Semi-Árido introduziu diversas espécies de *Prosopis*, incluindo *P. juliflora*, oriundas da Argentina, Chile, Peru, México, Estados Unidos, Honduras, Paquistão, Cabo Verde e Senegal, para compor o banco ativo de germoplasma do programa de melhoramento de algarobeira dessa instituição, visando obter cultivares adaptados às condições edafo-climáticas do nordeste (Lima, 1998).

Passados 60 anos após sua introdução, existem milhões de indivíduos de *P. juliflora* espalhados por todas as regiões agroecológicas do nordeste do Brasil, sem uma estimativa precisa do que foi plantado ou regenerado. Isso mostra que *P. juliflora* encontra-se adaptada e estabilizada nessa região (Lima *et al.*, 2002).

## **8. Dispersão de *Prosopis juliflora***

No que diz respeito aos meios naturais de dispersão, os bovinos, muares e caprinos, não são capazes de digerir totalmente as vagens da algarobeira e apresentam um tempo médio de passagem das sementes pelo trato digestivo, promovendo a disseminação das sementes no estrume por até 10 dias, com pico máximo três dias após a ingestão (Souza *et al.*, 1999). A porcentagem média de germinação de sementes viáveis de *P. juliflora* foi de 37,3% para muares, 14,8% para bovinos e 9,3% para caprinos, e, como esses animais consomem as vagens de algaroba “in natura”, tornam-se os principais agentes de dispersão dessa planta no semi-árido brasileiro (Souza *et al.*, 1999). Vagens ingeridas por ovelhas têm suas sementes destruídas parcialmente, enquanto as ingeridas por porcos são destruídas totalmente (Pasiiecznik *et al.*, 2001).

Entre os ambientes que podem favorecer a colonização de *P. juliflora*, destacam-se as áreas degradadas, alteradas, erodidas, além de áreas sob forte pressão de pastejo e áreas afetadas pela salinização, como espaços de áreas agrícolas, ao longo de canais de irrigação e cursos de água, podendo formar povoamentos impenetráveis (Lima *et al.*, 2002). A maioria das espécies do gênero *Prosopis* pode sobreviver em áreas de solo salino, baixa precipitação e períodos prolongados de seca, devido ao seu rápido crescimento e capacidade de fixar nitrogênio, o que facilita o estabelecimento em locais inóspitos (Pasiiecznik *et al.*, 2001).

## 9. Invasão de *Prosopis juliflora*

Algumas espécies de *Prosopis* podem ser pioneiras, colonizadoras ou invasoras, devido à sua capacidade de penetrar e ocupar a vegetação nativa ou mesmo substituí-la na medida em que é modificada pelo homem (Roig, 1993). As espécies mais comuns de algarobeira nos trópicos secos são *P. juliflora* e *P. pallida*, enquanto que nos subtropicais são *P. glandulosa* e *P. velutina* (Pasiiecznik, 2002).

A invasão da *P. juliflora* tem ocorrido e ocupado milhões de hectares na África do Sul, Austrália, litoral da Ásia e Norte da Índia e do Sudão (Pasiiecznik, 1999). Na África, Ásia e Austrália, quando as invasões ocorrem dentro de extensas áreas de rios e áreas degradadas têm resultado em alta densidade de populações (Pasiiecznik *et al.*, 2001).

A erradicação é extremamente difícil, havendo-se a necessidade de se manter uma exploração racional de *P. juliflora* como fonte de recurso natural nas regiões semi-áridas (Pasiiecznik, 2002). O controle da invasão das *Prosopis* pode ser feito por meio de poda de árvores, capina e coleta manual das vagens maduras, cerco das áreas invadidas para evitar o pastejo direto dos animais, tritura ou processamento das vagens para servir aos animais no cocho, e controle biológico, pelo ataque do caruncho às sementes (Pasiiecznik *et al.*, 2001).

Estudo desenvolvido em Caicó, região do seridó do Rio Grande do Norte, avaliou a invasão de *P. juliflora* mostrando os aspectos do avanço das populações dessa planta exótica, classificando-a como invasora do bioma, encontrando-se no estágio de “facilitação”, e tendo como agentes facilitadores os animais (Lins e Silva, 1997). Com base na regeneração natural de espécies da caatinga em áreas degradadas por mineração e invadidas por *P. juliflora* em Jaguarari, Bahia, verifica-se que esta espécie é uma invasora em potencial por apresentar densidade muito elevada de regeneração (3942 indivíduos/ha) em relação às nativas, cuja soma não ultrapassou 700 indivíduos/ha (Lima *et al.*, 2002). Densidades muito elevadas de regeneração de *P. juliflora* em relação às nativas foram observadas na Paraíba com a formação de densos maciços populacionais, reduzindo a composição florística e a diversidade, diminuindo o número de indivíduos e provocando mudanças na estrutura da vegetação (Pegado *et al.*, 2006). O impacto de *P. juliflora* sobre a diversidade e a composição florística do estrato herbáceo da caatinga na Paraíba, aponta que áreas invadidas por essa espécie apresentaram menores riquezas e diversidades florísticas que áreas sem invasão (Vilar, 2006). Do mesmo modo, alterações na fitodiversidade de ambientes invadidos nos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte tornaram esses ambientes um conjunto distinto, quanto à composição florística, à diversidade e à estrutura, provocando o empobrecimento da caatinga

em todas as áreas estudadas, pois a *P. juliflora* é uma colonizadora exponencial da caatinga devido à criação de animais soltos, o que facilita a dispersão e à sua exploração, tornando-a aberta e vulnerável à invasão (Oliveira, 2006).

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, São Paulo, v. 20, p. 1-26. 1970.

AB'SÁBER, A. N. O domínio morfoclimático semi-árido das caatingas brasileiras. **Geomorfologia**, São Paulo, v. 43, p. 1-37, 1974.

AB'SÁBER, A. N. Floram: nordeste seco. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 4, n. 9, p. 149-174, 1990.

ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no estado de Pernambuco, nordeste do Brasil **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 273-285, 2002.

ALLEN, A. C.; VALLS, J. F. M. **Recursos forrageiros nativos do pantanal Mato-grossense**. Brasília, DF: EMBRAPA-CERNAGEN, 1987. 339 p. (EMBRAPA-CENARGEN. Documentos, 8).

ANDRADE-LIMA, D. de. A caatinga como área de pastoreio. In: IBGE. **Recursos naturais, meio ambiente e poluição**: contribuição de um ciclo de debates. Rio de Janeiro, 1977a. v. 1, p. 327-332. (IBGE. Recursos Naturais e Meio Ambiente, 2).

ANDRADE-LIMA, D. de. Exame da situação atual dos componentes dos ecossistemas do nordeste brasileiro e atividade humana. In: ENCONTROS REGIONAIS SOBRE CONSERVAÇÃO DE FAUNA E RECURSOS FAUNÍSTICOS, 1976-1977, Manaus, Porto Alegre, Recife, Goiânia, Rio de Janeiro. **Trabalhos apresentados**. Brasília, DF: IBDF, 1977b. p. 169-174.

ANDRADE-LIMA, D. de. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 4, p. 149-153. 1981.

ARAÚJO, F. S.; MARTINS, F. R. Fisionomia e organização da vegetação do carrasco no planalto da Ibiapaba, Estado do Ceará. **Acta Botânica Brasilica**, São Paulo, v. 13, p. 1-13. 1999.

AZEVEDO, C. F. de. Algarobeira na alimentação animal e humana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA 1, 1982, Natal. **Algaroba**. Natal: EMPARN, 1982a. p. 283-299. (EMPARN. Documentos, 7).

AZEVEDO, C. F. de. Como e porque a algarobeira foi introduzida no nordeste. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA 1, 1982, Natal. **Algaroba**. Natal: EMPARN, 1982b. p. 300-306. (EMPARN. Documentos, 7).

AZEVEDO, G. de. **Algaroba**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1961. 31 p. (SIA, 843).

AZEVEDO, G. de. **Algaroba**. Natal: [s.n.], 1955. 13 p. il.

BAIÃO, V. B. Características químicas e nutricionais das sementes de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC). **Revista da Associação Brasileira de Algaroba**, Mossoró, v. 1, p. 19-124, 1987.

BASTOS, G. Q.; NUNES, R. S.; CRUZ, G. M. de F. Reavaliação de quebra de dormência em sementes de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 14, p. 17-20. 1992.

BERNARDES, N. **As caatingas**. In: ROSADO, V. U.; ROSADO, A. **Décimo livro das secas**. Natal: Ed. Universitária, 1985. p.30-65. (ESAM. Coleção Mossoroense, 304).

BURKART, A. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae subfam. Mimosoideae). **Journal of the Arnold Arboretum**, Cambridge, v. 57, p. 219-249. 1976.

BURKART, A. Materiales para una monografia del género *Prosopis* (leguminosae). **Darwiniana**, Buenos Aires, v. 4, p. 57-128. 1940.

CAMPELO, C. R. **Algaroba**: planta mágica. Recife: Edições Edificantes, 1997. 84 p. il.

CRONK, Q. C. B.; FULLER, J. L. **Plant invaders**: the threat to natural ecosystems. London: Chaman e Hall, 1995. 241 p.

DAVIDE, A. C.; FERREIRA, R. A.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. Restauração de matas ciliares. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, p. 65-74, 2000.

DRUMOND, M. A.; PIRES, I. E.; BRITTO, J. O. Algarobeira: uma alternativa para preservar as espécies nativas do nordeste semi-árido. **Silvicultura**, São Paulo, v. 10, n. 37, p. 51-53, 1984. Edição dos Anais do 1. Seminário Sobre Potencialidade Florestal do Semi-Árido Brasileiro, 1984, João Pessoa.

EMPERAIRE, L. Vegetação e flora. In: PESSIS, A. M. (Org.). **Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Capivara, São Raimundo Nonato-PI**. Brasília, DF: IBAMA: FUMDHAM, 1991. p. 61-206.

DUQUE, J. G. **Solo e água no polígono das secas**. 4. ed. Fortaleza: DNOCS, 1973. 223 p. il. (DNOCS. Publicação, 154).

DUQUE, J. G. **O nordeste e as lavouras xerófilas**. 3. ed. Mossoró: ESAM, 1980. 316 p. (ESAM. Coleção Mossoroense, 143).

EGLER, W. A. Contribuição ao estudo da caatinga pernambucana. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 13, p. 65-77, 1951.

FERNANDES, A.; BEZERRA, P. **Estudo fitogeográfico do Brasil**. Fortaleza: Stylus Comunicações, 1990. 205 p.

FOXCROFT, L. C.; ROUGET, M.; RICHARDSON, D. M.; MACFADYEN, S. Reconstructing fifty years of *Opuntia stricta* invasion in the Kruger National Park: environmental determinants and propagule pressure. **Diversity and Distributions**, Oxford, v. 10, p. 427–437, 2004.

GIULIETTI, A. M.; BOCAGE NETA, A. L.; CASTRO, A. A. J.; ROJAS, C. F. L. G.; SAMPAIO, E. V. S. B.; VIRGÍNIO, J.; QUEIROZ, L. P.; FIGUEIREDO, M. A.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; HARLEY, R. M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Org.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 2004. p. 45-90.

GOMES, P. **A algarobeira**. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, 1961. 49 p. (SIA, 865).

GOMES, R. P. **Forragens fartas na seca**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1973. 236 p.

GOOR, A. Y.; BARNEY, C. W. **Forest tree planting in arid zone**. 2 ed. New York: Ronald, 1976. 504 p.

GRETHER, R.; MARTINEZ-BERNAL, A.; LUCKOW, M.; ZÁRATE, S. **Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán: Mimosaceae Tribu Mimoseae**. Morelia: . Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones en Ecosistema, 2006. fasc. 44, 108 p.

HAYSOM, K. A.; MURPHY, S. T. **The status of invasiveness of forest tree species outside their natural habitat: a global review and discussion paper**. Rome: FAO: Forest Department, 2003. 50 p. (FAO. Working Paper FBS/3E).

HUECK, K. **As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica**. São Paulo: Polígono, 1972. 466 p.

JATOBÁ, L. Alguns aspectos morfoclimáticos dos ambientes secos. **Revista de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 3, p. 67-89, 1983.

KUHLMANN, E. Aspectos gerais da vegetação do alto São Francisco. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 13, p. 141-148, 1951.

KUHLMANN, E. O domínio da caatinga. **Boletim Geográfico**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 241, p. 65-72. 1974.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C. da.; TABARELLI, M.; THOMAS, E. L. Mudando o curso da conservação da biodiversidade da caatinga do nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 139-146, jul. 2005.

LEAL, I. R., TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. da. **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2003. 804 p.

LIMA, P. C. F. Produção de vagens de algaroba. **Revista da Associação Brasileira de Algaroba**, Mossoró, v. 1, p. 151-170, 1987.

LIMA, P. C. F. Genetic improvement program of *Prosopis* in Northeastern Brazil. In: PURI, S. (Ed.). **Tree improvement: applied research and technology transfer**. Enfield: Science Publishers, 1998. cap. 10, p.141-154.

LIMA, P. C. F. **Comportamento silvicultural de espécies de *Prosopis*, em Petrolina-PE, região semi-árida brasileira**. 1994. 110 f. Tese (Doutorado) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LIMA, P. C. F.; LIMA, J. L. S. de; LIMA, A. Q. de. **Regeneração natural em área degradada por mineração de cobre, no semi-árido brasileiro**. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 53.; REUNIÃO NORDESTINA DE BOTÂNICA, 25.; 2002, RECIFE. Resumos... Recife: SBBS: UFRPE: UFPE, 2002. p. 377.

LIMA, V. de P. Função hidrológica da mata ciliar ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 25-42.

LINS e SILVA, A. C. B. **Characteristics of *Prosopis juliflora* invasion of semi-arid habitats in Northeast Brazil**. 1997. 76 f.. Thesis (M.Sc.) – University of Durham, Durham.

LOCKWOOD, J. L.; SIMBERLOFF, D.; MCKINNEY M.; VON HOLLE, B. How many, and which, plants will invade natural areas. **Biological Invasions**, New York, v.3, p.1-8, 2001.

LUETZELBURG, P. von. **Estudo botânico do nordeste**. Rio de Janeiro: Inspectoria Federal de Obras Contra as Secas, 1923. v.3. (IFOCS. Publicação, 57. Série I-A).

MACK, R. N.; CHAIN, S.; LONSDALE, W. M.; EVANS, H.; CLOUT, M.; BAZZAR, F. **Biotic invasions: causes, epidemiology, global consequences and control**. Washington: Ecological Society of America, 2000. 20 p. il. (ESA. Issues in Ecology, 5).

MANTOVANI, W.; ROSSI, L.; ROMANIUC NETO, S.; ASSAD-LUDEWIGS, I. Y.; WANDERLEY, M. das G. L.; MELO, M. M. da R. F. de; TOLEDO, C. B de. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 235-267.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2001. 143 p.

MAYDELL, H. F. von. **Tree and shrub species for agroforestry systems in Sahelian zone of Africa**. Hamburg: [s.n.], 1978. 19 p. Trabalho apresentado no Eighth World Forestry Congress, Jakarta, 1978.

MENDES, B. V. **Potencialidades de utilização da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC) no semi-árido brasileiro**. Mossoró: ESAM, 1987. (ESAM. Coleção Mossoroense, Série B, 448).

MENDES, B. V. **Potencialidades de Utilização da Algarobeira (*Prosopis juliflora* (SW) DC) no semi-árido Brasileiro**. 2. ed. Mossoró: ESAM, 1989. 44 p.

MWANGI, E.; SWALLOW, B. **Invasion of *Prosopis juliflora* and local livelihoods: case study from the lake Baringo area of Kenya**. Nairobi: ICRAF: World Agroforestry Centre, 2005. 65 p. (ICRAF. Working Paper, 3).

NASCIMENTO, C. E. de S. **Propagação vegetativa da algarobeira por estaquia em casa de vegetação e em condições de telado**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1993. 10 p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 77).

NASCIMENTO, C. E. de S. **A importância das matas ciliares do Submédio São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2003. 26 p. il. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 179).

NASCIMENTO, C. E. de S.; RODAL M. J. N.; CAVALCANTI, A. C. Phytosociology of the remaining xerophytic woodland associated to an environmental gradient at the banks of the São Francisco river, Petrolina, Pernambuco, Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, p. 271-287, 2003.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (Estados Unidos). **Firewood crops: shrub and tree species for energy production**. Washington, DC, 1980. 237 p.

NOBRE, F. V. Algarobeira no nordeste brasileiro, especialmente no Rio Grande do Norte. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGADORA, 1., 1982, Natal. **Anais...** Natal: EMPARN, 1982. p. 257-282. (EMARN. Documentos, 7,8).

OLIVEIRA, F. X. de. **Impactos da invasão da algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. - sobre o componente arbustivo-arbóreo da caatinga nas microrregiões do curimataú e do seridó nos Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte**. 2006. 146 f. Tese (Mestrado) – Centro de Ciência Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

PARKER, I. M.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W. M.; GOODELL, K.; WONHAM, M.; KAREIVA, P. M.; WILLIAMSON, M. H.; HOLLE, B. von; MOYLE, P. B.; BYERS, J. E.; GOLDWASSER, L. Impact: toward a framework for understanding the ecological effects of invaders. **Biological Invasions**, New York, v. 1, p. 3-19, 1999.

PASIECZNIK, N. M. **Prosopis juliflora (vilayati babul) in the drylands of Índia: develop this valuable resource – don't eradicate it**. Coventry, UK: HDRA, 2002. 2 p. il.

PASIECZNIK, N. M. *Prosopis*: pest or providence, weed or wonder tree? **ETFRN News**, Wageningen, v. 28, p. 12-14, jun./ago. 1999. Disponível em: <<http://www.etfrn.org/ETFRN/newsletter/frames/nl28.htm>>. Acesso em: 10 dez. 2007.

PASIECZNIK, N. M.; FELKER, P.; HARRIS, P. J. C.; HARSH, L. N.; CRUZ, G.; TEWARI, J. C.; CADORET, K.; MALDONADO, L. J. **The *Prosopis juliflora* - *Prosopis pallida* complex**: a monograph. Coventry, UK: HDRA, 2001. 177 p. il.

PASIECZNIK, N. M.; HARRIS, P. J. C.; SMITH, S. J. **Identifying tropical *Prosopis* species**: a field guide. Coventry, UK: HDRA, 2004. 36 p. il.

PAUCHARD, A.; CAVIERES, L.; BUSTAMANTE, R.; BECERRA, P.; RAPOPORT, E. Increasing the understanding of plant invasions in Southern South America: first symposium on alien plant invasions in Chile. **Biological Invasions**, New York, v. 6, p. 255–257, 2004.

PEGADO, C. M. A.; ANDRADE, L. A. de; FÉLIX, L. P.; PEREIRA, I. M. Efeitos da invasão biológica de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no município de Monteiro, PB, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 20, p. 887-898, 2006.

PIMM, S. L. Theories of predicting success and impact of introduced species. In: DRAKE, J. A.; MOOVEY, H. A. (Ed.). **Biological Invasions**: a global perspective. Chichester: John Wiley, 1989. p. 351-368. (Scope, 37).

RABELO, J. L. C.; COELHO, J. P.; SANTOS, J. A. N. dos. **Estudos sobre agroindústria no nordeste**: situação e perspectiva da produção irrigada. Fortaleza: Banco do nordeste, 1990. v. 2, 139 p. (BNB. Estudos Economicos e Sociais, 38).

RANDALL, J. M. Weed control for the preservation of biological diversity. **Weed Technology**, Champaign, v. 10, p. 370-383, 1996.

REICHARDT, K. Relação água-solo-plantas em mata ciliar. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 20-24.

REIS, A. C. de S. Clima da caatinga. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, p. 325-335, 1976.

REIS, M. S. A política de reflorestamento para o nordeste Semi-Árido. **Silvicultura**, São Paulo, v. 10, n. 37, p. 33-37, 1984. Edição dos Anais do 1. Seminário Sobre Potencialidade Florestal do Semi-Árido Brasileiro, 1984, João Pessoa.

REJMÁNEK, M.; RICHARDSON, D. M; HIGGINS, S. I. Ecology of invasive plants: state of the art. In: MOONEY, H. A.; MACK, R. N.; McNEELY, J.A; NEVILLE, L. E. (Ed.).

**Invasive alien species: a new synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005. p.104-161.

RIBASKI, J. **Comportamento da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC e do capim-búfel (*Centhrus ciliaris* L.) em plantio consorciado, na região de Petrolina-PE**. 1987. 58 f. Tese (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fisionomia do bioma cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. de. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. cap. 3, p. 89-166.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T.; FONSECA, C. E. L. da. Ecosistemas de matas ciliares. In: SIMPÓSIO MATA CILIAR CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Lavras: UFLA, 1999. p. 12-24.

ROCHA, R. de F. de A. **Vegetação e flora do delta do rio São Francisco, Alagoas**. 1984. 156 f. Tese (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

RODAL, M. J. N. **Fitossociologia da vegetação arbustivo-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco**. 1992. 224 f. Tese (Doutorado) - UNICAMP, Campinas.

RODRIGUES, R. R.; NAVES, A. G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. de F. (Ed.). **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2000. p. 45-72.

ROIG, F. A. Informe nacional para seleccion de germoplasma en especies de *Prosopis* de la Republica Argentina. In: REUNION REGIONAL PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE DE LA RED DE REFORESTACIÓN DEL CIID, CONSERVACIÓN Y MEJORAMIENTO DE ESPECIES DEL GÉNERO PROSOPIS, 5., 1991, Mendoza, Argentina. **Contribuciones mendoncinas...** Mendonza, Argentina: IADIZA, 1993. p. 1-36.

SAMPAIO, E. V. S. B. Overview of the Brazilian caatinga. In: BULLOCK, S. H.; MOONEY, H. A.; MEDINA, E. (Ed.). **Seasonally dry tropical forest**. Cambridge: University Press, 1995. p. 35-63.

SILVA, M. A. Taxonomy and distribuição of the genus *Prosopis* L. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PROSOPIS, 2., Recife, 1986. **The current state of knowledge on *Prosopis juliflora***. Rome: FAO, 1988. p. 177-185.

SILVA, S. **Algarobeira**. Natal: SEBRAE-RN. 1997. 26 p.

SOUZA, Z. R. R. de; AMORIM, I. L. de; ROLIM JÚNIOR, S. de S.; CUNHA, M. C. L.; LINS e SILVA, A. C. R.; HULME, P. E. **Estudo da dispersão de sementes de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC) por caprinos, bovinos e muares no semi-árido do nordeste do Brasil**. Trabalho apresentado no Workshop Algarobeira, Solução ou Problema no Semi-Árido Nordestino? Recife, ago. 1999.

TABARELLI, M., SILVA, J. M. C.; SANTOS, A. M. M.; VICENTE, A. **Análise de representatividade das unidades de conservação de uso direto e indireto na caatinga**. Relatório do Projeto Avaliação e Ações Prioritárias para a Conservação da biodiversidade da Caatinga, Petrolina, 2000.

TABARELLI, M.; VICENTE, A. Conhecimento sobre plantas lenhosas da Caatinga: lacunas geográficas e ecológicas. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L.V. (Org.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2004. p. 101-111.

VAN DEN BERG, E.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. **Revista Brasileira de Botânica**. São Paulo, v. 23, n. 3, p. 231-253, set. 2000.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **As regiões naturais de Pernambuco: o meio e a civilização**. Rio de Janeiro: F. Bastos, 1949. 219 p.

VELOSO, H. P.; GÓES FILHO, L. **Fitogeografia brasileira: classificação fisionômico-ecológica da vegetação neotropical**. Salvador: Ministério das Minas e Energia, Projeto RADAMBRASIL, 1982. 85 p. (Projeto RADAMBRASIL. Série Vegetação, 1).

VILAR, F. C. R. **Impactos da invasão da algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.] sobre estrato herbáceo da caatinga: florística, fitossociologia e citogenética**. 2006. 94 f. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.

VITOUSEK, P. M.; MOONEY, H. A.; LUBCHENCO, J.; MELILLO, J. M. Human domination of earth's ecosystems. **Science**, Washington, v. 277, p. 494-499, jul. 1997.

WALTER, H. **Vegetação e zonas climáticas: tratado de ecologia global**. São Paulo: EPU, 1986. 325 p.

WILLIAMSON, M. **Biological invasions**. London: Chapman & Hall. 1996. 256 p.

WILLIAMSON, M.; FITTER, A. The characters of successful invaders. **Biological Conservation**, Essex, v. 78, p. 163-170. 1996.

## CAPÍTULO 1

### **Impacto de *Prosopis juliflora* (Sw) DC. (Leguminosae: Mimosoidae) sobre a riqueza e a diversidade de espécies lenhosas em diferentes ambientes geomorfológicos da caatinga<sup>1</sup>**

**C.E. de S. Nascimento • M. Tabarelli • I.R. Leal • C.A.D. da Silva • P.C.F. Lima**

C.E. de S. Nascimento • M. Tabarelli • I.R. Leal

Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, 50670-901, Recife, PE, Brasil

C.E. de S. Nascimento

Embrapa Semi-Árido, 56302-970, Petrolina, PE / UNEB - Departamento de Ciências Humanas, 48900-000, Juazeiro, BA, Brasil

C.A.D. da Silva

Embrapa Algodão, 58107-720, Campina Grande, PB, Brasil

P.C.F. Lima

Ex-funcionário da Embrapa Semi-Árido, Petrolina, PE, Brasil

---

<sup>1</sup>Este manuscrito segue as normas da revista Biological Invasions

**Resumo** O impacto da densidade de *Prosopis juliflora* (Sw) DC. sobre a riqueza e a diversidade de espécies lenhosas em diferentes ambientes geomorfológicos (planície aluvial, terraço aluvial, platô e área controle) foi investigado em dez sítios da caatinga. Foram determinadas as características físico-químicas dos solos da planície aluvial, terraço aluvial e platô, visando compreender o estabelecimento e a densidade de *P. juliflora* nesses ambientes. Dentre as variáveis físicas (umidade, areia, silte e argila) somente foi encontrada diferença para umidade, com os menores valores no ambiente platô, enquanto as químicas (matéria orgânica, fósforo, sódio, cálcio e magnésio) apresentaram diferença apenas para o fósforo, com maiores teores nos ambientes de planície aluvial e área controle, e os menores no platô, nas duas profundidades. A composição florística apresentou 75 espécies, distribuídas em 59

gêneros e 30 famílias. A planície aluvial teve o menor número de espécies (27), sendo o maior número no controle (área preservada) (53). As famílias com maior número de espécies foram Mimosaceae (13), Euphorbiaceae (9) e Caesalpiniaceae (8). As maiores riquezas de espécies nativas foram registradas no controle e platô. A densidade absoluta de *P. juliflora* foi de 1086 indivíduos/ha, ficando a planície aluvial com a maior densidade (733 indivíduos), contra 341 no terraço aluvial, 12 no platô e zero na área controle, não diferindo entre a planície e terraço aluvial. A maior riqueza ocorreu no controle, enquanto a menor ocorreu na planície aluvial. O índice de diversidade ( $H'$ ) de nativas foi semelhante nos três ambientes geomorfológicos. Os resultados demonstraram que *P. juliflora* ocupa áreas degradadas da planície e terraço aluvial, impedindo o estabelecimento de espécies nativas presentes nas matas ciliares dos rios do semi-árido brasileiro. No entanto, não se observou invasão de *P. juliflora* em áreas de vegetação preservada, como aquela do ambiente controle.

**Palavras-chave** Invasão biológica ▪ Algarobeira ▪ Planície aluvial ▪ Mata ciliar ▪ rio São Francisco

**Abstract** The density impact of *Prosopis juliflora* (Sw) DC. on the richness and diversity of woody species in different geomorphologic environments (alluvial plain, alluvial terrace, plateau and control area) was investigated in ten caatinga sites. The physical chemical characteristic of the alluvial plain, alluvial terrace and plateau, were determined in order to understand the establishment and density of *P. juliflora* in these environments. Within the physical characteristics (humidity, sand, silt and clay) it was only found a difference for the humidity, with the lowest values for the plateau environment, whereas for the chemical analysis (organic matter, phosphorus, sodium, calcium and magnesium) there was only a difference for the phosphorus, and its highest rates occurred in the environments alluvial plain and control area, and the smallest in the plateau environment for both depths. The floristic composition displayed 75 species, distributed over 59 genera and 30 species. The alluvial plain had the smallest number of species (27), where the majority belonged to the control (protected area) 53. The families with a higher number of species were Mimosaceae (13), Euphorbiaceae (9) e Caesalpiniaceae (8). The greatest richness of native species was registered in the control and plateau. The absolute density of *P. juliflora* was 1086 individuals /ha. The alluvial plain had the highest density (733 individuals), against 341 in the in the alluvial terrace, 12 in the plateau and zero in the control area. There was no difference between the alluvial terrace and plain. The greatest richness happened in the control while the

smallest one in the alluvial plain. The index of diversity ( $H'$ ) of native plants was similar for the 3 geomorphologic environments. The results demonstrated that the *P. juliflora* occupies degraded areas in the alluvial plains and terraces stopping the establishment of other native species present in the riparian forests of rivers in the Brazilian semi-arid region. However, it was not observed the invasion of *P. juliflora* in areas where the vegetation was undisturbed, like the one in the control area.

**Keywords** Biological invasion ▪ Mesquite ▪ Alluvial plain ▪ Riparian forest ▪ São Francisco river.

## Introdução

Na invasão biológica as espécies invasoras se estabelecem em uma nova área, proliferando-se e persistindo no ambiente (Mack et al. 2000). A invasão biológica compreende quatro estágios: transporte, colonização, estabelecimento e ocupação na paisagem (Theoharides e Dukes 2007), podendo ser definida como a ocupação desordenada por uma determinada espécie de organismo, de um espaço fora de sua área de dispersão geográfica (Williamson 1996), promovendo alterações ou destruições do ecossistema invadido (Randall 1996). As plantas invasoras podem ameaçar o habitat das áreas naturais pela substituição de diversos sistemas por únicos *stands* de espécies exóticas; causando alterações na química do solo, regime de fogo e hidrologia; competição com espécies ameaçadas e deslocamento da fauna nativa (Niemi et al. 2007).

Considerado bastante heterogêneo do ponto de vista florístico e fitossociológico, o bioma caatinga envolve diferentes associações vegetais em uma mesma região. Dentre estas, destaca-se a floresta ciliar (Andrade-Lima 1981), que aumenta a infiltração da água e o encharcamento do solo pela proximidade do lençol freático, evita a erosão das encostas, além de impedir o assoreamento preservando o leito dos rios (Castro 1999; Barbosa 1999; Rodrigues e Shepherd 2000; Botelho e David 2002; Primo e Vaz 2006). A vegetação ciliar e de mata de galeria dos afluentes do rio São Francisco, que cortam a região dos sertões secos nordestinos, está quase que totalmente eliminada (Kuhlmann 1951; Rabelo et al. 1990 e Ab'Sáber 1990) devido à exploração extrativista e a implantação de sistemas agropastoris (Van Den Berg e Oliveira Filho 2000), restando apenas fragmentos destas matas (Rodrigues e Nave 2000).

Neste cenário de destruição têm sido encontradas várias espécies exóticas que foram

introduzidas e se tornaram invasoras, tais como leucena (*Leucaena leucocephala* [Lam.] de Wit.), acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.), mamona (*Ricinus communis* L.), lã-de-seda (*Calotropis procera* Ait. R. Br.), capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.), capim-buffel (*Cenchrus ciliaries* L.) e a algarobeira (*Prosopis juliflora* [Sw] DC.). A maioria das espécies do gênero *Prosopis* apresenta comportamento invasor e pode sobreviver em áreas com baixa precipitação e períodos prolongados de seca (Pasiiecznik et al. 2001). *Prosopis juliflora* é considerada uma espécie extremamente agressiva, devendo ser introduzida somente em locais com elevado estresse hídrico, como as regiões áridas e semi-áridas do globo (National Academy of Science 1980).

Devido a destruição da vegetação das margens dos rios nordestinos, tem-se verificado a invasão e o surgimento de densos povoamentos de *P. juliflora*, espécie arbórea que foi introduzida no Brasil em 1942, em Serra Talhada-PE, a partir de sementes procedentes de Piura, Peru (Azevedo 1961; Gomes 1961), para fins de suplementação alimentar do gado (Nobre 1982). No entanto, a expansão desordenada de *P. juliflora* por todo nordeste do Brasil, ocupando áreas de “baixios” em diversos sítios do bioma caatinga, principalmente aqueles situados nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Bahia e Piauí (Reis 1985), demonstra que essa espécie encontra-se adaptada e estabilizada na região (Lima et al. 2002), o que pode comprometer a sobrevivência das espécies nativas. Segundo Lins e Silva (1997), *P. juliflora* encontra-se no estágio de “facilitação”, tendo como principais agentes facilitadores as perturbações, a proximidade de água e os animais dispersores.

Desta forma, a geração de conhecimentos sobre o comportamento invasor de *P. juliflora* e suas conseqüências sobre a comunidade de espécies vegetais nativas presentes nas áreas de planície aluvial, terraço aluvial e platô, são informações importantes que podem oferecer subsídios para o manejo dessa planta nesses ambientes.

Por essa razão, objetivou-se determinar o impacto da densidade de *P. juliflora* (Sw) DC. sobre a riqueza e a diversidade de espécies lenhosas em diferentes ambientes geomorfológicos (planície aluvial, terraço aluvial, platô e área controle) da caatinga.

## **Material e métodos**

O estudo foi conduzido em dez sítios, localizados às margens de rios, nos municípios de Petrolina-PE, Dormentes-PE, Juazeiro-BA e Jaguarari-BA (Tabela 1, Fig. 1). A seleção de cada sítio foi baseada na presença de densos povoamentos de *P. juliflora* e de áreas preservadas (controle) às margens dos rios (Fig. 2). Foram consideradas como áreas

preservadas (controles) aquelas compostas por uma comunidade de vegetação nativa, sem vestígios de perturbação humana, tal como o corte de árvores, e com distância não superior a 5 km do sítio de estudo. Com exceção do São Francisco, os rios que margeiam os dez sítios de estudo são temporários e apresentam matas ribeirinhas chamadas de caraíba, separadas das colinas cobertas por caatinga (Ab'Saber 2000).

As áreas estudadas ocupam a Depressão Periférica da Bacia do rio São Francisco se estendendo do terraço fluvial até o platô. O terraço fluvial compreende a planície aluvial e o terraço aluvial e é formado por depósitos aluviais das encostas do vale, sendo constituído por material sedimentar argiloso, arenoso e/ou silteoso de origem fluvial, formando camadas estratificadas de aluvião referidas ao Holoceno e Quaternário (Jacomine et al. 1973; Cavalcanti et al. 1998). A planície aluvial ou planície de inundação (Lima 1989), com declividade entre 0 e 2° (Corrêa 1997), é constituída por sedimentos recentes formando terraços atuais (Bigarella 2003). O terraço aluvial, também chamado de encosta, consiste de uma área plana ou em bancadas, composta por cascalheiros ou espessos sedimentos antigos, formando terraços antigos que podem se situar acima do nível do rio (Bigarella 2003). O platô é formado por um manto sedimentar de natureza argilo-arenosa, referido ao Terciário, recobrando o embasamento cristalino do Pré-Cambriano, com relevo variando de plano a suave ondulado e ocorrendo logo após os terraços fluviais dos rios (Jacomine et al. 1973; Cavalcanti et al. 1998).

O clima é quente, semi-árido, com temperatura média anual de 26,3°C, umidade relativa média anual de 61,7%, precipitação total médio anual de 570 mm, concentrada no período de janeiro a abril (Amorim-Neto 1989) e com insolação média de 7,5 horas/dia e 445 cal/cm<sup>2</sup>/dia de radiação solar (Teixeira 2001). A vegetação do terraço fluvial (planície aluvial e terraço aluvial) é classificada como caatinga de floresta ciliar, enquanto aquela mais afastada (platô) dos rios é classificada como caatinga arbustivo-arbórea (Andrade-Lima 1981; Ab'Saber 1990).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com 4 tratamentos (planície aluvial, terraço aluvial, platô e área controle) e 10 repetições (sítios), totalizando 40 parcelas de 10 x 100 m (Fig. 2).

As características físico-químicas do solo contribuíram para compreender o estabelecimento e a densidade de *P. juliflora* nos diferentes ambientes geomorfológicos dos sítios de estudo, e o levantamento da densidade de *P. juliflora* para relacioná-la com os impactos sobre a riqueza e diversidade de espécies nativas lenhosas naqueles ambientes.

Na caracterização físico-química (umidade do solo, areia, silte argila, matéria orgânica, fósforo, sódio, cálcio e magnésio) das áreas estudadas, foram coletadas três sub-amostras/parcela para representar uma amostra composta de solo em cada um dos quatro ambientes geomorfológicos dos dez sítios, totalizando 40 amostras compostas a 0-20 e 20-40 cm de profundidade (Batista e Couto 1992a, b). As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Solo, Água e Tecido Vegetal da Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE, de acordo com Oliveira (1979). A umidade do solo da planície aluvial, terraço aluvial e platô foi determinada em um único sítio, entre os dez selecionados, na profundidade de 0-20 cm, coletando-se 10 amostras deformadas (tradagem) por ambiente, a cada 15 dias, durante o período de março de 2006 a fevereiro de 2007. No laboratório, a determinação da umidade do solo foi realizada pelo método gravimétrico (Reichardt e Timm 2004).

Para a caracterização fitossociológica, foi determinado o diâmetro ao nível do solo (DNS) maior ou igual a 3,0 cm e a altura maior ou igual a 1,0 m (Rodal et al. 1992) dos indivíduos arbustivo-arbóreos presentes em cada uma das parcelas. O material botânico foi coletado no campo pelo nome vulgar, sendo posteriormente seco em estufa a 55°C, processado, identificado e incorporado no herbário da Embrapa Semi-Árido. A diversidade da comunidade de plantas de cada ambiente foi determinada pelo índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ ), utilizando-se o programa Diversity, versão 1.2 (Henderson e Seaby 1997).

Os valores médios das variáveis físico-químicas, das médias de umidade do solo, da densidade de *P. juliflora* e diversidade da comunidade foram comparados entre os ambientes pelo teste de Kruskal-Wallis, sendo as médias da riqueza entre os ambientes comparadas pelo teste de Tukey, utilizando o Programa BioEstat 4.0 (Ayres et al. 2005). Efetuou-se a análise de correlação de Pearson ( $r$ ) entre a densidade absoluta de *P. juliflora* e a riqueza e a diversidade de plantas nativas, nos quatro ambientes geomorfológicos (planície e terraço aluvial, platô e controle) dos dez sítios, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) (Ribeiro-Jr. 2001), da Universidade Federal de Viçosa.

## **Resultados**

### Análise físico-química do solo

Quando se comparou as diferentes variáveis físicas (areia, silte e argila), não foi observada diferença estatística significativa, entretanto, a partir da planície aluvial até o platô, os teores

de areia e silte foram, respectivamente, crescentes e decrescentes nos três ambientes, na profundidade de 0-20 cm (Tabelas 2 e 3). Do mesmo modo, no que diz respeito às características químicas do solo (matéria orgânica, sódio, cálcio e magnésio), também não foi verificado diferença significativa para os teores destes elementos, com exceção da diferença significativa para o fósforo ( $H = 14,60$ ; g.l. = 3;  $p = 0,0022$ ), na camada de solo de 0 a 20 cm e ( $H = 9,88$ ; g.l. = 3;  $p = 0,0196$ ), na camada de 20-40 cm, com os maiores teores de fósforo observados nos ambientes de planície aluvial e área controle, e, os menores teores registrados no platô nas duas profundidades amostradas (Tabela 2 e 3). Por fim, houve diferença significativa na umidade do solo dos ambientes estudados ( $H = 12,55$ ; g.l. = 2;  $p = 0,0019$ ), sendo os menores valores aqueles encontrados no ambiente platô (Tabela 2).

### Composição florística

Ao total foram amostrados 5271 indivíduos (nativas mais *P. juliflora*) com *P. juliflora* representando 20,6% desse total. Foram identificadas 75 espécies/morfoespécies, distribuídas em 59 gêneros e 30 famílias (Tabela 4), das quais 90,7% foram identificadas em nível específico e as demais em nível genérico. A maior riqueza ocorreu no controle, enquanto a menor ocorreu na planície aluvial ( $F = 7,72$ ; g.l. = 3;  $p = 0,0006$ ) (Fig. 3 e Tabela 4).

As espécies vegetais mais frequentes, com 12% de ocorrência nos quatro ambientes estudados foram: *Myracrodruon urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis* var. *brasiliensis*, *Aspidosperma pyriforme*, *Cereus jamacaru*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Cnidoscolus quercifolius*, *Jatropha mollissima*, *Mimosa arenosa* e *Melochia tomentosa* (Tabela 4). As espécies menos frequentes (26,7%) foram: *Pilosocereus pachycladus*, *Pilosocereus* sp., *Senna macranthera*, *Senna martiana*, *Capparis jacobinae*, *Wilbrandia* sp., *Manihot pseudoglaziovii*, *Sapium lanceolatum*, *Byrsonima* sp., *Calliandra depauperata*, *Dalbergia cearensis*, *Desmanthus virgatus*, *Mimosa verrucosa*, *Piptadenia obliqua*, *Ximena americana*, *Genipa americana*, *Tocoyena formosa*, *Sapindus saponaria*, *Nicotiana glauca* e *Cissus simsiana* (Tabela 4). Dentre as espécies vegetais mais frequentes, 32,9%, 29,7%, 26,6% e 10,8% encontravam-se presentes, respectivamente, nos ambientes de platô, controle, terraço aluvial e planície aluvial (Tabela 4). Por outro lado, entre as espécies vegetais menos frequentes, 90%, 28%, 2% e 0% encontravam-se presentes, respectivamente, nos ambientes de platô, controle, terraço aluvial e planície aluvial (Tabela 4).

Nos ambientes mais úmidos da planície e terraço aluvial pôde ser encontrado um grupo de plantas exclusivas, formado pelas espécies: *Copernicia prunifera*, *Tabebuia aurea*,

*Caesalpinia ferrea*, *Poeppigia procera*, *Ipomoea carnea* subesp. *fistulosa*, *Phyllanthus* cf. *chacoensis*, *Erythrina velutina*, *Geoffroea spinosa*, *Inga vera* subesp. *affins*, *Mimosa bimucronata*, *Zizyphus joazeiro*, *Lycium* cf. *martii*, *Celtis membranacea* e *Ruprechtia apetala* (Tabela 4). No ambiente do platô há maior ocorrência das espécies *Schinopsis brasiliensis* var. *brasiliensis*, *Spondias tuberosa*, *Aspidosperma pyriformium*, *Tabebuia spongiosa*, *Commiphora leptophloeos*, *Caesalpinia microphylla*, *Cnidoscolus quercifolius*, *Pilosocereus gounellei* subesp. *gounellei*, *Caesalpinia pyramidalis*, *Croton sonderianus*, *Jatropha ribifolia* e *Mimosa tenuiflora* (Tabela 4). As famílias de plantas com maior número de espécies foram: Mimosaceae (13), Euphorbiaceae (9), Caesalpiniaceae (8), Cactacea (6), Bignoniaceae (4), Anacardiaceae (3) e Fabaceae (3) (Tabela 4).

### Estrutura

A densidade absoluta de *P. juliflora* nos quatro ambientes foi de 1086 indivíduos/ha, havendo diferença significativa ( $H = 30,00$ ; g.l. = 3;  $p = 0,0001$ ) entre os ambientes, com maiores valores nos ambientes de planície (733) e terraço (341) aluvial e menor no platô (12) e controle (0) (Fig. 4).

A diversidade de plantas nativas não apresentou diferença significativa para todos os ambientes geomorfológicos estudados ( $H = 7,61$ ; g.l. = 3;  $p = 0,0549$ ) (Fig. 5).

A densidade de *P. juliflora* apresentou correlação negativa significativa entre a diversidade ( $r = -0,37$ ;  $p < 0,01$ ) e riqueza ( $r = -0,61$ ;  $p < 0,01$ ) de espécies vegetais nativas, ou seja, na medida em que aumenta a densidade de *P. juliflora* diminui a diversidade e riqueza de espécies nativas.

### Discussão

Os maiores teores de umidade e fósforo disponíveis nos solos dos ambientes de planície e terraço aluvial, onde *P. juliflora* apresentou maior abundância e frequência, podem ter contribuído para o seu estabelecimento nesses ambientes. Não houve diferença significativa entre outros macronutrientes.

Solos de mata ciliar e de galeria possuem textura fina com maiores quantidades de silte e argila (Ribeiro e Walter 1998; Moreno e Schiavini 2001), maior capacidade de armazenamento de água (Reichardt e Timm 2004), e, por isto, acumulam mais nutrientes e apresentam maior capacidade de troca catiônica (Moreno e Schiavini 2001), favorecendo a

invasão de *P. juliflora* (Pegado et al. 2006). Portanto, o estabelecimento de *P. juliflora* pode estar correlacionado à maior disponibilidade de nutrientes e água presentes nos solos desses ambientes. Plantas do gênero *Prosopis* são providas de dois sistemas radiculares que se desenvolvem rapidamente após a germinação e podem atingir até 40 cm de comprimento em oito semanas (Pasiiecznik 2004), o que pode proporcionar uma melhor absorção de nutrientes e água em relação às espécies nativas.

Dentre as plantas identificadas, as três famílias que apresentaram maior número de espécies foram: Mimosaceae, Euphorbiaceae e Caesalpiniaceae, corroborando com resultados anteriores obtidos por Albuquerque et al. (1982); Oliveira et al. (1997); Ferraz et al. (1998); Rodal et al. (1998); Alcoforado Filho et al. (2003); Nascimento et al. (2003), em levantamentos na caatinga. Neste contexto, as espécies vegetais nativas (*Arrabidaea* sp, *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. F. ex S. Moore, *Senna spectabilis* var. *excelsa* (Schrad.) H.S.Irwin & Barneby, *Capparis flexuosa* (L.) L., *Erythroxylum nummularia* Peyr., *Croton heliotropiifolius* Kunth, *Croton sonderianus* Müell.Arg., *Anadenanthera columbrina* (Vell.) Brenan., *Genipa americana* L. e *Sapindus saponaria* L.) foram mais frequentes e abundantes no ambiente controle, mas não ocorreram na planície aluvial na presença de *P. juliflora*, as quais deverão ser consideradas em programas futuros para recomposição florestal daquele ambiente.

A densidade de *P. juliflora* influenciou a riqueza e a diversidade da comunidade de espécies nativas. Assim, a riqueza e a diversidade dos ambientes estudados foram inversamente proporcionais à presença de *P. juliflora*, ou seja, nos ambientes controle e platô, onde a abundância e a frequência de *P. juliflora* foram menores, maiores foram às riquezas e diversidades de espécies vegetais nativas. Isto mostra que *P. juliflora* pode afetar a riqueza vegetal daqueles ambientes nos quais ela está presente. Isto foi mostrado em áreas de caatinga invadidas por *P. juliflora* cujos parâmetros estruturais foram afetados, apresentando menores riquezas e diversidades florística que aquelas áreas não invadidas (Vilar 2006) e, também, para espécies vegetais nativas presentes na região centro-oeste do litoral português, cuja diversidade foi significativamente menor nas parcelas invadidas por *Acácia longifolia* (Andrews) Willd. (Marchante et al. 1999).

A densidade absoluta de *P. juliflora* nos ambientes de planície e terraço aluvial, platô e controle foram menores que as densidades de 1102 e 3942 indivíduos/ha observados para *P. juliflora* em áreas de caatinga localizadas nos municípios, respectivamente, de Monteiro, Paraíba (Pegado et al. 2006) e Jaguarari, Bahia (Lima 2002) e maior que a densidade 111-255 indivíduos/ha de *Prosopis velutina* Woot (Leguminosae: Mimosoidae) em áreas de pradaria

no deserto do Arizona (Lloyd et al. 1998). Essas variações podem ser atribuídas às diferenças de ambientes geomorfológicos em cada estudo. Por outro lado, altas densidades de *P. juliflora* podem ser resultantes de efeitos causados pela alelopatia desta espécie sobre as outras plantas (Noor et al., 1995) e/ou de altos valores de regeneração natural, pois estudos conduzidos em áreas de caatinga do Rio Grande do Norte e Paraíba revelaram porcentagens de regeneração de *P. juliflora* variando de 65% a 95% em relação às espécies nativas, com densidade variando de 93,7% a 99,6% de indivíduos amostrados (Oliveira 2006). Lins e Silva (1997) encontrou uma ocupação de 72% com *P. juliflora* em área de agricultura e pastagem, em caatinga aberta (8%), em caatinga semi-densa (18%) e em caatinga densa apenas (2%), com evidência desta espécie se estender em caatinga semi-densa.

O índice de diversidade para nativas mais *P. juliflora*, foram maiores nos ambientes de platô e controle, indicando que esses ambientes não foram invadidos pela algarobeira. Por outro lado, os índices de diversidade obtidos nos quatro ambientes estudados foram maiores que aqueles obtidos em áreas invadidas por *P. juliflora*, às margens do rio Paraíba-PB e em remanescente de caatinga arbustiva-arbórea de encosta em regular estado de conservação (Pegado et al. 2006). Esses baixos índices de diversidade vegetal observados em áreas perturbadas de caatinga e invadidas por *P. juliflora*, indicam que esta espécie representa uma ameaça para a regeneração e sobrevivência de espécies nativas presentes nestes ambientes.

A maior abundância e frequência de *P. juliflora* nos ambientes de planície e terraço aluvial em relação ao platô podem ser explicadas pela maior capacidade dessa planta em absorver água e nutrientes do solo de ambientes com maior fertilidade e disponibilidade hídrica. Por outro lado, *P. juliflora* não foi encontrada no ambiente controle, onde as condições edáficas são semelhantes àquelas encontradas na planície aluvial. Por isto, acredita-se que *P. juliflora* não é capaz de se estabelecer em comunidades vegetais nativas que se encontram em estágio avançado de sucessão. Outra hipótese seria que *P. juliflora* não é capaz de tolerar ambientes sombreados e, portanto, não se desenvolveria em ambientes cuja vegetação nativa encontra-se preservada, com alta densidade e diversidade, pois plantas jovens, recém-regeneradas, de *P. juliflora* são muito sensíveis ao desenvolvimento quando se estabelecem sob a copa de árvores adultas ou em pastagens estabelecidas (Pasiiecznik 2002) e apresentam menor produção de fitomassa e área foliar quando cultivada sob baixa luminosidade (Perez et al. 1999) e em solos não adubados (Perez 1995). Isto mostra a necessidade de se recuperar as áreas de caatinga degradadas ou em estágio inicial de degradação, através da recomposição florestal desses ambientes com espécies vegetais nativas.

## **Agradecimentos**

Ao Programa de Aperfeiçoamento Científico - PAC, da Universidade do Estado da Bahia – UNEB, pelo apoio financeiro.

## **Referências**

Ab'sáber AN (1990) Floram: Nordeste seco. *Estudos avançados* 4(9):149-174

Ab'sáber AN (2000) O suporte geocológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: Rodrigues RR, Leitão-Filho H de F (eds) *Matas ciliares: conservação e recuperação*. 2ª ed. São Paulo: EDUSP/FAPESP, pp 15-25

Albuquerque SG, Soares JGG, Araújo-Filho JA (1982) Densidade de espécies arbóreas e arbustivas em vegetação de caatinga, EMBRAPA-CPATSA, Petrolina (Pesquisa em Andamento 16), 9 pp

Alcoforado-Filho FG, Sampaio EVSB, Rodal MJN (2003) Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. *Acta Botânica Brasílica* 17(2):289-305

Amorim Neto M da S (1989) Informações meteorológicas dos campos experimentais de Bebedouro e Mandacaru. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 57), 58 pp

Andrade-Lima D. de (1981) The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4:149-163

Ayres M, Júnior MA, Ayres DL, Santos AS dos (2005) *BioEstat 4.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Sociedade Civil Mamirauá/MCT-CNPq

Azevedo G de (1961) *Algaroba*. Rio de Janeiro: Serviço de Informação Agrícola, (SIA, 843) 31 pp

Barbosa LM (1999) Implantação de mata ciliar. In: Simpósio de Mata Ciliar Ciência e Tecnologia, 1999. Belo Horizonte. Anais... Lavras: UFLA/FAEPE/CEMIG, pp 111-135

Batista EA, Couto HTZ do (1992a) Influência de fatores físicos do solo sobre o desenvolvimento das espécies florestais mais importantes do cerrado da reserva biológica de Moji-Guaçu, SP. In: 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas. Revista do Instituto Florestal 4:318-323

Batista EA, Couto HTZ do (1992b) Influência de fatores químicos do solo sobre o desenvolvimento das espécies florestais mais importantes do cerrado da reserva biológica de Moji-Guaçu, SP. In: 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas. Revista do Instituto Florestal 4:324-329

Bigarella JJ (2003) Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Florianópolis: Ed. da UFSC 3:877-1436

Botelho SA, Davide AC (2002) Métodos silviculturais para recuperação de nascentes e recomposição de matas ciliares. In: Simpósio Nacional Sobre Recuperação de Áreas Degradadas. Água e Biodiversidade, 5, Anais... Belo Horizonte, pp 123-145

Castro PS (1999) Bacias de cabeceiras: Verdadeiras caixas d'água da natureza. Ação Ambiental 1(3):9-11

Cavalcanti AC, Araújo-Filho JC, Silva MSL (1998) Levantamento detalhado de solos e do potencial de uso das terras do SPSB, escala 1:5.000. EMBRAPA-CNPS UEP, Recife. (Relatório Técnico de Projeto)

Corrêa AC de B (1997) Mapeamento geomorfológico de detalhe do maciço da serra da baixa verde - estudo da relação entre a distribuição dos sistemas geoambientais e a compartimentação geomorfológica. Dissertação de Mestrado. UFPE, Recife

Ferraz EMN, Rodal MJN, Sampaio EVSB, Pereira R de CA (1998) Composição florística em trechos de vegetação de caatinga e brejo de altitude na região do Vale do Pajeú, Pernambuco. Revista Brasileira de Botânica 21(1):7-15

Gomes P (1961) A algarobeira. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola (Serie SIA, 865), 49 pp

Henderson PA, Seaby, RM H (1997) Species, Diversity & Richness 1.2. PISCES Conservation Ltd, IRC House, Pennington, Lymington.

Jacomine PT, Cavalcanti AC, Burgos N, Pessoa SCP, Silveira CO (1973) Levantamento exploratório de solos do estado de Pernambuco. SUDENE, Recife, v.2 (Boletim Técnico 26), 713 pp

Kuhlmann E (1951) Aspectos gerais da vegetação do alto São Francisco. Revista Brasileira de Geografia 13:141-148

Lima PCF, Lima JLS de, Lima AQ de (2002) Regeneração natural em área degradada por mineração de cobre, no semi-árido brasileiro. In: Congresso Nacional de Botânica, 53. Anais... Recife, PE: SSB, pp 377-377

Lima W de P (1989) Função hidrológica da mata ciliar. In: Anais do Simpósio sobre Mata Ciliar, Fundação Cargill. Anais... Campinas, SP, pp 25-42

Lins e Silva ACB (1997) Characteristics of *Prosopis juliflora* invasion of semi-arid habitats in Northeast Brazil. Dissertação (M.Sc. Advanced Course) - University of Drurham. Ecology, 76 pp

Lloyd J, Mannan RW, Destefano S, Kirkpatrick C (1998) The effects of mesquite invasion on a southeastern arizona grassland bird community. Wilson Bull 110(3):403-408

Mack RN, Simberloff D, Lonsdale WM, Evans H, Clout M, Bazzaz FA (2000) Biotic Invasions: Causes, Epidemiology, Global Consequences, and Control. Ecological Applications 10(3):689-710

Marchante H, Campelo F, Freitas H (1999) Ecologia do gênero *Acacia* nos ecossistemas dunares portugueses. Tema 1 - biologia e ecologia de espécies invasoras. 1º encontro sobre invasoras lenhosas

Moreno MIC, Schiavini I (2001) Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG). Revista brasileira de Botânica 24(4):537-544

Nascimento CE de S, Rodal MJN, Cavalcanti AC (2003) Phytosociology of the remaining xerophytic woodland associated to an environmental gradient at the banks of the São Francisco river - Petrolina, Pernambuco, Brazil. Revista Brasileira de Botânica 26(3):271-287

National Academy of Sciences (1980) Firewood crops: shrub and tree species for energy production. Washington, DC : National Academy of Sciences, 237 pp

Niemiera AX, Tech V, Von Holle B (2007) Invasive plants: a horticultural perspective, pp 426-080

Nobre FV (1982) Algarobeira no Nordeste brasileiro, especialmente no Rio Grande do Norte. In: Simpósio Brasileiro sobre Algaroba. 1. Anais. Natal: EMPARN, pp 257-282

Noor M, Salam U, Khan MA (1995) Allelopathic effects of *Prosopis juliflora* Swartz. Journal of Arid Environments 31, 83-90.

Oliveira FX de (2006) Impactos da invasão da algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. - sobre o componente arbustivo-arbóreo da caatinga nas microrregiões do curimataú e do seridó nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Areia. UFPB. Dissertação Mestrado, 146 pp

Oliveira LB (1979) Manual de métodos de análises de solo. EMBRAPA-SNLCS, Rio de Janeiro, 141 pp

Oliveira MEA, Sampaio EVSB, Castro AAJ, Rodal MJN (1997) Flora e fitossociologia de uma área de transição carrasco-caatinga de areia em Padre-Marcos, PI. *Naturalia* 22:131-150

Pasiecznik NM (2002) **Prosopis (mesquite, algarrobo)**: invasive weed or valuable forest resource? HDRA, Coventry, UK.

Pasiecznik NM, Harris PJC, Smith SJ (2004) Identifying Tropical *Prosopis* Species: A Field Guide. HDRA, Coventry, UK

Pasiecznik NM, Felker P, Harris PJC, Harsh LN, Cruz G, Tewari JC, Cadoret K, Maldonado LJ (2001) The *Prosopis juliflora*-*Prosopis pallida* complex: a monograph. HDRA Coventry, UK 172 pp

Pegado CMA, Andrade LA de, Félix LP, Pereira IM (2006) Efeitos da invasão biológica de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 20(4):887-898

Perez SCJGA (1995) Crescimento e resistência à seca da Algarobeira (*Prosopis juliflora* S.W. D. C.) cultivada em solo de cerrado, com ou sem adubo orgânico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30(5):595-604

Perez SCJGA, Fanti SC, Casali CA (1999) Efeitos do sombreamento artificial no crescimento e resistência à seca da Algarobeira (*Prosopis juliflora* S.w. D.C.). *Revista de Tecnologia e Ambiente* 5(1):7-29

Primo DC, Vaz LMS (2006) Degradação e perturbação ambiental em matas ciliares: estudo de caso do rio Itapicuru-Açu em Ponto Novo e Filadélfia Bahia. *Diálogos & Ciência – Revista Eletrônica da Faculdade de Tecnologia e Ciências*. Ano IV, n. 7

Rabelo JLC, Coelho JP, Santos JAN dos (1990) Estudos sobre agroindústria no Nordeste: situação e perspectiva da produção irrigada. BNB, Fortaleza, 139 pp

Randall JM (1996) Weed control for the preservation of biological diversity. *Weed technology* (10):370-383

Reichardt K, Timm, LC (2004) Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações. São Paulo: Editora Manole Ltda, 478 pp

Reis MS (1985) A política de reflorestamento para o Nordeste Semi-Árido. In: Seminário Sobre Potencialidade Florestal do Semi-Árido Brasileiro 1. João Pessoa. *Silvicultura* (37):33-37

Ribeiro JF, Walter BMT (1998) Fitofisionomias do bioma cerrado. In: Sano SM, Almeida SP (eds) Cerrado: ambiente e flora. EMBRAPA-CPAC, Planaltina, pp 89-166

Ribeiro Jr (2001) Análises Estatísticas do SAEG. Viçosa, Editora: Folha de Viçosa, 301 pp

Rodal MJN, Andrade KVAA, Sales MF, Gomes AS (1998) Fitossociologia do componente lenhoso de um refúgio vegetacional no Município de Buíque, Pernambuco. *Revista Brasileira de Biologia* 58(3):517-526

Rodal MJN, Sampaio EVSB, Figueiredo MA (1992) Manual sobre métodos de estudos florísticos e fitossociológicos - ecossistema caatinga. Sociedade Botânica do Brasil, Brasília, 24 pp

Rodrigues RR, Nave AG (2000) Heterogeneidade florística das Matas Ciliares. In: Rodrigues RR, Leitão-Filho H de F (eds) Matas Ciliares: conservação e recuperação. 2ª ed. São Paulo. EDUSP/FAPESP, pp 45-72

Rodrigues RR, Shepherd GJ (2000) Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In: Rodrigues RR, Leitão-Filho H de F (eds) Matas ciliares: conservação e recuperação. 2ª ed. São Paulo: EDUSP/FAPESP, pp 101-107

Theoharides KA, DUKES JS (2007) Plant invasion across space and time: factors affecting nonindigenous species success during four stages of invasion. *New Phytologist* 176:256–273

Teixeira AH de (2001) Informações agrometeorológicas do Pólo Petrolina-PE / Juazeiro-BA. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 46p. (Documentos, 168)

Van Den BERG E, Oliveira-Filho AT (2000) Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta ripária em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. Revista Brasileira de Botânica, 23(3):231-253

Vilar FCR (2006) Impactos da invasão da algaroba [*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.] sobre estrato herbáceo da caatinga: florística, fitossociologia e citogenética. Areia. UFPB, Tese Doutorado, 94 pp

Williamson M (1996) Biological invasions. Chapman & Hall, London, 244 pp

**Tabela 1** Número do sítio, sítio, município, altitude e coordenadas, nos dez sítios de estudo. Petrolina-PE, Dormentes-PE, Juazeiro-BA e Jaguarari-BA.

No. Do Sítio	Sítio	Município	Altitude (m)	Coordenadas	
				Latitude	Longitude
01	Salitre	Juazeiro-BA	383	9°35' Sul	40°39' Oeste
02	Serra Branca	Juazeiro-BA	413	9°40' Sul	40°22' Oeste
03	Pinhões	Juazeiro-BA	405	9°34' Sul	39°53' Oeste
04	Caraíba Metais	Jaguarari-BA	453	9°01' Sul	39°52' Oeste
05	Massaroca	Juazeiro-BA	457	9°51' Sul	40°15' Oeste
06	Tourão	Juazeiro-BA	377	9°26' Sul	40°25' Oeste
07	Dormentes	Dormentes-PE	471	8°28' Sul	40°46' Oeste
08	Gavião	Petrolina-PE	377	9°00' Sul	40°13' Oeste
09	Santa Fé	Petrolina-PE	402	8°56' Sul	40°40' Oeste
10	rio São Francisco	Petrolina-PE	375	9°28' Sul	40°36' Oeste

**Tabela 2** Valores médios e desvio padrão das variáveis físicas e químicas do solo, à profundidade de 0-20 cm, por ambiente, nos dez sítios de estudo. Petrolina-PE, Dormentes-PE, Juazeiro-BA e Jaguarari-BA.

Variáveis <sup>1</sup>	Ambientes			
	Planície aluvial x ± desvio padrão	Terraço aluvial x ± desvio padrão	Platô x ± desvio padrão	Área controle x ± desvio padrão
Umidade (%) <sup>2</sup>	4,94 ± 3,75 a	4,88 ± 2,58 a	3,20 ± 2,55 b	-
Areia (%)	53,50 ± 19,97 a	62,60 ± 12,09 a	66,80 ± 9,68 a	63,10 ± 11,46 a
Silte (%)	20,50 ± 11,85 a	18,40 ± 10,25 a	14,30 ± 6,31 a	17,20 ± 9,69 a
Argila (%)	25,50 ± 10,12 a	18,90 ± 9,43 a	19,00 ± 10,27 a	19,50 ± 7,66 a
Matéria Orgânica (g/kg)	21,73 ± 17,20 a	15,42 ± 12,02 a	17,07 ± 13,16 a	20,34 ± 8,92 a
Fósforo (mg/dm <sup>3</sup> )	50,30 ± 66,17 a	33,20 ± 64,42 ab	6,90 ± 5,24 bc	54,00 ± 78,63 ad
Sódio (cmol/dm <sup>3</sup> )	0,89 ± 1,07 a	0,43 ± 0,58 a	0,21 ± 0,36 a	0,29 ± 0,57 a
Cálcio (cmol/dm <sup>3</sup> )	11,87 ± 7,15 a	7,83 ± 5,76 a	5,57 ± 3,15 a	8,49 ± 3,74 a
Magnésio (cmol/dm <sup>3</sup> )	4,48 ± 2,69 a	3,49 ± 3,49 a	2,99 ± 2,13 a	3,51 ± 1,44 a

<sup>1</sup>Em cada variável, médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup>Umidade do solo correspondente a um sítio.

**Tabela 3** Valores médios e desvio padrão das variáveis físicas e químicas do solo, à profundidade de 20-40 cm, por ambiente, nos dez sítios de estudo. Petrolina-PE, Dormentes-PE, Juazeiro-BA e Jaguarari-BA.

Variáveis <sup>1</sup>	Ambientes			
	Planície aluvial x ± desvio padrão	Terraço aluvial x ± desvio padrão	Platô x ± desvio padrão	Área controle x ± desvio padrão
Areia (%)	56,10 ± 17,14 a	64,50 ± 7,50 a	61,30 ± 12,18 a	59,70 ± 13,94 a
Silte (%)	18,00 ± 8,22 a	13,30 ± 3,62 a	14,80 ± 3,76 a	18,50 ± 9,06 a
Argila (%)	24,90 ± 11,86 a	22,20 ± 7,94 a	23,80 ± 10,32 a	22,30 ± 8,61 a
Matéria Orgânica (g/kg)	14,09 ± 11,26 a	11,19 ± 10,13 a	12,00 ± 10,64 a	10,95 ± 5,06 a
Fósforo (mg/dm <sup>3</sup> )	25,70 ± 25,28 a	21,00 ± 36,24 ab	4,80 ± 3,08 b	29,20 ± 35,18 ab
Sódio (cmol/dm <sup>3</sup> )	1,21 ± 1,49 a	1,29 ± 1,93 a	0,53 ± 0,74 a	0,53 ± 0,44 a
Cálcio (cmol/dm <sup>3</sup> )	8,89 ± 4,26 a	7,60 ± 4,86 a	7,27 ± 4,88 a	10,23 ± 5,32 a
Magnésio (cmol/dm <sup>3</sup> )	4,29 ± 2,73 a	4,31 ± 3,02 a	3,86 ± 2,59 a	3,95 ± 1,21 a

<sup>1</sup>Em cada variável, médias seguidas das mesmas letras na linha não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

**Tabela 4** Relação das famílias e espécies amostradas nas parcelas que atendiam ao critério de inclusão, com a respectiva indicação do hábito, do ambiente geomorfológico de ocorrência e do número de indivíduos. Petrolina-PE, Dormentes-PE, Juazeiro-BA e Jaguarari-BA. (A) planície aluvial, (B) terraço aluvial, (C) platô e (D) área controle

Família/Espécie	Nome vulgar	Hábito	Ambiente			
			A	B	C	D
<b>1) ANACARDIACEAE</b>						
1. <i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão.	aroeira	arbóreo	1	1	4	9
2. <i>Schinopsis brasiliensis</i> var. <i>brasiliensis</i> Engl.	barauna	arbóreo	3	5	13	10
3. <i>Spondias tuberosa</i> Arruda	umbuzeiro	arbóreo	-	3	5	-
<b>2) APOCYNACEAE</b>						
4. <i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.	pereiro	arbóreo	2	29	31	11
<b>3) ARECACEAE</b>						
5. <i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) H.E. Moore	carnaubeira	arbóreo	11	7	-	25
<b>4) ASCLEPIADACEAE</b>						
6. <i>Marsdenia mollissima</i> E. Fourn.	cunhão-de-touro	trepadeira	-	-	1	6
<b>5) BIGNONIACEAE</b>						
7. <i>Arrabidaea</i> sp	grajaú	arbusto	-	16	-	55
8. <i>Melloa quadrivalvis</i> (Jacq.) A. H. Gentry	cipó-de-cesto	trepadeira	-	9	-	3
9. <i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Mo.	craibeira	arbóreo	-	1	-	14
10. <i>Tabebuia spongiosa</i> Rizzini	sete-cascas	arbóreo	-	1	6	-
<b>6) BOMBACACEAE</b>						
11. <i>Pseudobombax simplicifolium</i> A.Robyns	imbiçu	arbóreo	-	-	1	1
<b>7) BORAGINACEAE</b>						
12. <i>Cordia globosa</i> (Jacq.) Humb., Bonpl. & Kunth	moleque-duro	arbusto	1	-	3	2
<b>8) BURSERACEAE</b>						
13. <i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J. B. Gillett.	umburana-de-cambão	arbóreo	-	-	8	6
<b>9) CACTACEAE</b>						
14. <i>Cereus jamacaru</i> DC.	mandacaru	arbóreo	2	8	11	20

Tabela 3. Continuação...

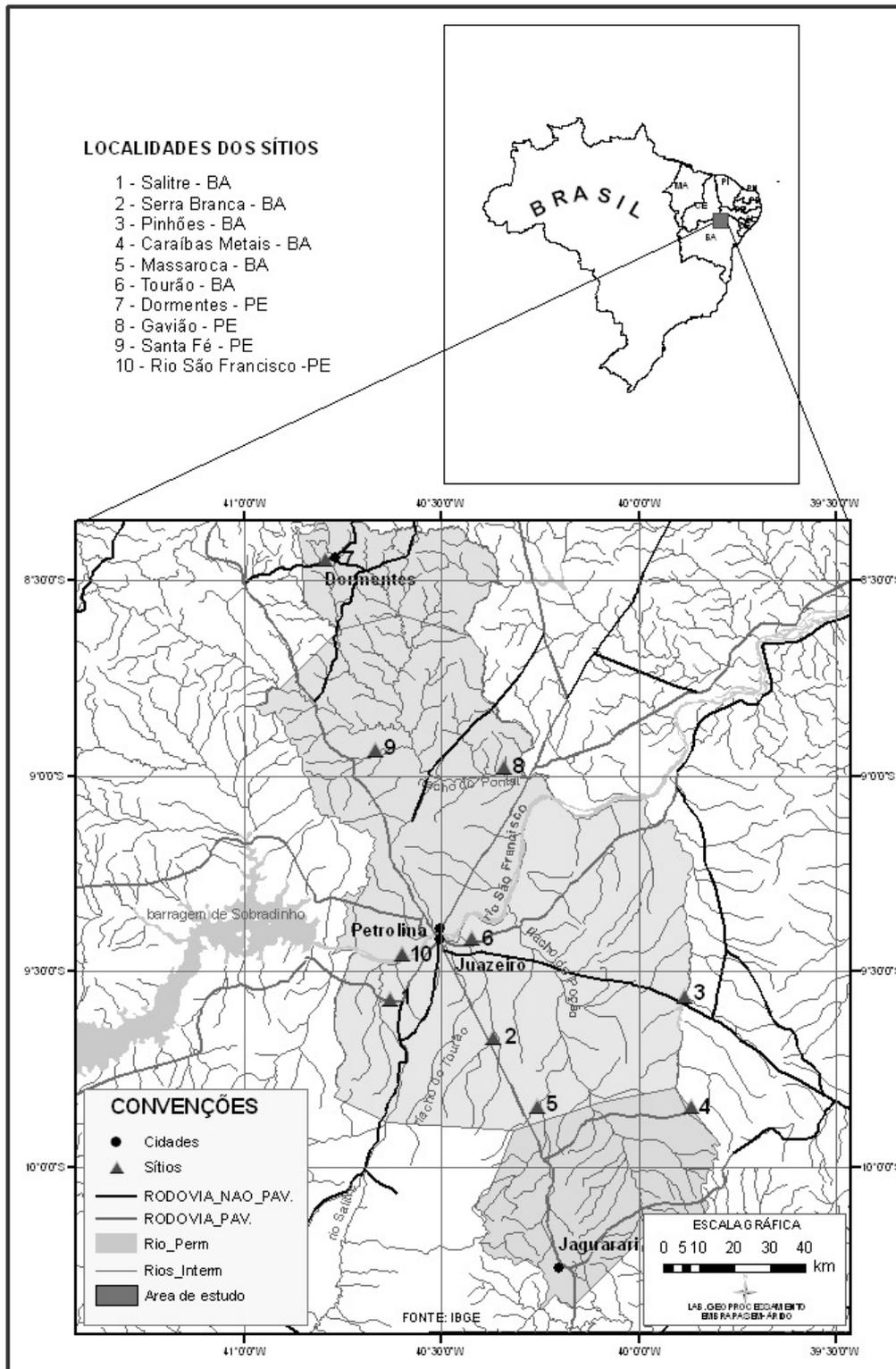
Família/Espécie	Nome vulgar	Hábito	Ambiente			
			A	B	C	D
15. <i>Harrisia adscendens</i> (Gurke) Britton & Rose	bugi	arbusto	10	5	-	8
16. <i>Opuntia palmadora</i> Britton & Rose	palmatória		-	4	16	2
17. <i>Pilosocereus gounellei</i> subesp. <i>gounellei</i> (Weber) Byles & Rowley	xique-xique	arbusto	-	7	46	15
18. <i>Pilosocereus pachycladus</i> F.Ritter	facheiro	arbóreo	-	-	8	-
19. <i>Pilosocereus</i> sp	jiqui	arbusto	-	-	1	-
<b>10) CAESALPINIACEAE</b>						
20. <i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex. Tul.	pau-ferro	arbóreo	2	-	-	11
21. <i>Caesalpinia microphylla</i> Mart. ex G.Don	catingueira-rasteira	arbusto	-	3	113	-
22. <i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.	catingueira-verdadeira	arbusto	140	384	379	503
23. <i>Parkinsonia aculeata</i> L.	turquia	arbóreo	15	2	-	-
24. <i>Poeppigia procera</i> Presl	muquém	arbóreo	57	22	-	47
25. <i>Senna macranthera</i> (Collad.) H.S. Irwin & Barneby	são-joão	arbusto	-	-	-	2
26. <i>Senna martiana</i> (Benth.) H.S.Irwin & Barneby	canafístula-brava	arbusto	-	-	29	-
27. <i>Senna spectabilis</i> var. <i>excelsa</i> (Schrad.) H.S.Irwin & Barneby	canafístula-de-bezouro	arbusto	-	3	-	9
<b>11) CAPPARACEAE</b>						
28. <i>Capparis flexuosa</i> (L.) L.	feijão-bravo	arbusto	-	6	1	7
29. <i>Capparis jacobinae</i> Moric. ex. Eichler	icó	arbusto	-	-	-	1
<b>12) CELASTRACEAE</b>						
30. <i>Fraunhoferia multiflora</i> Mart.	pau-branco	arbóreo	-	-	6	-
31. <i>Maytenus rigida</i> Mart.	pau-de-colher	arbóreo	-	-	5	5
<b>13) CONVULVULACEAE</b>						
32. <i>Ipomoea carnea</i> subesp. <i>fistulosa</i> (Mart. ex Choisy) D.F.Austin	canudo	arbusto	25	3	-	1
<b>14) CUCURBITACEAE</b>						
33. <i>Wilbrandia</i> sp	batata-de-teiú	trepadeira	-	1	-	-
<b>15) ERYTHROXYLACEAE</b>						
34. <i>Erythroxylum nummularia</i> Peyr.	rompe-gibão	arbusto	-	-	3	36
<b>16) EUPHORBIACEAE</b>						
35. <i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl	faveleira	arbóreo	5	42	77	11

Tabela 3. Continuação...

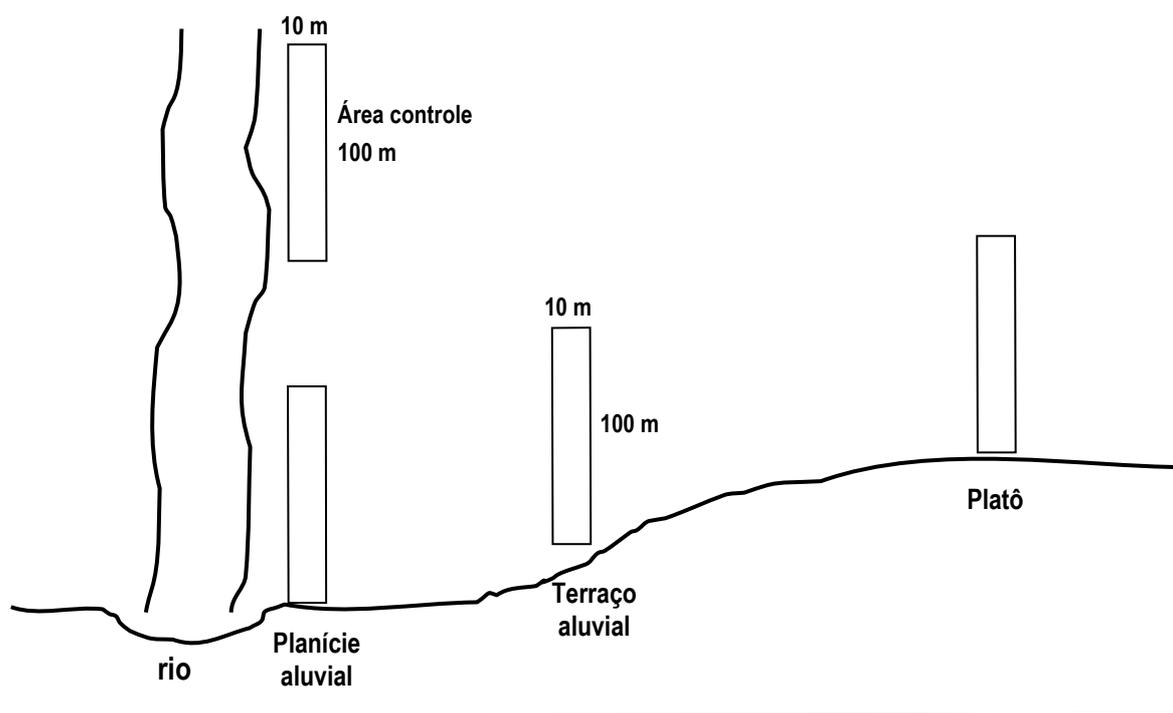
Família/Espécie	Nome vulgar	Hábito	Ambiente			
			A	B	C	D
36. <i>Croton heliotropiifolius</i> Kunth	quebra-faca	arbusto	-	7	27	12
37. <i>Croton sonderianus</i> Mull.Arg.	marmeleiro	arbusto	-	45	197	47
38. <i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.	pinhão-vermelho	arbusto	85	83	183	73
39. <i>Jatropha mutabilis</i> (Pohl) Baill.	pinhão-branco	arbusto	-	-	29	-
40. <i>Jatropha ribifolia</i> (Pohl) Baill.	pinhão-vermelho	arbusto	-	1	7	-
41. <i>Manihot pseudoglaziovii</i> Pax & K.Hoffm.	maniçoba	arbusto	-	-	7	-
42. <i>Phyllanthus</i> cf. <i>chacoensis</i> Morong	piranheira	arbóreo	2	-	-	55
43. <i>Sapium lanceolatum</i> (Müll.Arg.) Huber	burra-leiteira	arbóreo	-	-	-	1
<b>17) FABACEAE</b>						
44. <i>Andira</i> sp	angelim/pau-de-ema	arbóreo	-	2	4	-
45. <i>Erythrina velutina</i> Willd.	mulungu	arbóreo	2	-	-	16
46. <i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	marizeiro	arbóreo	64	-	-	17
<b>18) MALPIGHIACEAE</b>						
47. <i>Byrsonima sericea</i> A.DC.	murici	arbusto	-	-	12	-
<b>19) MIMOSACEAE</b>						
48. <i>Anadenanthera columbrina</i> (Vell.) Brenan.	angico-vermelho	arbóreo	-	1	8	19
49. <i>Calliandra depauperata</i> Benth.	carqueijo	arbusto	-	-	2	-
50. <i>Dalbergia cearensis</i> Ducke	violeta	arbóreo	-	1	-	-
51. <i>Desmanthus virgatus</i> (L.) Willd.	vergalho-de-vaqueiro	arbusto	-	-	-	1
52. <i>Inga vera</i> subesp. <i>affins</i> (DC.) T. D. Penn.	ingazeira	arbóreo	-	-	-	91
53. <i>Mimosa arenosa</i> (Willd.) Poir.	jurema-vermelha	arbóreo	3	2	42	34
54. <i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	alagadiço	arbusto	13	-	-	9
55. <i>Mimosa</i> sp	brinco-de-soinho	arbóreo	3	-	-	16
56. <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	jurema-preta	arbóreo	-	101	56	5
57. <i>Mimosa verrucosa</i> Benth.	jurema-branca	arbusto	-	-	6	-
58. <i>Piptadenia obliqua</i> (Pers.) J.F.Macbr	angico-de-bezerra		-	-	15	-
59. <i>Pithecellobium parvifolium</i> Merr.	arapiraca	arbóreo	-	1	2	-
60. <i>Prosopis juliflora</i> (Sw) D.C.	algarobeira	arbóreo	733	341	12	-
<b>20) NYTAGINACEAE</b>						
61. <i>Pisonia tomentosa</i> Casar.	farinha-seca	arbóreo	-	1	2	5

Tabela 3. Continuação...

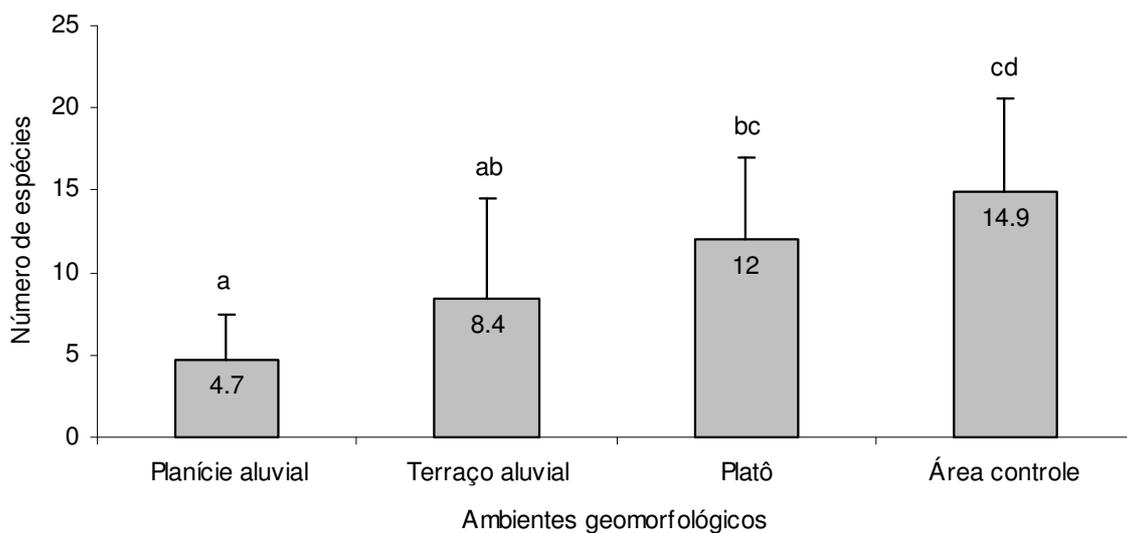
Família/Espécie	Nome vulgar	Hábito	Ambiente			
			A	B	C	D
21) <b>OLACACEAE</b>						
62. <i>Ximenia americana</i> L.	ameixa	arbusto	-	-	7	-
22) <b>POLYGONACEAE</b>						
63. <i>Ruprechtia apetala</i> Wedd.	pau-caixão	arbusto	2	-	7	55
64. <i>Triplaris gardneriana</i> Wedd.	pajeú/oitiçica	arbóreo	11	-	-	5
23) <b>RHAMNACEAE</b>						
65. <i>Zizyphus joazeiro</i> Mart.	juazeiro	arbóreo	12	39	-	49
24) <b>RUBIACEAE</b>						
66. <i>Genipa americana</i> L.	genipapo	arbóreo	-	-	-	6
67. <i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltld.) K.Schum.	genipapo-bravo	arbóreo	-	-	-	3
25) <b>SAPINDACEAE</b>						
68. <i>Sapindus saponaria</i> L.	sabonete	arbóreo	-	-	-	6
26) <b>SAPOTACEAE</b>						
69. <i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.)	quixabeira	arbóreo	-	-	5	5
27) <b>SOLANACEAE</b>						
70. <i>Lycium cf. martii</i> Sendtn.	espinheiro-branco	arbóreo	1	-	-	18
71. <i>Nicotiana glauca</i> Graham	fumo-bravo	arbusto	-	-	-	8
72. <i>Solanum americanum</i> Mill.	maria-pretinha	arbusto	-	-	1	1
28) <b>STERCULIACEAE</b>						
73. <i>Melochia tomentosa</i> L.	imbira-vermelha	arbusto	4	49	9	3
29) <b>ULMACEAE</b>						
74. <i>Celtis membranacea</i> Miq.	juai	arbóreo	3	-	-	29
30) <b>VITACEAE</b>						
75) <i>Cissus simsiana</i> Schult. & Schult.f.	cipó-gordo	trepadeira	-	-	3	-
<b>Número total de espécies</b>			<b>27</b>	<b>36</b>	<b>45</b>	<b>53</b>



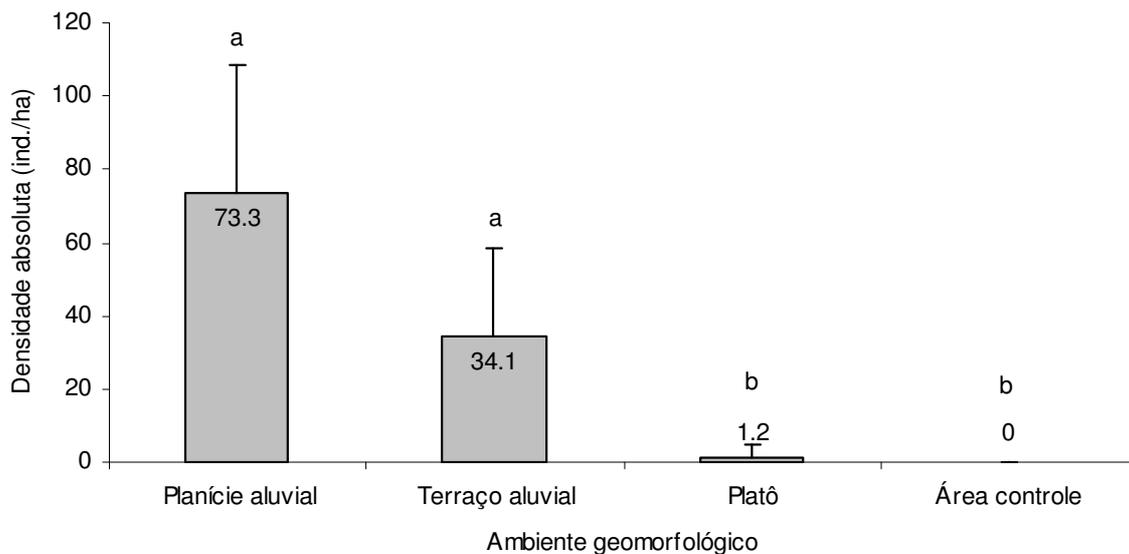
**Fig. 1** Mapa com a localização dos 10 sítios de estudo. Petrolina-PE, Dormentes-PE, Juazeiro-BA e Jaguarari-BA.



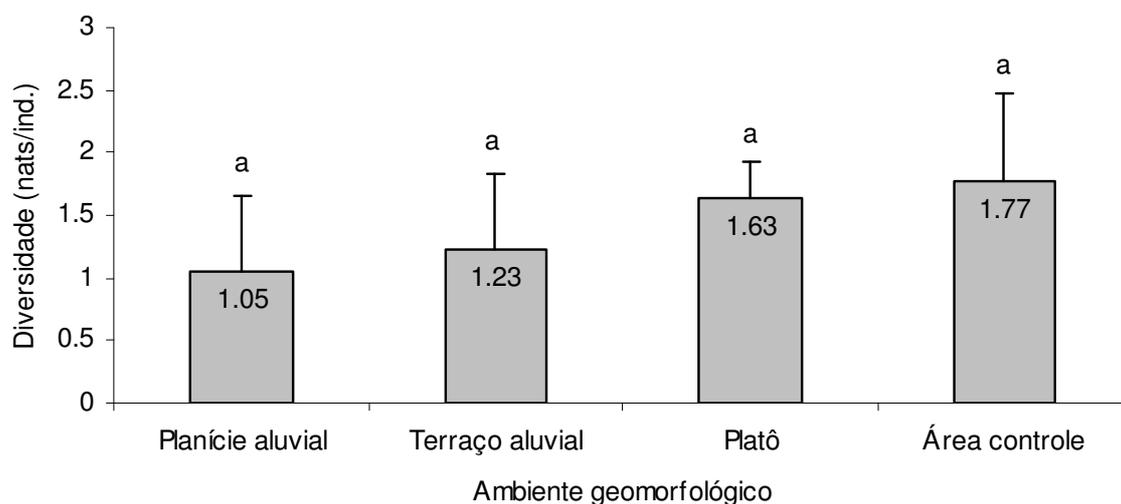
**Fig. 2** Projeção de perfil de solo com a distribuição das quatro parcelas nos três ambientes geomorfológicos de cada sítio. Petrolina-PE, Dormentes-PE, Juazeiro-BA e Jaguarari-BA.



**Fig. 3** Riqueza média de espécies vegetais nativas nos ambientes geomorfológicos de planície e terraço aluvial, platô e no controle. Petrolina-PE, Dormentes-PE, Juazeiro-BA e Jaguarari-BA. Teste de Tukey: colunas seguidas pela mesma letra minúscula não são diferentes ( $P < 0,05$ ). Barras de erro indicam desvio padrão.



**Fig. 4** Densidade média de *P. juliflora* nos ambientes de planície e terraço aluvial, platô e no controle. Petrolina-PE, Dormentes-PE, Juazeiro-BA e Jaguarari-BA. Teste de Kruskal-Wallis: colunas seguidas pela mesma letra minúscula não são diferentes ( $P < 0,05$ ). Barras de erro indicam desvio padrão.



**Fig. 5** Diversidade média de espécies vegetais nativas nos ambientes geomorfológicos de planície e terraço aluvial, platô e no controle. Petrolina-PE, Dormentes-PE, Juazeiro-BA e Jaguarari-BA. Teste de Kruskal-Wallis: colunas seguidas pela mesma letra minúscula não são diferentes ( $P < 0,05$ ). Barras de erro indicam desvio padrão.

## CAPÍTULO 2

### **Efeito do ambiente geomorfológico e da sementeira na germinação de *Prosopis juliflora* (Sw) D.C. (Leguminosae: Mimosoidae)<sup>1</sup>**

Clóvis Eduardo de S. Nascimento<sup>\*✦</sup>, Marcelo Tabarelli<sup>\*</sup>, Carlos Alberto D. da Silva<sup>✦</sup> e Inara R. Leal<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup>Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, 50670-901, Recife, PE, Brasil

<sup>✦</sup>Embrapa Semi-Árido, 56302-970, Petrolina, PE / UNEB - Departamento de Ciências Humanas, 48900-000, Juazeiro, BA, Brasil

<sup>✦</sup>Embrapa Algodão, 58107-720, Campina Grande, PB, Brasil

---

<sup>1</sup>Este manuscrito segue as normas da revista Journal of Tropical Ecology

**Resumo:** A caatinga tem sido explorada de forma intensiva pelo homem, através de atividades agropecuárias e do extrativismo vegetal, favorecendo a invasão da algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw) DC.). Objetivou-se estudar o efeito do ambiente geomorfológico e do tipo de sementeira na germinação de *P. juliflora*. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3, representado por quatro tipos de sementeira (S<sub>1</sub> = sementes de *P. juliflora* com a dormência quebrada artificialmente e depositadas na superfície do solo; S<sub>2</sub> = sementes de *P. juliflora* com a dormência quebrada artificialmente e enterradas no solo a 1,0 cm de profundidade (em cova); S<sub>3</sub> = sementes de *P. juliflora* passadas pelo trato digestivo de bovinos, misturadas a esterco dos mesmos e S<sub>4</sub> = sementes passadas pelo trato digestivo de muaras, misturadas ao esterco dos mesmos), e três ambientes geomorfológicos (A<sub>1</sub> = planície aluvial; A<sub>2</sub> = terraço aluvial e A<sub>3</sub> = platô). Verificou-se que a germinação de sementes de *P. juliflora* dependeu do tipo de sementeira e ambiente, tendendo a ser maior na cova nos ambientes geomorfológicos de planície aluvial e terraço aluvial, porque a umidade registrada na profundidade de 0 a 20 cm foi semelhante nesses ambientes. O esterco bovino aumentou a germinação de sementes de *P. juliflora* em relação à sementeira na superfície e na cova, no ambiente de platô. Dentre os tipos de

ambiente a menor germinação ocorreu na sementeira na cova, do ambiente de platô.

**Palavras Chave:** Algarobeira, semente, dormência, caatinga, umidade do solo.

**Abstract:** Man has exploited the caatinga intensively through agricultural and extractive activities that favored the invasion by mesquite (*Prosopis juliflora* (Sw) DC.). It was our purpose to study the effect of the geomorphologic environment and the type of sowing on the germination of *P. juliflora*. The experimental design was entirely randomized in a factorial scheme 4 x 3, represented by four types of sowing (S1= seeds of *P. juliflora* with artificially interrupted dormancy put on the soil surface; S2= seeds of *P. juliflora* with artificially interrupted dormancy put in the soil at a depth of 1.0 cm (in planting pits) ; S3= seeds of *P. juliflora* having passed through the digestive tract of cattle, mixed with cattle dung; and S4= seeds of *P. juliflora* having passed through the digestive tract of mules, mixed with their dung), and for three geomorphologic environments (A1= alluvial plain; A2= alluvial terrace and A3= plateau). It could be verified that the germination of the seeds of *P. juliflora* varied according to the type of sowing and environment, tending to be higher in planting pits in the geomorphologic environments of the alluvial plain and the alluvial terrace, since the humidity registered at a depth of 1 to 20 cm was similar in both environments. The cattle dung increased the germination of the seeds of *P. juliflora* when compared to sowing on the surface and in planting pits in the plateau environment. Among all environments, the least germination occurred when sowing in a planting pit on the plateau.

**Key Words:** Mesquite, seeds, dormancy, caatinga, soil humidity.

## INTRODUÇÃO

As espécies vegetais apresentam exigências próprias para seu desenvolvimento e as condições edáficas constituem-se em elementos do ambiente que podem interferir no desenvolvimento das plantas (Reid *et al.* 1991), pois o crescimento vegetal é bastante dependente da nutrição mineral (Street & Öpik 1984). Os solos são bastante heterogêneos em espaço e tempo, tendo forte consequência sobre o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente sobre as funções do ecossistema (Huber-Sannwald & Jackson 2001), tal como os diferentes ambientes geomorfológicos que possuem diferentes características de solo, incluindo a disponibilidade de água, e possivelmente diferença na luminosidade (devido à inclinação) e na temperatura.

Os ecossistemas, principalmente aqueles degradados, podem ser ocupados e dominados por espécies invasoras que promovem a homogeneização da flora e ameaçam a biodiversidade nativa pela sua expansão e capacidade de degradação desses ambientes (Lugo 1988). Na invasão estão envolvidos três estágios essenciais que são: (1) o transporte de um organismo para um novo local; (2) seu estabelecimento e aumento populacional e (3) a sua disseminação (Shea & Chesson 2000). Nesse trabalho são focados os segundo e terceiro estágios, onde a teoria ecológica de comunidade pode oferecer maiores subsídios.

A caatinga, caracterizada como floresta arbóreo-arbustiva, com algumas características xerofíticas, apresenta uma riqueza e diversidade vegetal maior que a faunística (Prado 2003), com várias espécies forrageiras, além das frutíferas como o umbu (*Spondias tuberosa* Arruda) (Amorim *et al.* 2005). Esse ecossistema tem sido explorado de forma intensiva pelo homem, através de atividades agropecuárias e de extrativismo vegetal (Moreira *et al.* 2006), aparecendo ambientes degradados que são favoráveis à invasão de espécies alienígenas (Espíndola *et al.* 2005), podendo, a partir dessas áreas, as espécies contaminantes invadirem ecossistemas preservados (Richardson *et al.* 2000). Dentre as espécies invasoras, destaca-se *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., considerada extremamente agressiva (National Academy of Science 1980), a qual foi introduzida no nordeste brasileiro com a finalidade de servir de alimento para o gado nos períodos de seca (Azevedo 1982). No entanto, o sistema de manejo adotado pelos produtores para criação desses animais tem favorecido a disseminação de sementes de *P. juliflora*, contribuindo para acelerar o processo de invasão.

Estudos sobre a germinação (De Villalobos & Perez 2001, De Villalobos *et al.* 2002) e estabelecimento (Pelaez *et al.* 1992, Distel *et al.* 1996, De Villalobos *et al.* 2005) de *P. caldenia* Burk. (Leguminosae: Mimosoidae) têm sido conduzidos. No entanto, pesquisas sobre o efeito do ambiente geomorfológico e tipo de semeadura na germinação de *P. juliflora* são inexistentes, e tornando-se importante para responder em que ambientes ocorrem, de fato, a formação de povoamentos densos de *P. juliflora*. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi verificar o efeito do ambiente geomorfológico e a forma de semeadura na germinação de *P. juliflora*.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em área privada situada as margens do rio Pontal, em três ambientes geomorfológicos distintos: planície aluvial, terraço aluvial e platô (Figura 1), com 9°00' de latitude Sul e 40°13' de longitude Oeste, e 377m de altitude, localizada no município de

Petrolina, estado de Pernambuco (Figura 2). Essa área ocupa a Depressão Periférica da Bacia do rio São Francisco e se estende do terraço fluvial até o platô. O terraço fluvial compreende a planície e o terraço aluvial e é formado por depósitos aluviais das encostas do vale, sendo constituído por material sedimentar argiloso, arenoso e/ou siltoso de origem fluvial, formando camadas estratificadas de aluvião referidas ao Holoceno e Quaternário (Jacomine et al. 1973; Cavalcanti et al. 1998). A planície aluvial ou planície de inundação (Lima 1989), com declividade entre 0 e 2° Corrêa (1997), é constituída por sedimentos recentes, formando terraços atuais (Bigarella 2003). O terraço aluvial, também chamado de encosta, consiste de uma área plana ou em bancadas, podendo situar-se bem acima do nível atual do rio, constituído por cascalheiros ou por espessos sedimentos antigos, formando terraços antigos (Bigarella 2003). O platô é formado por um manto sedimentar de natureza argilo-arenosa, com relevo variando de plano a suavemente ondulado e ocorrendo logo após os terraços fluviais dos rios (Jacomine et al. 1973, Cavalcanti et al. 1998).

O clima é quente, semi-árido, com temperatura média anual de 26,3°C, umidade relativa média anual de 61,7%, precipitação total médio anual de 570 mm, concentrada no período de janeiro a abril (Amorim-Neto 1989) e com insolação média de 7,5 horas/dia e 445 cal/cm<sup>2</sup>/dia de radiação solar (Teixeira 2001). A vegetação do terraço fluvial (planície e terraço aluvial) é classificada como caatinga de floresta ciliar, enquanto aquela mais afastada (platô) dos rios é classificada como caatinga arbustivo-arbórea (Andrade-Lima 1981, Ab'Saber 1990).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3, representado por quatro tipos de semeadura (S<sub>1</sub> = sementes de *P. juliflora* com a dormência quebrada artificialmente por desponte lateral com tesoura e depositadas na superfície do solo; S<sub>2</sub> = sementes de *P. juliflora* com a dormência quebrada artificialmente e enterradas no solo a 1,0 cm de profundidade [em cova]; S<sub>3</sub> = sementes de *P. juliflora* passadas pelo trato digestivo de bovinos, misturadas a esterco dos mesmos e S<sub>4</sub> = sementes passadas pelo trato digestivo de muare, misturadas ao esterco dos mesmos), e três ambientes geomorfológicos (A<sub>1</sub> = planície aluvial; A<sub>2</sub> = terraço aluvial e A<sub>3</sub> = platô) distribuídos em 10 repetições.

Sementes de *P. juliflora* foram semeadas no campo e distribuídas em 120 parcelas medindo 1,4 m<sup>2</sup> (Figura 3) distribuídas aleatoriamente nos três ambientes geomorfológicos, sendo as parcelas protegidas com tela de arame, para evitar possíveis danos provocados por animais. Em cada parcela foram semeadas 100 sementes, totalizando 1.000 sementes por tipo de semeadura e 4.000 sementes por ambiente, em meados de março de 2006 (período chuvoso da região). Considerando que a germinação de *P. juliflora* é epígea, as sementes germinadas

(presença de cotilédones) foram marcadas com palitos de dente. As sementes que apresentavam as primeiras folhas cotiledonares abertas foram classificadas como plântulas.

As sementes colhidas de frutos de *P. juliflora* tiveram sua dormência quebrada artificialmente por desponte lateral com tesoura, enquanto aquelas que passaram pelo trato digestivo de animais foram obtidas dos esterco secos dos mesmos. As sementes retiradas dos frutos bem como as dos esterco foram colhidas de várias árvores e animais, respectivamente, no mesmo ano da floração/frutificação das plantas de *P. juliflora*. As sementes de *P. juliflora* obtidas de frutos foram semeadas em espaçamentos de 10 x 10 cm e as sementes obtidas dos esterco foram separadas para contagem, sendo novamente misturadas a 500 ml de esterco dos animais correspondentes. A avaliação da germinação de sementes nos três ambientes foi realizada a cada cinco dias, durante os primeiros 30 dias.

Para verificar como a umidade do solo varia ao longo do ano nos diferentes ambientes foram coletadas 10 amostras deformadas (uso de cano galvanizado) por ambiente, na camada de solo de 0-20 cm, a cada 15 dias, durante o período de março de 2006 a fevereiro de 2007. As amostras foram levadas ao laboratório para a determinação da umidade pelo método tradicional (gravimétrico) (Reichardt & Timm 2004), ou seja, as amostras foram pesadas para a determinação da massa úmida ( $m_u$ , g), e após a secagem em estufa a 105°C, durante 24 horas, foram pesadas novamente para a determinação da massa seca ( $m_s$ , g). Assim, a umidade do solo com base em massa ( $U$ , g/g) foi determinada por:  $U$  (g/g) =  $(m_u - m_s) / m_s$  ou  $U$  (%) =  $(m_u - m_s) / m_s \times 100$ .

O número de sementes germinadas nos quatro tipos de semeadura e nos três ambientes geomorfológicos foi submetido à análise de variância sendo as médias comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls, utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) (Ribeiro Jr 2001), da Universidade Federal de Viçosa. A umidade do solo dos três ambientes foi comparada através do teste de Kruskal-Wallis.

## RESULTADOS

Na caracterização do perfil topográfico da superfície do solo dos três ambientes geomorfológicos a planície aluvial apresentou uma faixa de terreno, a partir do centro do rio, de 95 m e uma inclinação de 2%, o terraço aluvial uma faixa de 77 m e uma inclinação de 3,2%, e o platô uma faixa de terreno de 208 m, com uma inclinação de 1,8%.

Houve diferença significativa entre a umidade do solo nos diferentes ambientes geomorfológicos ( $H = 12,5507$ ; g.l. = 2;  $p = 0,0019$ ; Figura 4), sendo os maiores valores

observados nos ambientes de planície e terraço aluvial. A menor umidade do solo foi observada no ambiente de platô.

Foi verificada interação significativa entre semeadura versus ambiente ( $F= 8,99$ ;  $p < 0,0001$ ), indicando que a germinação de sementes dessa espécie depende do tipo de semeadura e do ambiente geomorfológico (Tabela 1).

Em geral, verificou-se que a germinação de *P. juliflora* tende a ser maior quando semeada na cova, nos ambientes de planície e terraço aluvial, embora somente tenha sido observada diferença significativa na planície aluvial (Tabela 2). Por outro lado, a menor germinação de *P. juliflora* foi observada na superfície e na cova do ambiente de platô (Tabela 2). No entanto, sementes de *P. juliflora* semeadas em mistura com o esterco bovino no ambiente de platô apresentaram maior germinação, que aquelas semeadas na superfície e na cova nesse mesmo ambiente, e quando semeadas na superfície ou misturadas aos estercos de bovinos e de muares nos ambientes de planície e terraço aluvial, a germinação foi semelhante (Tabela 2). Dentre os tipos de ambiente a menor germinação ocorreu na semeadura na cova, no ambiente de platô.

## DISCUSSÃO

A germinação não diferente significativamente de *P. juliflora* na superfície ou misturada aos estercos bovinos e muares, nos ambientes de planície e terraço aluvial, pode ser explicada pela maior umidade do solo registrada nesses ambientes. A presença de espécies lenhosas em comunidade de plantas de regiões áridas e semi-áridas depende de sua capacidade de germinação, emergência e persistência durante períodos de seca (Breshears & Barnes 1999). Por isto, o estabelecimento de espécies lenhosas ocorre quando suas sementes germinam em períodos de baixa competição pela água do solo (Jordan & Noble 1981, Gutterman 1986, Schwinning & Ehleringer 2001). Isto mostra que, com base nos resultados encontrados, a umidade do solo é fator limitante para germinação de *P. juliflora*, e que uma maior disponibilidade hídrica pode atuar como um dos principais agentes facilitadores para sua dispersão, concordando com as observações efetuadas por Lins e Silva (1997).

A maior germinação de *P. juliflora* semeada na cova na planície aluvial deveu-se, provavelmente, a menor dessecação das sementes proporcionada pela camada de solo úmido que recobriu a mesma. Segundo Harris (1992), sementes dessa planta depositadas na superfície do solo raramente germinam devido à desidratação. De forma semelhante, o ambiente úmido e protegido dos efeitos deletérios da radiação solar e do vento, conferido pelo

esterco animal, pode ter preservado a viabilidade das sementes de *P. juliflora*, contribuindo para uma maior germinação em comparação àquelas sementes semeadas na superfície do ambiente de platô que se encontravam desprotegidas. Por outro lado, as taxas de germinação não diferem significativamente obtidas para a superfície ou misturadas aos esterco de bovinos e de muaras nos ambientes de planície e terraço aluvial indicam que a quebra de dormência das mesmas com a técnica de desponte lateral foi tão eficiente quanto aquela obtida com a passagem das sementes pelos tratamentos digestivos de bovinos e de muaras. Isto foi mostrado, também, para sementes de *P. caldenia*, cuja escarificação é obtida através da passagem pelo trato digestivo de animais (Peláez *et al.* 1992, Peinetti *et al.* 1993), com posterior deposição junto ao estrume, que é considerado um ambiente favorável para sua emergência e sobrevivência (Malo & Suarez 1995, Cypher & Cypher 1998). Desta forma, a semeadura animal pode aumentar a disseminação de sementes (Archer 1995), favorecendo o recrutamento de plantas lenhosas em locais de intenso pastejo (Braunack & Walker 1985).

*P. juliflora* encontra-se disseminada em praticamente todos os estados do nordeste, ocupando preferencialmente as áreas de matas ciliares e de galerias, as manchas de Neossolos Flúvicos e as baixadas sedimentares, onde se formam maciços populacionais de alta densidade (Pegado *et al.* 2006). Essas áreas de aluvião e relevo suave ondulado apresentam em comum, solos úmidos. Por isto, o comportamento invasor de *P. juliflora* pode ser atribuído a sua maior capacidade de aproveitar a água presente nesses ambientes e de utilizá-la para sua germinação e emergência, em comparação as espécies nativas, conforme observado no Capítulo IV que trata de competição de plantas. Isto mostra a importância da recomposição florística com espécies nativas desses ambientes úmidos para evitar a invasão de *P. juliflora*.

## AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Aperfeiçoamento Científico - PAC, da Universidade do Estado da Bahia - UNEB pelo apoio financeiro. A fazenda Gavião, no município de Petrolina-PE, pelo apoio logístico dado ao projeto para a instalação deste experimento.

## LITERATURA CITADA

AB'SÁBER, A. N. 1990. Floram: Nordeste seco. *Estudos avançados* 4: 149-174.

AMORIM, I. L. de, SAMPAIO, E. V. S. B. & ARAÚJO, E. de L. 2005. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. *Acta botânica brasílica* 19: 615-623.

AMORIM NETO, M. da S. 1989. *Informações meteorológicas dos campos experimentais de Bebedouro e Mandacaru*. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 58 pp. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 57)

ANDRADE-LIMA, D. de. 1981. The caatingas dominium. *Revista Brasileira de Botânica* 4: 149-163.

ARCHER, S. 1995. Herbivore mediation of grass-woody plant interactions. *Tropical Grasslands* 29: 218-235.

AZEVEDO, C. F. de. 1982. Algarobeira na alimentação animal e humana. Pp. 283-299 in Simpósio Brasileiro Sobre Algaroba 1, 1982, Natal. *Algaroba*. Natal: EMPARN, (EMPARN. Documentos, 7).

BIGARELLA, J. J. 2003. *Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais*. Florianópolis: Ed. da UFSC 3: 877-1436.

BRAUNACK, M. V. & WALKER, J. 1985. Recovery of some surface soil properties of ecological interest after sheep grazing in a semi-arid woodland. *Australian Journal of Ecology* 10: 451-460.

BRESHEARS, D. D. & BARNES, F. J. 1999. Interrelationships between plant functional types and soil moisture heterogeneity for semiarid landscapes within grasslands forest continuum: a unified conceptual model. *Landscape Ecology* 14: 465-478.

CAVALCANTI, A. C., ARAÚJO-FILHO, J. C. & SILVA, M. S. L. 1998. *Levantamento detalhado de solos e do potencial de uso das terras do SPSB, escala 1:5.000*. EMBRAPA-CNPS UEP, Recife. (Relatório Técnico de Projeto, em andamento).

CORRÊA, A. C. de B. 1997. *Mapeamento geomorfológico de detalhe do maciço da serra da baixa verde - estudo da relação entre a distribuição dos sistemas geoambientais e a compartimentação geomorfológica*. Dissertação de Mestrado. UFPE, Recife.

CYPHER, B. L. & CYPHER, E. A. 1998. Germination rates of tree seeds ingested by coyotes and raccoons. *American Midland Naturalist* 142: 71-76.

DE VILLALOBOS, A. E. & PELÁEZ, D. V. 2001. Influences of temperature and water stress on germination and establishment of *Prosopis caldenia* Burk. *Journal of Arid Environments* 49: 321-328.

DE VILLALOBOS, A. E., PELÁEZ, D. V., BÓO, R. M., MAYOR, M. D. & ELIA, O. R. 2002. Effect of high temperatures on seed germination of *Prosopis caldenia* Burk. *Journal of Arid Environments* 52: 371-378.

DE VILLALOBOS, A. E., PELÁEZ, D. V. & ELIA, O. R. 2005. Factores related to establishment of *Prosopis caldenia* Burk. Seedlings in central rangelands of Argentina. *Acta Oecologica* 27: 99-106.

DISTEL, R. A., PELÁEZ, D. V., BÓO, R. M., MAYOR, M. D. & ELIA, O. R. 1996. Growth of *Prosopis caldenia* seedlings in the field as related to grazing history of the site, and in greenhouse as related to different levels of competition from *Stipa tenuis*. *Journal of Arid Environments* 32: 251-257.

ESPÍNDOLA, M. B. de, BECHARA, F. C., BAZZO, M. S. & REIS, A. 2005. Recuperação ambiental e contaminação biológica: aspectos ecológicos e legais. *Biotemas* 18: 27-38.

GUTTERMAN, Y. 1986. Influences of environmental factors on germination and plant establishment in the Negev desert highlands of Israel. Pp. 441-443 in Joss P.J., Lynch P. W. & Williams O. B. (eds.) *Rangelands: a Resources under Siege*. Australian Academic Science, Canberra. 634 pp.

- HARRIS, P. J. C. 1992. Comparative propagation of *Proposis*. Pp. 175-191 in Dutton R. W. (ed.) *Prosopis Species: Aspects of the Value, Research and Development*. University of Durham, Durham, UK. 339 pp.
- HUBER-SANNWALD, E. & JACKSON, R. B. 2001. Heterogeneous soil-resource distribution and plant responses-from individual-plant growth to ecosystem functioning. *Progress in Botany* 61: 451-476.
- JACOMINE, P. T., CAVALCANTI, A. C., BURGOS, N., PESSOA, S. C. P. & SILVEIRA, C. O. 1973. *Levantamento exploratório de solos do estado de Pernambuco*. SUDENE, Recife, v.2, 713 pp. (SUDENE. Boletim Técnico, 26).
- JORDAN, P. W. & NOBLE, P. S. 1981. Infrequent establishment of seedlings of *Agave deserti* (Agavaceae) in the northwest Sonora desert. *America Journal of Botanic* 66: 1079-1084.
- LIMA, W. de P. 1989. Função hidrológica da mata ciliar ciliar. Pp. 25-42 in Barbosa L. M. (coord.) *Simpósio Sobre Mata Ciliar*. Campinas, SP. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill. 335 pp.
- LINS E SILVA, A. C. B. 1997. *Characteristics of Prosopis juliflora invasion of semi-arid habitats in Northeast Brazil*. Dissertação (M.Sc. Advanced Course) - University of Drurham. Ecology, 76 pp.
- LUGO, A. E. 1988. Estimating reductions in the diversity of tropical forest species. Pp. 58-70 in Wilson, E. O. (ed.). *Biodiversity*. Washington, D.C., National Academy Press, 521 pp.
- MALO, J. E. & SUÁREZ, F. 1995. Cattle dung and the fate of *Biserrula pelecinus* L. (Leguminosae) in a Mediterranean pasture: seed dispersal, germination and recruitment. *Botanic Journal Lineal Society* 118:139-148.

MOREIRA, J. N., LIRA, M. de A., SANTOS, M. V. F. dos, FERREIRA, M. de A., ARAÚJO, G. G. L. de, FERREIRA, R. L. C. & SILVA, G. C. da. 2006. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41: 1643-1651.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1980. *Firewood crops: shrub and tree species for energy production*. Washington, D.C., National Academy of Sciences, 237 pp.

PEGADO, C. M. A., ANDRADE, L. A. de, FÉLIX, L. P. & PEREIRA, I. M. 2006. Efeitos da invasão biológica de algaroba – *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. *Acta Botânica Brasílica* 20: 887-898.

PEINNETTI, R., PEREYRA, M., KIN, A. & SOSA, A. 1993. Effects of cattle ingestion on viability and germination rate of calden (*Prosopis caldenia*) seeds. *Journal of Range Management* 46: 483-486.

PELÁEZ, D. V., BÓO, R. M. & ELIA, O. R. 1992. Emergence and seedling survival of caldén in the semiarid region of Argentina. *Journal of Range Management*.45: 564-568.

PRADO, D. E. 2003. As Caatingas da América do Sul. Pp. 3-73 in Leal, I. R., Tabarelli, M. & Silva, J. M. C. da (eds.). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 823 pp.

REICHARDT, K., TIMM, L. C. 2004. Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações. São Paulo: Editora Manole Ltda, 478 pp

REID, D. M., BEALL, F. D. & PHARIS, R. P. 1991. Environmental Cues in Plant Growth and Development. Pp. 65-181 in Steward F. C. (ed.). *Plant Physiology*. Volume X: Growth and Development. Academic Press Inc., San Diego. 572 pp.

RIBEIRO Jr. J. I. 2001. *Análises Estatísticas do SAEG*. Viçosa, Editora: Folha de Viçosa. 301 pp.

RICHARDSON, D. M., PYSEK, P., REJMÁNEK, M., BARBOUR, M. G., PANETTA, D. & WEST, C. J. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6: 93-107.

SCHWINNING, S. & EHLERINGER, J. R. 2001. Water use trade-offs and optimal adaptation to pulse-driven arid ecosystems. *Journal of Ecology* 89: 464-480.

SHEA, K. & CHESSON, P. 2002. Community ecology theory as a framework for biological invasions. *TRENDS in Ecology & Evolution* 17: 170-176.

STREET, H. E. & ÖPIK, H. O. 1984. *The physiology of flowering plants: their growth and development*. 3. ed. London: Edward Arnold Publishers, 279 pp.

TEIXEIRA, A. H. de. 2001. Informações agrometeorológicas do Pólo Petrolina-PE / Juazeiro-BA. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 46p. (Documentos, 168).

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância para o número de sementes germinadas de *Prosopis juliflora* (Sw) DC. (Leguminosae: Mimosoidae) em diferentes ambientes geomorfológicos e tipos de semeadura. Petrolina-PE.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Quadrado médio	F	P
Ambiente	2	2282,70	17,71	< 0,0001
Semeadura	3	3287,34	25,50	< 0,0001
Ambiente x Semeadura	6	1159,28	8,99	< 0,0001
Resíduo	108	128,91		

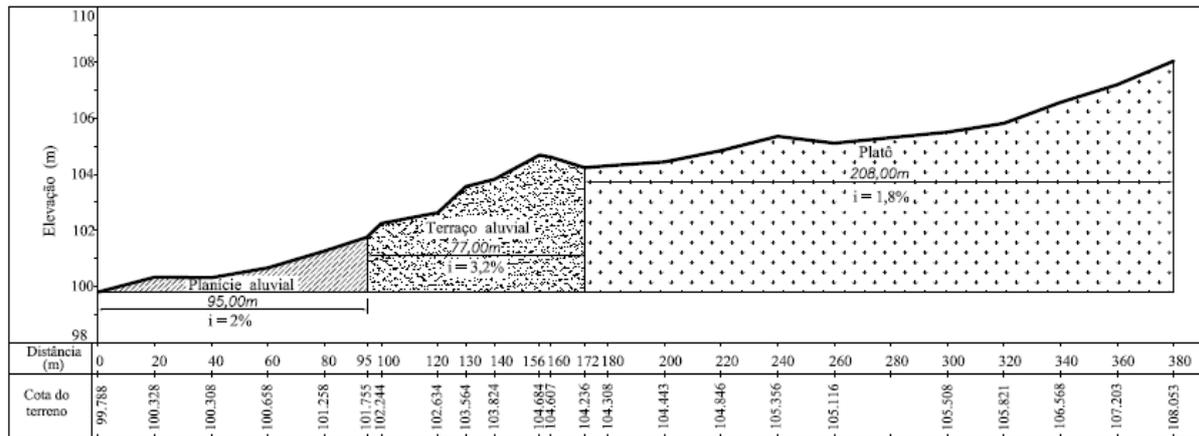
**Tabela 2.** Número de sementes germinadas de *Prosopis juliflora* (Sw) DC. (Leguminosae: Mimosoidae) em função do ambiente geomorfológico e tipo de semeadura. Petrolina-PE, Brasil.

Semeadura	Ambientes		
	Planície aluvial	Terraço aluvial	Platô
Na superfície	1,15 <sup>1</sup> c <sup>2</sup> A <sup>3</sup>	2,03 c A	0,96 bc A
Enterrada (em cova)	6,59 a A	5,39 ab A	1,12 bc B
Misturada ao esterco bovino	4,54 bc A	4,17 abc A	3,64 a A
Misturada ao esterco muares	3,62 bc A	3,38 bc A	3,07 ab A

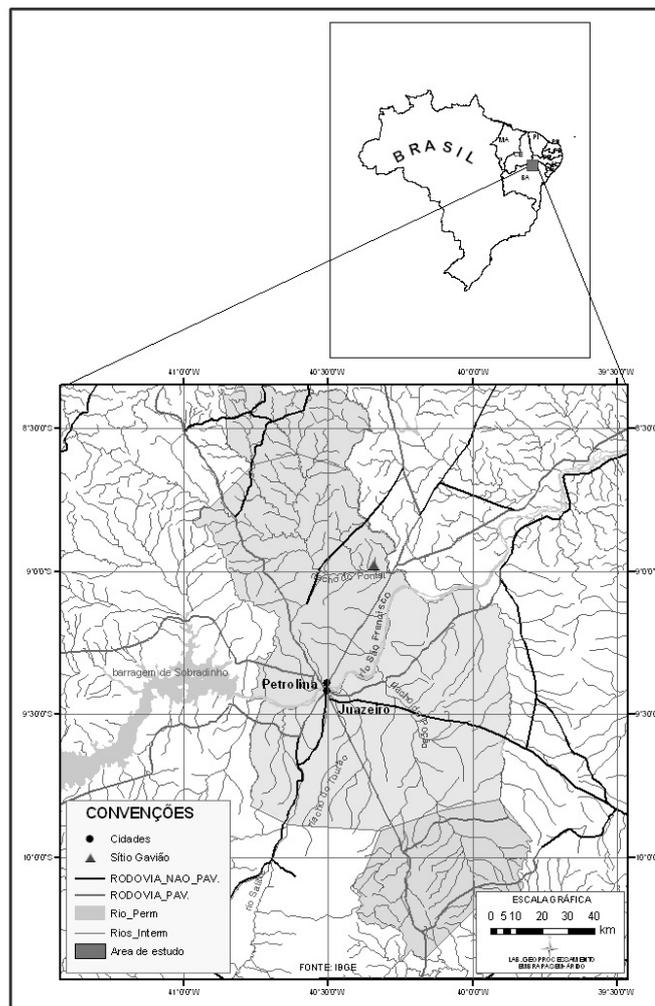
<sup>1</sup>Médias transformadas em raiz de  $x + 0,5$ , para fins de análise estatística.

<sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas (tipos de semeadura) e dentro de cada ambiente, não diferem pelo teste de Student-Newman-Keuls ( $P < 0,001$ ).

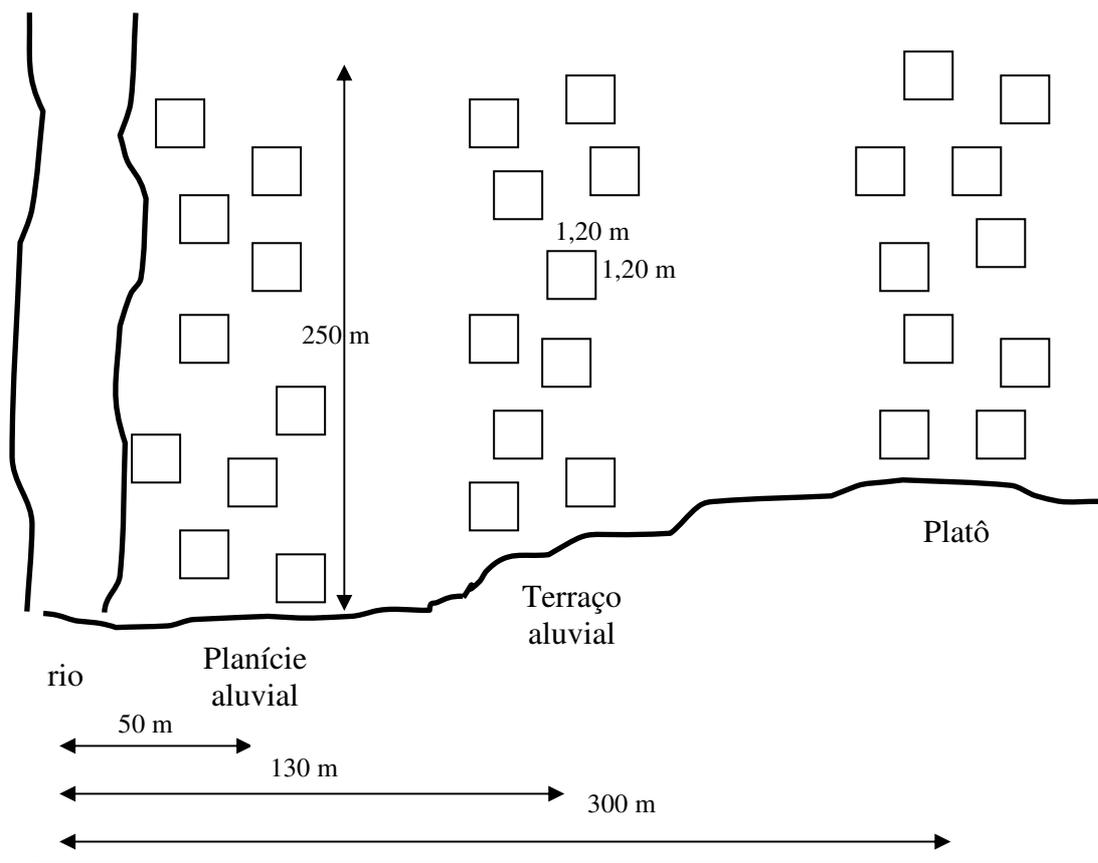
<sup>3</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha (tipos de ambiente) e dentro de cada semeadura, não diferem pelo teste de Student-Newman-Keuls ( $P < 0,001$ ).



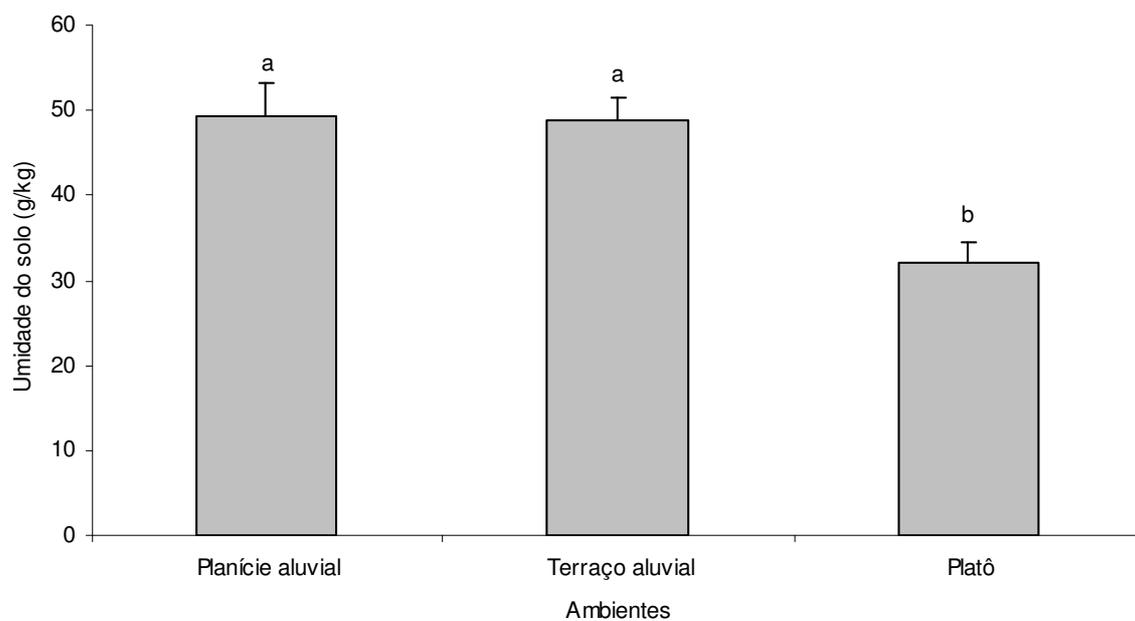
**Figura 1.** Perfil longitudinal com a representação dos três ambientes geomorfológicos, às margens do rio Pontal, (9°00' de latitude Sul, 40°13' de longitude Oeste e 377m de altitude), localizada no sítio Gavião. Petrolina-PE.



**Figura 2.** Área de estudo às margens do rio Pontal (9°00' de latitude Sul, 40°13' de longitude Oeste e 377m de altitude), localizada no sítio Gavião. Petrolina-PE.



**Figura 3.** Representação esquemática da distribuição das 120 parcelas e dos três ambientes geomorfológicos (planície e terraço aluvial e platô), as margens do rio Pontal (9°00' de latitude Sul, 40°13' de longitude Oeste e 377m de altitude), localizada no sítio Gavião. Petrolina-PE.



**Figura 4.** Teor de umidade do solo, a 20 cm de profundidade, nos ambientes de planície e terraço aluvial e no platô. Petrolina-PE. Teste de Kruskal-Wallis: colunas seguidas pela mesma letra minúscula, não são diferentes ( $P < 0,05$ ) Barras de erro indicam desvio padrão.

### CAPÍTULO 3

#### **Tabela de esperança de vida de *Prosopis juliflora* (Sw) D.C. (Leguminosae: Mimosoidae) em diferentes tipos de semeadura e ambientes geomorfológicos da caatinga<sup>1</sup>**

**C.E. de S. Nascimento<sup>ab</sup>, M. Tabarelli<sup>a</sup>, C.A.D. da Silva<sup>c</sup>, I.R. Leal<sup>a</sup>**

<sup>a</sup>Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, 50670-901, Recife, PE, Brasil

<sup>b</sup>Embrapa Semi-Árido, 56302-970, Petrolina, PE / UNEB - Departamento de Ciências Humanas, 48900-000, Juazeiro, BA, Brasil

<sup>c</sup>Embrapa Algodão, 58107-720, Campina Grande, PB, Brasil

---

<sup>1</sup>Este manuscrito segue as normas da revista Forest Ecology and Management

#### **Resumo**

Tabelas de esperança de vida se constituem em uma poderosa ferramenta para investigar como uma população de plantas responde às mudanças artificiais ou naturais do ambiente. Objetivou-se nesse estudo estimar os parâmetros da tabela de esperança de vida da algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw) DC.) para se avaliar o potencial de crescimento populacional dessa planta em diferentes tipos de semeadura e ambientes geomorfológicos da caatinga. Características físico-químicas foram analisadas para a compreensão do estabelecimento desta espécie nos ambientes. A tabela de esperança de vida de *P. juliflora* foi calculada para cada tipo de semeadura ( $S_1$  = sementes de *P. juliflora* com a dormência quebrada artificialmente e depositadas na superfície do solo;  $S_2$  = sementes de *P. juliflora* com a dormência quebrada artificialmente e enterradas no solo a 1,0 cm de profundidade (em cova);  $S_3$  = sementes de *P. juliflora* passadas pelo trato digestivo de bovinos, misturadas a esterco dos mesmos e  $S_4$  = sementes passadas pelo trato digestivo de muare, misturadas ao esterco dos mesmos) e para três ambientes geomorfológicos ( $A_1$  = planície aluvial;  $A_2$  = terraço aluvial e  $A_3$  = platô), por classe de idade de quinze dias ( $x = 15$ ). Das variáveis físicas (umidade, capacidade de campo, areia, silte e argila) e químicas (matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, sódio,

alumínio e capacidade de troca de cátions), os maiores valores foram registrados para capacidade de campo, argila e potássio na planície aluvial. Não foram encontradas diferenças significativas para a umidade e a matéria orgânica do solo nos ambientes de planície aluvial e terraço aluvial e na planície aluvial e platô, respectivamente. O sódio foi o único elemento que não apresentou diferença significativa entre os três ambientes. O número de sobreviventes no começo de cada intervalo de idade ( $L_x$ ) para os estádios fenológicos germinação e plântula de algarobeira foi estimado com base na sobrevivência ( $lx$ ). Em geral, as maiores sobrevivência ( $lx$ ) e esperança de vida ( $ex$ ) de *P. juliflora* ocorreram na planície aluvial, enquanto as menores ocorreram no platô. No que diz respeito ao tipo de sementeira, as maiores sobrevivência e esperança de vida de *P. juliflora* ocorreram na sementeira misturada ao esterco bovino, enquanto às menores ocorreram na superfície.

*Palavras-chave:* Algarobeira; Sobrevivência; Sementes; Dormência; Terraço fluvial

## **Abstract**

Life expectancy charts are a powerful tool to investigate how a plant population responds to natural or artificial environmental changes. The present paper's purpose was to estimate parameters for a mesquite life expectancy chart (*Prosopis juliflora* (Sw) DC.) to evaluate the potential of population growth for this plant within different types of sowing and geomorphologic environments of the caatinga. Physical and chemical aspects were analyzed to enlighten the establishment of the species within the determined environments. A life expectancy chart for *P. juliflora* was calculated for each type of sowing (S1= seeds of *P. juliflora* with artificially interrupted dormancy put on the soil surface; S2= seeds of *P. juliflora* with artificially interrupted dormancy put in the soil at a depth of 1.0 cm (in planting pits); S3= seeds of *P. juliflora* having passed through the digestive tract of cattle, mixed with cattle dung; and S4= seeds of *P. juliflora* having passed through the digestive tract of mules, mixed with their dung) and for three geomorphologic environments (A1= alluvial plain; A2= alluvial terrace and A3= plateau), by age class of 15 days ( $x= 15$ ). Among the physical (humidity, field capacity, sand, silt and clay) and chemical (organic matter, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, sodium, aluminum, and cation exchange capacity) variables, the highest values were registered for field capacity, clay and potassium in the alluvial plain. No relevant differences were found for humidity and organic soil matter when comparing the alluvial plain to the alluvial terrace, and the alluvial plain to the plateau, respectively. Sodium

was the only element that did not present relevant differences within the three environments. The number of survivors at the beginning of each age interval ( $Lx$ ) for the phenologic stages of germination and seedling of the mesquite was estimated based on the longevity ( $lx$ ). In general, the highest longevity ( $lx$ ) and life expectancy ( $ex$ ) values for *P. juliflora* were found in the alluvial plain, while the lowest values were found on the plateau. As to the sowing, the highest longevity and life expectancy values for *P. juliflora* were found for sowing mixed with cattle dung, while the lowest were found for surface sowing.

*Keywords:* Mesquite; Survival; Seeds; Dormancy; Fluvial terrace

## 1. Introdução

O sucesso individual de uma planta depende de inúmeros fatores, incluindo sua habilidade em competir com indivíduos de sua própria espécie e com espécies diferentes sob as mesmas condições de ambiente (van Auken e Bush, 1987). Estudos conduzidos com plantas anuais têm mostrado que a dinâmica de comunidades pode ser estimada através de modelos de competição, baseado nas variáveis demográficas de espécies individuais (Rees et al., 1996). No entanto, a aplicação desses estudos em plantas perenes é dificultada por causa de seu ciclo prolongado e, por isto, muitos deles se baseiam em medidas de desempenho dessas plantas durante uma única estação de crescimento (Aarssen e Keogh, 2002), analisando, principalmente, o efeito da competição na redução do crescimento e negligenciando componentes importantes da dinâmica populacional, como a sobrevivência e a fecundidade (Aarssen e Keogh, 2002).

Neste sentido, as tabelas de esperança de vida se constituem em uma poderosa ferramenta para modelar a adição e a remoção de indivíduos na população, ao longo de determinado período (Ricklefs, 2003), para resumir como a mortalidade está ocorrendo na população (Krebs, 2001) e para investigar como uma população de plantas responde às mudanças artificiais ou naturais do ambiente (Caswell, 1996, 2001; Fréville e Silvertown, 2005).

*Prosopis juliflora* (Sw) DC. é uma árvore nativa da região norte da América do Sul, América Central e Caribe, que apresenta rápido crescimento e é capaz de fixar nitrogênio e de tolerar condições áridas e solos salinos (Pasiiecznik et al., 2004). Esta espécie foi introduzida no semi-árido nordestino no início da década de 40, com a finalidade de servir de alimento para o gado nos períodos de seca, tendo sido apresentada e difundida como uma promissora

alternativa econômica (Azevedo, 1982). No entanto, o manejo inadequado de *P. juliflora*, aliada a sua elevada capacidade de adaptação, competição e dispersão por animais domesticados, contribuíram para sua disseminação e estabelecimento em diversos sítios da caatinga (Lins e Silva, 1997; Lima et al., 2002).

Dessa forma, estudos sobre o potencial de crescimento populacional de *P. juliflora* em diferentes tipos de semeadura e ambientes geomorfológicos da caatinga são importantes para a definição de estratégias de manejo dessa planta nesses ambientes. Por essa razão, objetivou-se estimar os parâmetros da tabela de esperança de vida de *P. juliflora* em diferentes tipos de semeadura e ambientes geomorfológicos da caatinga.

## 2. Materiais e Métodos

A pesquisa foi conduzida em área privada situada às margens do rio Pontal, em três ambientes geomorfológicos distintos: planície aluvial, terraço aluvial e platô (ver Fig. 1 do capítulo 2), com 9°00' de latitude Sul e 40°13' de longitude Oeste, e 377m de altitude, localizada no município de Petrolina, estado de Pernambuco, Brasil (ver Fig. 2 do capítulo 2).

Essa área ocupa a Depressão Periférica da Bacia do rio São Francisco e se estende do terraço fluvial até o platô. O terraço fluvial compreende a planície e o terraço aluvial e é formado por depósitos aluviais das encostas do vale, sendo constituído por material sedimentar argiloso, arenoso e/ou siltoso de origem fluvial, formando camadas estratificadas de aluvião referidas ao Holoceno e Quaternário (Jacomine et al., 1973; Cavalcanti et al., 1998). A planície aluvial ou planície de inundação (Lima, 1989), com declividade entre 0° e 2° Corrêa (1997), é constituída por sedimentos recentes, formando terraços atuais (Bigarella, 2003). O terraço aluvial, também chamado de encosta, consiste de uma área plana ou em bancadas, podendo situar-se bem acima do nível atual do rio, constituído por cascalheiras ou por espessos sedimentos antigos, formando terraços antigos (Bigarella, 2003). O platô é formado por um manto sedimentar de natureza argilo-arenosa, com relevo variando de plano a suavemente ondulado e ocorrendo logo após os terraços fluviais dos rios. (Jacomine et al., 1973; Cavalcanti et al., 1998).

O clima é quente, semi-árido, com temperatura média anual de 26,3°C, umidade relativa média anual de 61,7%, precipitação total médio anual de 570 mm, concentrada no período de janeiro a abril (Amorim-Neto, 1989) e com insolação média de 7,5 horas/dia e 445 cal/cm<sup>2</sup>/dia de radiação solar (Teixeira, 2001). A vegetação do terraço fluvial (planície e terraço aluvial) é classificada como caatinga de floresta ciliar, enquanto aquela mais afastada

(platô) dos rios é classificada como caatinga arbustivo-arbórea (Andrade-Lima, 1981; Ab'Saber, 1990).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3, representado por quatro tipos de semeadura ( $S_1$  = sementes de *P. juliflora* com a dormência quebrada artificialmente e depositadas na superfície do solo;  $S_2$  = sementes de *P. juliflora* com a dormência quebrada artificialmente e enterradas no solo a 1,0 cm de profundidade (em cova);  $S_3$  = sementes de *P. juliflora* passadas pelo trato digestivo de bovinos, misturadas a esterco dos mesmos e  $S_4$  = sementes passadas pelo trato digestivo de muare, misturadas ao esterco dos mesmos), e três ambientes geomorfológicos ( $A_1$  = planície aluvial;  $A_2$  = terraço aluvial e  $A_3$  = platô).

Sementes de *P. juliflora* foram semeadas no campo e distribuídas em 120 parcelas medindo 1,4 m<sup>2</sup> (ver Fig. 3 do capítulo 2), distribuídas aleatoriamente nos três ambientes geomorfológicos. Em cada parcela foram semeadas 100 sementes, totalizando 1.000 sementes por tipo de semeadura, em meados de março de 2006 (período chuvoso da região). Considerando que a germinação de *P. juliflora* é epígea, as sementes germinadas (presença de cotilédones) foram marcadas com palitos de dente e protegidas com tela de arame, para evitar possíveis danos provocados por animais. As sementes que apresentavam as primeiras folhas cotiledonares abertas foram classificadas como plântulas.

As sementes colhidas de frutos de *P. juliflora* tiveram sua dormência quebrada artificialmente por desponte lateral com tesoura, enquanto aquelas que passaram pelo trato digestivo de animais foram obtidas dos esterco secos dos mesmos. As sementes retiradas dos frutos bem como as dos esterco foram colhidas de várias árvores e animais, respectivamente, no mesmo ano da floração/frutificação das plantas de *P. juliflora*. As sementes de *P. juliflora* obtidas de frutos foram semeadas em espaçamentos de 10 x 10 cm e as sementes obtidas dos esterco foram separadas para contagem, sendo novamente misturadas a 500 ml de esterco dos animais correspondentes. Avaliações da germinação de sementes e da sobrevivência de plântulas nos três ambientes foram realizadas, respectivamente, a cada cinco dias nos primeiros 30 dias e a cada 15 dias, durante um ano.

Para se determinar o teor de umidade foi utilizado o método gravimétrico (Reichardt e Timm, 2004), sendo coletadas quinzenalmente 10 amostras de solo por ambiente, a 20 cm de profundidade, durante o período de março de 2006 a fevereiro de 2007. As amostras de solo foram pesadas para a determinação da massa úmida ( $m_u$ , g), e após a secagem em estufa a 105°C, durante 24 horas, foram pesadas novamente para a determinação da massa seca ( $m_s$ ,

g). Assim, a umidade do solo com base em massa (U, g/g) foi determinada por:  $U \text{ (g/g)} = (m_u - m_s)/m_s$  ou  $U \text{ (%) } = (m_u - m_s)/m_s \times 100$ .

Para a caracterização físico-química da área estudada foram coletadas dez amostras de solo em cada um dos três ambientes geomorfológicos (planície e terraço aluvial e platô), a 0-20 cm de profundidade (Batista e Couto, 1992a, b), para obtenção das variáveis físicas (capacidade de campo, areia, silte e argila) e químicas (matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, sódio, alumínio e capacidade de troca de cátions). As análises físico-químicas do solo foram realizadas no Laboratório de Análise de Solo, Água e Tecido Vegetal da Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE, de acordo com Oliveira (1979) e Freitas Júnior (1984).

As tabelas de sobrevivência e esperança de vida de *P. juliflora* foram calculadas baseando-se em Krebs (2001) e Silveira Neto et al. (1976), e foram calculadas para cada tipo de semeadura e ambiente geomorfológico por classe de idade de quinze dias ( $x = 15$ ). O número de sobreviventes no começo de cada intervalo de idade ( $L_x$ ), para os estádios fenológicos germinação e plântula de *P. juliflora*, foi estimado com base na sobrevivência ( $lx$ ) dessas fases de acordo com Krebs (2001), como segue:

- número de indivíduos mortos durante a classe de idade  $x$  ( $d_x$ ) pela fórmula:

$$d_x = L_x - L_{x+1}$$

- razão de mortalidade, para a classe de idade  $x$  ( $q_x$ ), com:  $q_x = d_x / L_x$

- taxa de sobrevivência durante a idade  $x$  ( $s_x$ ) com:  $s_x = 1 - q_x$

- estrutura etária ( $E_x$ ) (número de plantas vivas entre um intervalo de idade e outro) com:

$$E_x = L_x + L_{x+1} / 2$$

- número acumulado de indivíduos vivos ( $T_x$ ) por:  $T_x = \sum_{j \geq x}^y E_x$ , onde j corresponde a toda classe de idade maior ou igual a classe de idade x;

- esperança de vida, para indivíduos da classe de idade  $x$  ( $e_x$ ), foi calculada como:

$$e_x = T_x / L_x$$

Os valores das variáveis físico-químicas foram submetidas ao teste de normalidade, sendo as médias dos dados normais (paramétricos) comparados pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) e as médias anormais (não paramétricas) comparados entre os ambientes através do teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ) utilizando o Programa BioEstat 4.0 (Ayres et al., 2005).

### 3. Resultados

Na avaliação da capacidade de campo entre os três ambientes foi encontrada diferença significativa ( $F = 8,5454$ ; g.l. = 2;  $p = 0,0016$ ), sendo que a maior capacidade de campo foi

registrada no ambiente de planície aluvial (Fig. 1a). Da mesma forma, diferenças significativas foram obtidas quando comparando a umidade do solo entre os ambientes ( $H = 12,5507$ ; g.l. = 2;  $p = 0,0019$ ; Fig. 1b). As maiores umidades do solo foram observadas nos ambientes de planície e terraço aluvial e as menores no ambiente de platô.

Os maiores teores de argila foram registrados na planície aluvial, seguido pelo platô e terraço aluvial ( $H = 9,0142$ ; g.l. = 2;  $p = 0,011$ ). Por outro lado, os teores de areia total e silte foram decrescentes nos três ambientes, com maiores valores de areia registrados no platô e terraço, seguido pela planície aluvial ( $F = 8,2452$ ; g.l. = 2;  $p = 0,0019$ ), e para silte os maiores valores foram verificados na planície e terraço aluvial, seguido do platô ( $F = 6,6178$ ; g.l. = 2;  $p = 0,0048$ ; Fig. 2a). Entre os elementos químicos analisados o sódio foi o único que não apresentou diferença significativa ( $H = 5,6227$ ; g.l. = 2;  $p = 0,0601$ ) entre os três ambientes. Com exceção do potássio que apresentou os maiores teores na planície aluvial e os menores no terraço aluvial e platô ( $H = 16,8775$ ; g.l. = 2;  $p = 0,0002$ ; Fig. 2b), os outros elementos, fósforo, cálcio, magnésio, alumínio e capacidade de troca catiônica (CTC), não tiveram diferenças significativas entre os ambientes da planície e terraço aluvial. Os teores de matéria orgânica na planície aluvial e platô foram semelhantes e maiores que no terraço aluvial ( $H = 17,8655$ ; g.l. = 2;  $p = 0,0001$ ; Fig. 2b).

As maiores sobrevivências ( $lx$ ) de *P. juliflora* ocorreram nos primeiros trinta dias após a germinação, com forte decréscimo dos 30 aos 60 dias e tendência de estabilização da curva de sobrevivência a partir dos 70 dias da germinação para todos os tipos de semeadura e ambiente geomorfológico (Figs 3, 4 e 5).

Os maiores picos de sobrevivência de *P. juliflora* na planície aluvial foram observados na semeadura misturada ao esterco bovino, seguida pela de muares, enquanto o menor pico foi observado na semeadura de superfície (Tabela 1, Fig. 3). A maior esperança de vida ( $ex$ ) de plantas de *P. juliflora* ocorreu a cerca de 75 dias de idade na planície aluvial, independente do tipo de semeadura. A curva de esperança de vida de *P. juliflora* na planície aluvial apresentou aumento aos 165 dias (Fig. 3), nas semeaduras enterradas e misturadas ao esterco bovino, e aos 210 dias, nas semeaduras na superfície e misturada ao esterco de muares, com picos aos 180, 195, 210 e 255 dias nas semeaduras enterradas, misturada ao esterco bovino, na superfície e misturada ao esterco de muares, respectivamente. A esperança de vida ( $ex$ ) em todos os tipos de semeadura foi de 345 dias.

No terraço, o maior pico de sobrevivência de *P. juliflora* ocorreu na semeadura misturada ao esterco bovino, seguida pela de muares (Tabela 2, Fig. 4). O menor pico de sobrevivência de *P. juliflora* no terraço aluvial foi observado na semeadura de superfície. A

maior esperança de vida de *P. juliflora* nesse ambiente ocorreu nos primeiros 15 dias após a semeadura, não sendo observados aumentos na curva de esperança de vida a partir desse período (Fig. 4). A esperança de vida no terraço aluvial foi de 150 dias para todos os tipos de semeadura, exceto aquela realizada na semeadura enterrada, que foi de 165 dias.

O maior pico de sobrevivência de *P. juliflora* no platô foi observado na semeadura misturada ao esterco bovino, seguida pela de muares (Tabela 3, Fig. 5). Não foram observados picos de sobrevivência nas semeaduras de superfície e enterrada. A maior esperança de vida de *P. juliflora* nas semeaduras de superfície e enterrada ocorreram nos primeiros 15 dias, enquanto que para aquelas misturadas ao esterco de muares e bovinos, ocorreram aos 30 e 60 dias, respectivamente (Fig. 5). A esperança de vida de *P. juliflora* no platô foi de 45 dias para semeaduras realizadas na superfície e misturadas aos estercos de muares e de 120 e 165 dias para aquelas enterradas e misturadas ao esterco bovino, respectivamente.

Em geral, as maiores sobrevivência e esperança de vida de *P. juliflora* nos três ambientes geomorfológicos estudados, ocorreram na planície aluvial aos 75 dias, enquanto às menores ocorreram no platô. No que diz respeito ao tipo de semeadura, as maiores sobrevivência e esperança de vida de *P. juliflora* ocorreram na semeadura misturada ao esterco bovino, enquanto às menores ocorreram na superfície.

#### 4. Discussão

As sementes de *P. juliflora* tiveram sua dormência quebrada artificialmente por desponte lateral e, naturalmente, pela passagem pelos tratos digestivos de bovinos e muares. Por isto, a germinação de sementes de *P. juliflora* dependeu, basicamente, da disponibilidade de umidade e nutrientes contidos no solo dos ambientes geomorfológicos estudados. Sementes de *P. juliflora* apresentam o tegumento rico em nutrientes que auxilia no estabelecimento de suas plântulas, com rápido crescimento do embrião, seguido pela germinação e a criação de um micro-ambiente favorável (El-Sharkawi et al., 1997).

A maior sobrevivência e esperança de vida de *P. juliflora* no ambiente de planície aluvial deveu-se a maior capacidade de campo e teor de umidade desse ambiente que a capacidade de campo do terraço aluvial e o teor de umidade do platô, a 0-20 cm de profundidade. Em geral, solos de textura fina com maiores quantidades de silte e argila, encontrados principalmente em mata de galeria (Ribeiro e Walter, 1998; Moreno e Schiavini, 2001), apresentam maior capacidade de armazenamento de água (Reichardt e Timm, 2004),

com encharcamento durante os períodos chuvosos (Ribeiro e Walter, 1998) e acúmulo de matéria orgânica, fósforo e cálcio, conferindo maior capacidade de troca catiônica aos solos (Moreno e Schiavini, 2001). Por isto, os maiores teores de argila registrados na planície aluvial, podem ter aumentado a capacidade de retenção e armazenamento de água desse ambiente, contribuindo para aumentar a sobrevivência das plantas. Além disso, os maiores teores de matéria orgânica e potássio da planície aluvial em comparação aos teores do terraço aluvial podem ter contribuído para aumentar o vigor das plantas, tornando-as menos vulneráveis ao estresse hídrico. Pode-se destacar, ainda, o baixo teor de alumínio na planície aluvial, pois o excesso de alumínio no solo prejudica a absorção de Ca, Mg, K e P pelas plantas (Furtini Neto et al., 1999), enquanto o cálcio e o magnésio neutralizam esse efeito prejudicial (Van Raij, 1991).

As espécies do gênero *Prosopis* são reconhecidas pela sua capacidade de sobreviver em áreas com baixa precipitação anual, mas, somente, suas raízes são capazes de aproveitar a água do solo nos primeiros meses após sua emergência. Plantas desse gênero são providas de dois sistemas de raízes que se desenvolvem rapidamente após a germinação e podem atingir até 40 cm de comprimento em oito semanas. A raiz é composta por um sistema radicular que se aprofunda no solo por vários metros, e por outro, superficial, formado por um emaranhado de raízes adventícias especializadas em aproveitar a água armazenada nessa região (Pasicznik, 2004).

A maior sobrevivência e esperança de vida de *P. juliflora* semeadas enterrada na planície aluvial deveu-se, provavelmente, a menor dessecação de suas sementes proporcionada pela camada de solo úmido que recobriu a mesma, pois sementes dessa planta depositadas na superfície do solo, raramente germinam, devido à sua desidratação (Harris et al., 1996). Isto pode explicar a menor sobrevivência e esperança de vida de *P. juliflora* na semeadura de superfície nos ambientes de planície e terraço aluvial e no platô.

Do mesmo modo, a maior sobrevivência e esperança de vida de *P. juliflora* na semeadura misturada ao esterco bovino nos três ambientes geomorfológicos, podem ser atribuídas às condições ambientais favoráveis proporcionadas pelo esterco às plantas, sobretudo, durante o período crítico de germinação e emergência dessa planta, conforme demonstrado para sementes de *Prosopis caldenia* Burk. (Leguminosae: Mimosoidae) (De Villalobos et al., 2005). Por outro lado, a rápida desidratação e subsequente endurecimento do esterco reduzem a emergência de sementes de *Prosopis glandulosa* Torr. (Leguminosae: Mimosoidae) (Brown e Archer, 1989). Por isto, a menor umidade do solo registrada no platô pode ter acelerado o processo de desidratação e endurecimento do esterco bovino e de muares,

prejudicando a germinação e emergência de *P. juliflora*, o que pode ter contribuído para a menor sobrevivência e esperança de vida dessa planta em comparação aos ambientes de planície e terraço aluvial. A maior sobrevivência e esperança de vida de *P. juliflora* no platô com sementeira em esterco bovinos do que na sementeira de muare pode ser atribuída às diferenças na composição do esterco desses animais, por causa do invólucro fibroso que protege as sementes (Mendes, 1989) ou pelo maior ressecamento do esterco de muare. O invólucro fibroso presente no esterco de muare pode estar relacionado ao fato desses animais não serem ruminantes e excretarem as sementes de *P. juliflora* protegidas pelo mesmo.

Os resultados obtidos nesta pesquisa sugerem que a deposição de sementes viáveis de *P. juliflora* pelo esterco animal, associada ao aproveitamento eficiente de nutrientes e umidade do solo, para sua germinação, crescimento e sobrevivência, são vantagens adaptativas dessa espécie de planta que podem ser decisivas na competição com outras espécies. Isto pode explicar, em parte, sua rápida disseminação e persistência nas áreas de matas ciliares, manchas de Neossolos Flúvicos e baixadas sedimentares da caatinga. A maior sobrevivência e esperança de vida de *P. juliflora* aos 75 dias na planície aluvial indica ser este período o mais adequado para realizar o controle populacional dessa planta.

### **Agradecimentos**

Ao Programa de Aperfeiçoamento Científico - PAC, da Universidade do Estado da Bahia - UNEB pelo apoio financeiro. A fazenda Gavião, no município de Petrolina-PE, pelo apoio logístico dado ao projeto para a instalação deste experimento.

### **Referências**

- Aarssen, L.W., Keogh, T., 2002. Conundrums of competitive ability in plants: what to measure? *Oikos*. 96, 531-541.
- Ab'Sáber, A.N., 1990. Floram: Nordeste seco. *Estudos avançados*. 4, 149-174.
- Amorim Neto, M. da S., 1989. Informações meteorológicas dos campos experimentais de Bebedouro e Mandacaru. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 58 p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos, 57).

Azevedo, C.F. de., 1982. Como e porque a algarobeira foi introduzida no Nordeste. In: Simpósio Brasileiro Sobre 1, Natal. *Algaroba* Natal:EMPARN, (EMPARN. Documentos, 7), pp. 300-306.

Ayres, M., Júnior, M.A., Ayres, D.L., Santos, A.S. dos, 2005. BioEstat 4.0: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá/MCT-CNPq

Batista, E.A., Couto, H.T.Z. do, 1992a. Influência de fatores físicos do solo sobre o desenvolvimento das espécies florestais mais importantes do cerrado da reserva biológica de Moji-Guaçu, SP. In: 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas. Revista do Instituto Florestal 4:318-323

Batista, E.A., Couto, H.T.Z. do, 1992b. Influência de fatores químicos do solo sobre o desenvolvimento das espécies florestais mais importantes do cerrado da reserva biológica de Moji-Guaçu, SP. In: 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas. Revista do Instituto Florestal 4:324-329

Bigarella, J.J., 2003. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Florianópolis: Ed. da UFSC. 3, 877-1436.

Brow, J.R., Archer, S., 1989. Woody plant invasion grassland: establishment of honey mesquite (*Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*) on sites different in herbaceous biomass and grazing history. *Oecologia*. 80, 19-26.

Caswell, H., 1996. Analysis of life table response experiments. II. Alternative parameterizations for size-and stage-structured models. *Ecological Modelling*. 88, 73-82.

Caswell, H., 2001. Matrix population models: construction, analysis and interpretation, second edition. Sinauer Associates, Inc., Sunderland Massachusetts, USA.

Cavalcanti, A.C., Araújo Filho, J.C., Silva, M.S.L., 1998. Levantamento detalhado de solos e do potencial de uso das terras do SPSB, escala 1:5.000. EMBRAPA-CNPS UEP, Recife. (Relatório Técnico de Projeto, em andamento).

Corrêa, A.C.de B., 1997. Mapeamento geomorfológico de detalhe do maciço da serra da baixa verde - estudo da relação entre a distribuição dos sistemas geoambientais e a compartimentação geomorfológica. Dissertação de Mestrado. UFPE, Recife.

De Villalobos, A.E., Peláez D.V., Elia, O.R., 2005. Factores related to establishment of *Prosopis caldenia* Burk. Seedlings in central rangelands of Argentina. *Acta Oecologica*. 27, 99-106.

El-Sharkawi, H.M., Farghali, K.A., Aayed, S.A., 1997. Trifactorial interactive effects of nutrients, water potential and temperature on carbohydrate allocation to the embryonic axis of desert plant seeds. *Journal of Arid Environments*. 35, 655-664.

Freitas Júnior, E., Silva, E. M. da., 1984. Uso da centrífuga para determinação da curva de retenção de água do solo, em uma única operação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 19, 1423-1428.

Fréville, H., Silvertown, J., 2005. Analysis of interespecific competition in perennial plants using Life Table Response Experiments. *Plant Ecology*. 176, 69-78.

Furtini Neto, A.E., Resende, A.V. de, Vale, F.R. do, Faquin, V., Fernandes, L.A., 1999. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas, na fase de mudas. *Cerne*. 5, 01-12.

Harris, P.J.C., 1996. Comparative propagation of *Proposis*. P. 175-191. In: *Prosopis Species: Aspects of the Value, Research and Development*. (Ed.), R.W. Dutton. CORD, University of Durham, Durham, UK.

Jacomine, P.T., Cavalcanti, A.C., Burgos, N., Pessoa, S.C.P., Silveira, C.O., 1973. Levantamento exploratório de solos do estado de Pernambuco. SUDENE, Recife, v.2, (SUDENE. Boletim Técnico, 26).

Krebs, C., 2001. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. 5. ed. Benjamin Cummings.

Lima, P.C.F., Lima, J.L.S., de, Lima, A.Q. de, 2002. Regeneração natural em área degradada por mineração de cobre, no semi-árido brasileiro. In: Congresso Nacional de Botânica, 53. *Anais...* Recife, PE: SSB. pp. 377-377.

Lima, V. de P., 1989. Função hidrológica da mata ciliar. In: Simpósio Sobre Mata Ciliar. *Anais...* Campinas: Fundação Cargill. pp. 25-42.

Lins e Silva A.C.B., 1997. Characteristics of *Prosopis juliflora* invasion of semi-arid habitats in Northeast Brazil. Dissertação (M.Sc. Advanced Course) - University of Drurham. Ecology.

Mendes, B.V., 1989. Potencialidades de Utilização da Algarobeira (*Prosopis juliflora* (SW) DC) no Semi-árido Brasileiro. Mossoró: Coleção Mossoroens. 1, 118-153.

Moreno, M.I.C., Schiavini, I., 2001. Relação entre vegetação e solo em um gradiente florestal na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia (MG). *Revista brasileira de Botânica*. 24, 537-544.

Oliveira, L.B., 1979. Manual de métodos de análises de solo. EMBRAPA-SNLCS, Rio de Janeiro.

Pasiecznik, N.M.; Harris, P.J.C., Smith, S.J., 2004. Identifying Tropical *Prosopis* Species: A Field Guide. HDRA, Coventry, UK.

Rees, M., Grubb, P.J., Kelly, D., 1996. Quantifying the impact of competition and spatial heterogeneity on the structure and dynamics of a four-species guild of winter annuals. *The American Naturalist*. 147, 1-32.

Reichardt, K.E., Timm, L.C., 2004. Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações. Barueri, SP: Manole.

Ribeiro, J.F., Walter, B.M.T., 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: Sano, S.M., Almeida, S.P. (Eds.), Cerrado: ambiente e flora EMBRAPA-CPAC, Planaltina, pp. 89-166.

Ricklefs, R.E., 2003. A economia da natureza. Rio de Janeiro, 5. ed. Guanabara Koogan.

Silveira Neto, S., Nakano, O., Barbin, D., Vila Nova, N.A. 1976. Manual de ecologia dos insetos. São Paulo, Ceres.

Teixeira, A. H. de, 2001. Informações agrometeorológicas do Pólo Petrolina-PE / Juazeiro-BA. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 46p. (Documentos, 168).

van Auken, O.W., Bush, J.K., 1987. Interspecific competition between *Prosopis glandulosa* Torr. (honey Mesquite) and *Diospyros texana* Scheele (Texas Persimmon). American Midland Naturalist. 118, 385-392.

van Raij, B., 1991. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Agronômica Ceres; Piracicaba: POTAFOS.

Tabela 1

Tabela de esperança de vida de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Família: Mimosaceae) por semeadura na superfície do solo, na cova e misturadas a esterco de bovinos e de muares no ambiente de planície aluvial. Petrolina-PE.

$x$	$lx$	$dx$	$Sx$	$ex$	$qx$	$Ex$	$Tx$	Estádio Fenológico
Superfície								
0	1	-5	6,00	50,50	-5,00	3,5	50,5	Germinação
15	6	-1	1,17	7,83	-0,17	6,5	47,0	Plântula
30	7	1	0,86	5,79	0,14	6,5	40,5	
45	6	3	0,50	5,67	0,50	4,5	34,0	
60	3	1	0,67	9,83	0,33	2,5	29,5	
75	2	0	1,00	13,50	0,00	2,0	27,0	
90	2	0	1,00	12,50	0,00	2,0	25,0	
105	2	0	1,00	11,50	0,00	2,0	23,0	
120	2	0	1,00	10,50	0,00	2,0	21,0	
135	2	0	1,00	9,50	0,00	2,0	19,0	
150	2	0	1,00	8,50	0,00	2,0	17,0	
165	2	0	1,00	7,50	0,00	2,0	15,0	
180	2	0	1,00	6,50	0,00	2,0	13,0	
195	2	1	0,50	5,50	0,50	1,5	11,0	
210	1	0	1,00	9,50	0,00	1,0	9,5	
225	1	0	1,00	8,50	0,00	1,0	8,5	
240	1	0	1,00	7,50	0,00	1,0	7,5	
255	1	0	1,00	6,50	0,00	1,0	6,5	
270	1	0	1,00	5,50	0,00	1,0	5,5	
285	1	0	1,00	4,50	0,00	1,0	4,5	
300	1	0	1,00	3,50	0,00	1,0	3,5	
315	1	0	1,00	2,50	0,00	1,0	2,5	
330	1	0	1,00	1,50	0,00	1,0	1,5	
345	1	0	1,00	0,50	0,00	0,5	0,5	
Enterrada								
0	152	116	0,24	1,53	0,76	94,0	233,0	Germinação
15	36	4	0,89	3,86	0,11	34,0	139,0	Plântula
30	32	14	0,56	3,28	0,44	25,0	105,0	
45	18	9	0,50	4,44	0,50	13,5	80,0	
60	9	1	0,89	7,39	0,11	8,5	66,5	
75	8	1	0,88	7,25	0,13	7,5	58,0	
90	7	0	1,00	7,21	0,00	7,0	50,5	
105	7	0	1,00	6,21	0,00	7,0	43,5	
120	7	0	1,00	5,21	0,00	7,0	36,5	
135	7	1	0,86	4,21	0,14	6,5	29,5	
150	6	2	0,67	3,83	0,33	5,0	23,0	
165	4	2	0,50	4,50	0,50	3,0	18,0	
180	2	0	1,00	7,50	0,00	2,0	15,0	
195	2	0	1,00	6,50	0,00	2,0	13,0	
210	2	0	1,00	5,50	0,00	2,0	11,0	

Tabela 1. Continuação...

225	2	1	0,50	4,50	0,50	1,5	9,0	
240	1	0	1,00	7,50	0,00	1,0	7,5	
255	1	0	1,00	6,50	0,00	1,0	6,5	
270	1	0	1,00	5,50	0,00	1,0	5,5	
285	1	0	1,00	4,50	0,00	1,0	4,5	
300	1	0	1,00	3,50	0,00	1,0	3,5	
315	1	0	1,00	2,50	0,00	1,0	2,5	
330	1	0	1,00	1,50	0,00	1,0	1,5	
345	1	0	1,00	0,50	0,00	0,5	0,5	
Esterco de bovinos								
0	80	-36	1,45	6,03	-0,45	98,0	482,0	Germinação
15	116	25	0,78	3,31	0,22	103,5	384,0	
30	91	51	0,44	3,08	0,56	65,5	280,5	Plântula
45	40	19	0,53	5,38	0,48	30,5	215,0	
60	21	2	0,90	8,79	0,10	20,0	184,5	
75	19	-1	1,05	8,66	-0,05	19,5	164,5	
90	20	1	0,95	7,25	0,05	19,5	145,0	
105	19	0	1,00	6,61	0,00	19,0	125,5	
120	19	3	0,84	5,61	0,16	17,5	106,5	
135	16	2	0,88	5,56	0,13	15,0	89,0	
150	14	6	0,57	5,29	0,43	11,0	74,0	
165	8	1	0,88	7,88	0,13	7,5	63,0	
180	7	1	0,86	7,93	0,14	6,5	55,5	
195	6	0	1,00	8,17	0,00	6,0	49,0	
210	6	0	1,00	7,17	0,00	6,0	43,0	
225	6	1	0,83	6,17	0,17	5,5	37,0	
240	5	0	1,00	6,30	0,00	5,0	31,5	
255	5	1	0,80	5,30	0,20	4,5	26,5	
270	4	0	1,00	5,50	0,00	4,0	22,0	
285	4	0	1,00	4,50	0,00	4,0	18,0	
300	4	0	1,00	3,50	0,00	4,0	14,0	
315	4	0	1,00	2,50	0,00	4,0	10,0	
330	4	0	1,00	1,50	0,00	4,0	6,0	
345	4	0	1,00	0,50	0,00	2,0	2,0	
Esterco de muares								
0	41	-39	1,95	8,38	-0,95	60,5	343,5	Germinação
15	80	16	0,80	3,54	0,20	72,0	283,0	
30	64	38	0,41	3,30	0,59	45,0	211,0	Plântula
45	26	4	0,85	6,38	0,15	24,0	166,0	
60	22	6	0,73	6,45	0,27	19,0	142,0	
75	16	0	1,00	7,69	0,00	16,0	123,0	
90	16	1	0,94	6,69	0,06	15,5	107,0	
105	15	0	1,00	6,10	0,00	15,0	91,5	
120	15	1	0,93	5,10	0,07	14,5	76,5	
135	14	0	1,00	4,43	0,00	14,0	62,0	
150	14	3	0,79	3,43	0,21	12,5	48,0	
165	11	1	0,91	3,23	0,09	10,5	35,5	

Tabela 1. Continuação...

180	10	4	0,60	2,50	0,40	8,0	25,0
195	6	3	0,50	2,83	0,50	4,5	17,0
210	3	1	0,67	4,17	0,33	2,5	12,5
225	2	0	1,00	5,00	0,00	2,0	10,0
240	2	1	0,50	4,00	0,50	1,5	8,0
255	1	0	1,00	6,50	0,00	1,0	6,5
270	1	0	1,00	5,50	0,00	1,0	5,5
285	1	0	1,00	4,50	0,00	1,0	4,5
300	1	0	1,00	3,50	0,00	1,0	3,5
315	1	0	1,00	2,50	0,00	1,0	2,5
330	1	0	1,00	1,50	0,00	1,0	1,5
345	1	0	1,00	0,50	0,00	0,5	0,5

$x$ = intervalo de idade (dias);  $l_x$ = número de indivíduos vivos no início da idade  $x$ ;  $d_x$ = número de indivíduos mortos durante cada intervalo de idade;  $s_x$ = percentual de indivíduos vivos por intervalo de idade  $x$ ;  $e_x$ = esperança de vida para indivíduos de idade  $x$ ;  $q_x$ = razão de mortalidade por intervalo de idade;  $E_x$ = estrutura etária e  $T_x$ = número total de indivíduos de idade  $x$  além dessa idade.

Tabela 2

Tabela de esperança de vida de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Família: Mimosaceae) por sementeira na superfície do solo, na cova e misturadas a esterco de bovinos e de muares no ambiente de terraço aluvial. Petrolina-PE.

$x$	$lx$	$dx$	$sx$	$ex$	$qx$	$Ex$	$Tx$	Estádio Fenológico
Superfície								
0	1	-21	22,00	84,50	-21,00	11,5	84,5	Germinação
15	22	4	0,82	3,32	0,18	20,0	73,0	Plântula
30	18	4	0,78	2,94	0,22	16,0	53,0	
45	14	5	0,64	2,64	0,36	11,5	37,0	
60	9	3	0,67	2,83	0,33	7,5	25,5	
75	6	2	0,67	3,00	0,33	5,0	18,0	
90	4	0	1,00	3,25	0,00	4,0	13,0	
105	4	1	0,75	2,25	0,25	3,5	9,0	
120	3	1	0,67	1,83	0,33	2,5	5,5	
135	2	0	1,00	1,50	0,00	2,0	3,0	
150	2	2	0,00	0,50	1,00	1,0	1,0	
Enterrada								
0	118	24	0,80	2,86	0,20	106,0	337,0	Germinação
15	94	15	0,84	2,46	0,16	86,5	231,0	Plântula
30	79	44	0,44	1,83	0,56	57,0	144,5	
45	35	15	0,57	2,50	0,43	27,5	87,5	
60	20	5	0,75	3,00	0,25	17,5	60,0	
75	15	4	0,73	2,83	0,27	13,0	42,5	
90	11	2	0,82	2,68	0,18	10,0	29,5	
105	9	1	0,89	2,17	0,11	8,5	19,5	
120	8	4	0,50	1,38	0,50	6,5	11,0	
135	5	4	0,20	0,90	0,80	3,0	4,5	
150	1	0	1,00	1,50	0,00	1,0	1,5	
165	1	1	0,00	0,50	1,00	0,5	0,5	
Esterco de bovinos								
0	35	-94	3,69	10,87	-2,69	82,0	380,5	Germinação
15	129	12	0,91	2,31	0,09	123,0	298,5	Plântula
30	117	55	0,53	1,50	0,47	89,5	175,5	
45	62	44	0,29	1,39	0,71	40,0	86,0	
60	18	4	0,78	2,56	0,22	16,0	46,0	
75	14	4	0,71	2,14	0,29	12,0	30,0	
90	10	1	0,90	1,80	0,10	9,5	18,0	
105	9	8	0,11	0,94	0,89	5,5	8,5	
120	2	1	0,50	1,50	0,50	1,5	3,0	
135	1	0	1,00	1,50	0,00	1,0	1,5	
150	1	1	0,00	0,50	1,00	0,5	0,5	
Esterco de muares								
0	10	-81	9,10	23,20	-8,10	50,5	232,0	Germinação
15	91	15	0,84	1,99	0,16	83,5	181,5	

Tabela 2. Continuação...

30	76	44	0,42	1,29	0,58	54,0	98,0	Plântula
45	32	25	0,22	1,38	0,78	19,5	44,0	
60	7	2	0,71	3,50	0,29	6,0	24,5	
75	5	1	0,80	3,70	0,20	4,5	18,5	
90	4	0	1,00	3,50	0,00	4,0	14,0	
105	4	0	1,00	2,50	0,00	4,0	10,0	
120	4	2	0,50	1,50	0,50	3,0	6,0	
135	2	0	1,00	1,50	0,00	2,0	3,0	
150	2	2	0,00	0,50	1,00	1,0	1,0	

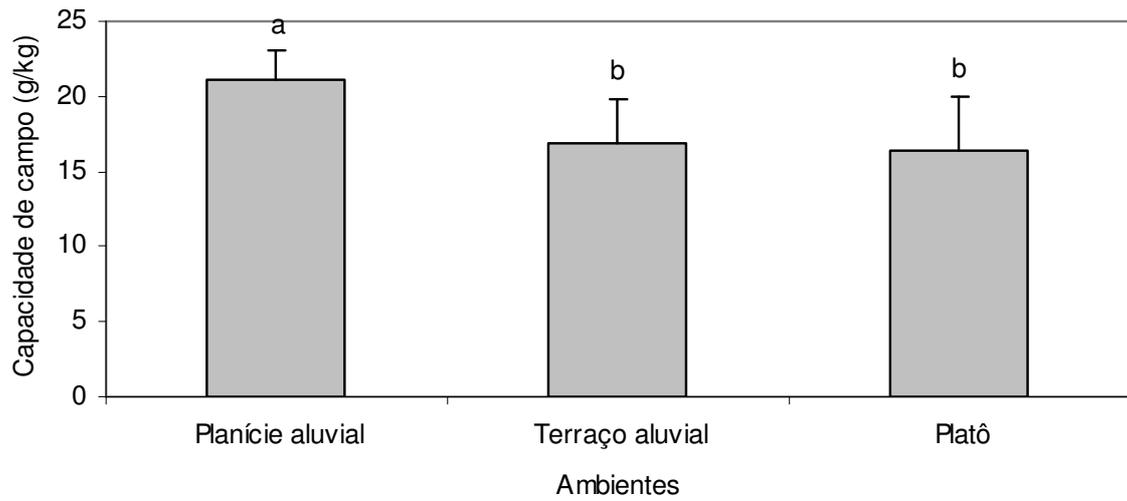
$x$ = intervalo de idade (dias);  $l_x$ = número de indivíduos vivos no início da idade  $x$ ;  $d_x$ = número de indivíduos mortos durante cada intervalo de idade;  $s_x$ = percentual de indivíduos vivos por intervalo de idade  $x$ ;  $e_x$ = esperança de vida para indivíduos de idade  $x$ ;  $q_x$ = razão de mortalidade por intervalo de idade;  $E_x$ = estrutura etária e  $T_x$ = número total de indivíduos de idade  $x$  além dessa idade.

Tabela 3

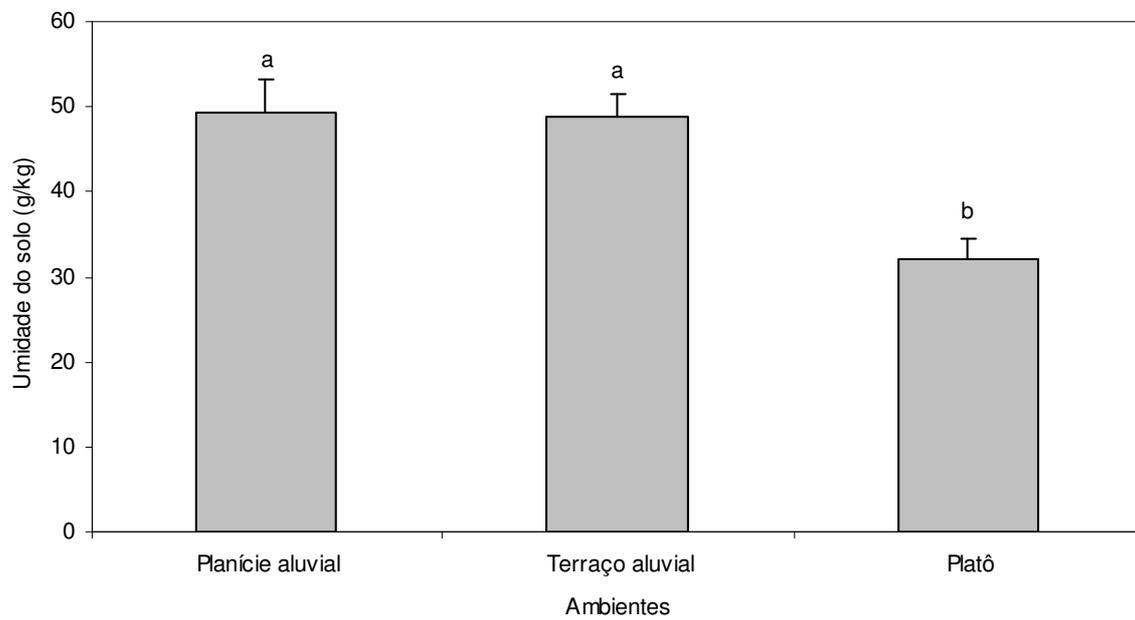
Tabela de esperança de vida de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Família: Mimosaceae) por semeadura na superfície do solo, na cova e misturadas a esterco de bovinos e de muares no ambiente de platô. Petrolina-PE.

$x$	$l_x$	$dx$	$sx$	$ex$	$qx$	$Ex$	$Tx$	Estádio Fenológico
Superfície								
0	1	0	1,00	3,50	0,00	1,0	3,5	Germinação
15	1	0	1,00	2,50	0,00	1,0	2,5	Plântula
30	1	0	1,00	1,50	0,00	1,0	1,5	
45	1	1	0,00	0,50	1,00	0,5	0,5	
Enterradas								
0	1	0	1,00	8,50	0,00	1,0	8,5	Germinação
15	1	0	1,00	7,50	0,00	1,0	7,5	Plântula
30	1	0	1,00	6,50	0,00	1,0	6,5	
45	1	0	1,00	5,50	0,00	1,0	5,5	
60	1	0	1,00	4,50	0,00	1,0	4,5	
75	1	0	1,00	3,50	0,00	1,0	3,5	
90	1	0	1,00	2,50	0,00	1,0	2,5	
105	1	0	1,00	1,50	0,00	1,0	1,5	
120	1	1	0,00	0,50	1,00	0,5	0,5	
Esterco de bovinos								
0	11	-6	1,55	7,86	-0,55	14,0	86,5	Germinação
15	17	1	0,94	4,26	0,06	16,5	72,5	Plântula
30	16	6	0,63	3,50	0,38	13,0	56,0	
45	10	3	0,70	4,30	0,30	8,5	43,0	
60	7	0	1,00	4,93	0,00	7,0	34,5	
75	7	0	1,00	3,93	0,00	7,0	27,5	
90	7	3	0,57	2,93	0,43	5,5	20,5	
105	4	0	1,00	3,75	0,00	4,0	15,0	
120	4	1	0,75	2,75	0,25	3,5	11,0	
135	3	0	1,00	2,50	0,00	3,0	7,5	
150	3	0	1,00	1,50	0,00	3,0	4,5	
165	3	3	0,00	0,50	1,00	1,5	1,5	
Esterco de muares								
0	4	-1	1,25	2,25	-0,25	4,5	9,0	Germinação
15	5	4	0,20	0,90	0,80	3,0	4,5	Plântula
30	1	0	1,00	1,50	0,00	1,0	1,5	
45	1	1	0,00	0,50	1,00	0,5	0,5	

$x$ = intervalo de idade (dias);  $l_x$ = número de indivíduos vivos no início da idade  $x$ ;  $dx$ = número de indivíduos mortos durante cada intervalo de idade;  $sx$ = percentual de indivíduos vivos por intervalo de idade  $x$ ;  $ex$ = esperança de vida para indivíduos de idade  $x$ ;  $qx$ = razão de mortalidade por intervalo de idade;  $Ex$ = estrutura etária e  $Tx$ = número total de indivíduos de idade  $x$  além dessa idade.

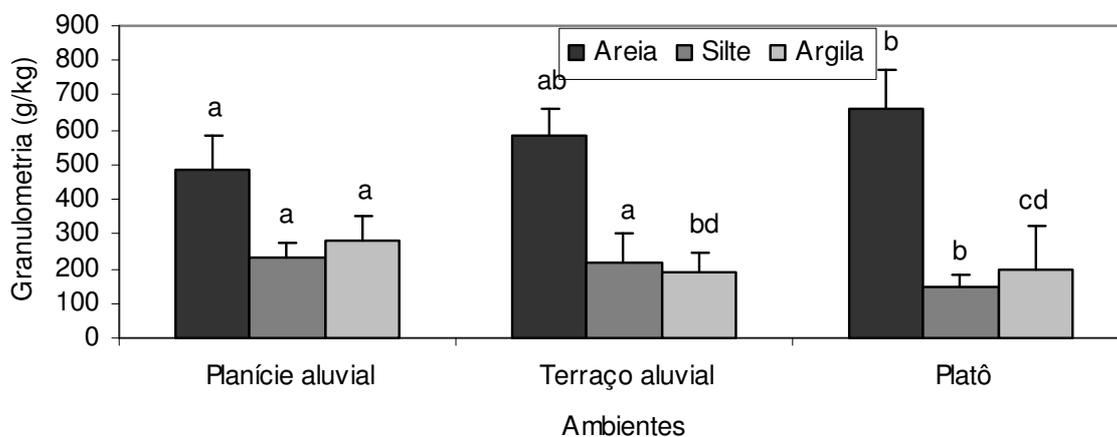


(a)

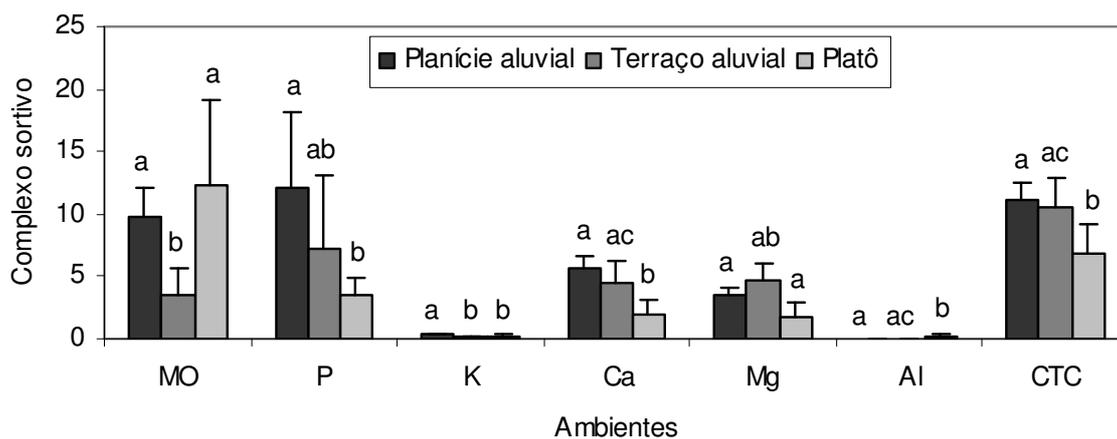


(b)

Fig. 1. Capacidade de campo (a) e umidade do solo (b), nos ambientes de planície e terraço aluvial e no platô, a 0-20 cm de profundidade. Petrolina-PE. Teste de Tukey (a) e Kruskal-Wallis (b): colunas seguidas pela mesma letra minúscula, não são diferentes ( $P < 0,05$ ). Barras de erro indicam desvio padrão.

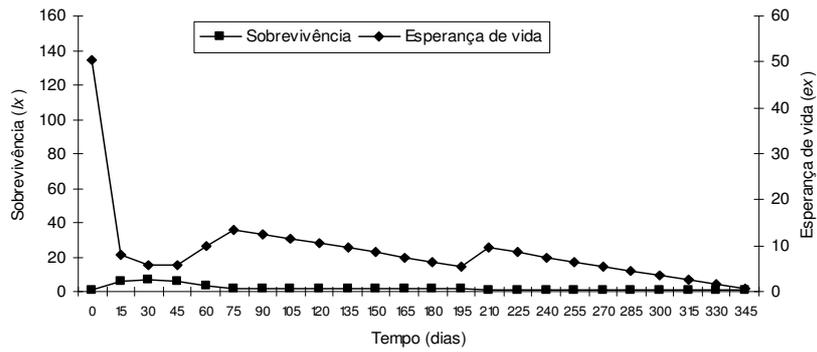


(a)

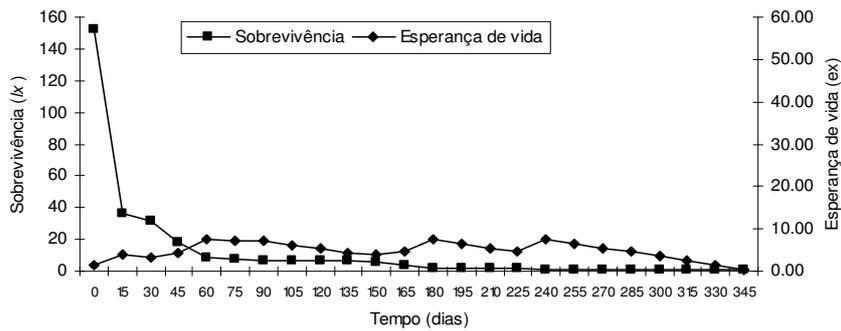


(b)

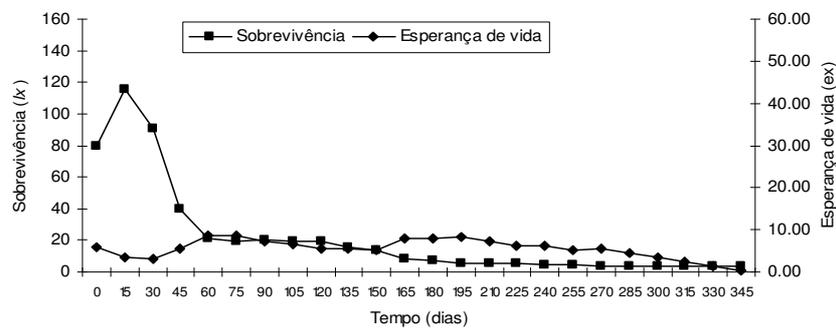
Fig. 2. Granulometria (a) e teores de matéria orgânica (MO) (g/kg), fósforo (P) (mg/dm<sup>3</sup>), potássio (K) (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), cálcio (Ca) (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), magnésio (Mg) (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), alumínio (Al) (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) e capacidade de troca catiônica (CTC) (cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>) (b), a 0-20 cm de profundidade. Petrolina-PE. Teste de Tukey (areia e silte) e Kruskal-Wallis (argila, MO, P, K, Ca, Mg, Al e CTC): colunas seguidas pela mesma letra minúscula não são diferentes (P = 0,05). Barras de erro indicam o desvio padrão.



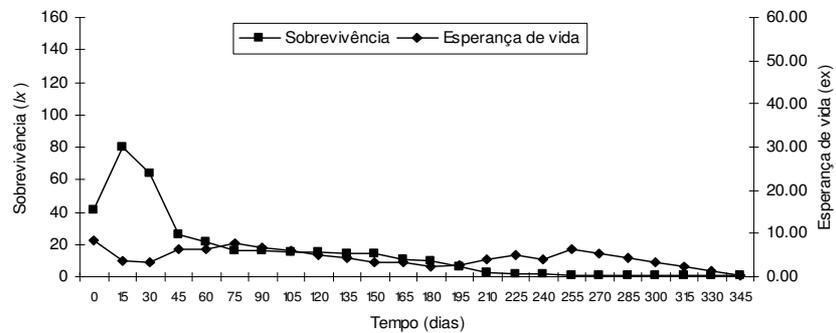
(a)



(b)



(c)



(d)

Fig. 3. Sobrevivência ( $lx$ ) e esperança de vida ( $ex$ ) de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Leguminosae: Mimosoidae) por sementeira na superfície do solo (a), enterrada (b) e misturadas a esterco de bovinos (c) e de muare (d) no ambiente de planície aluvial, aos 345 dias. Petrolina-PE.

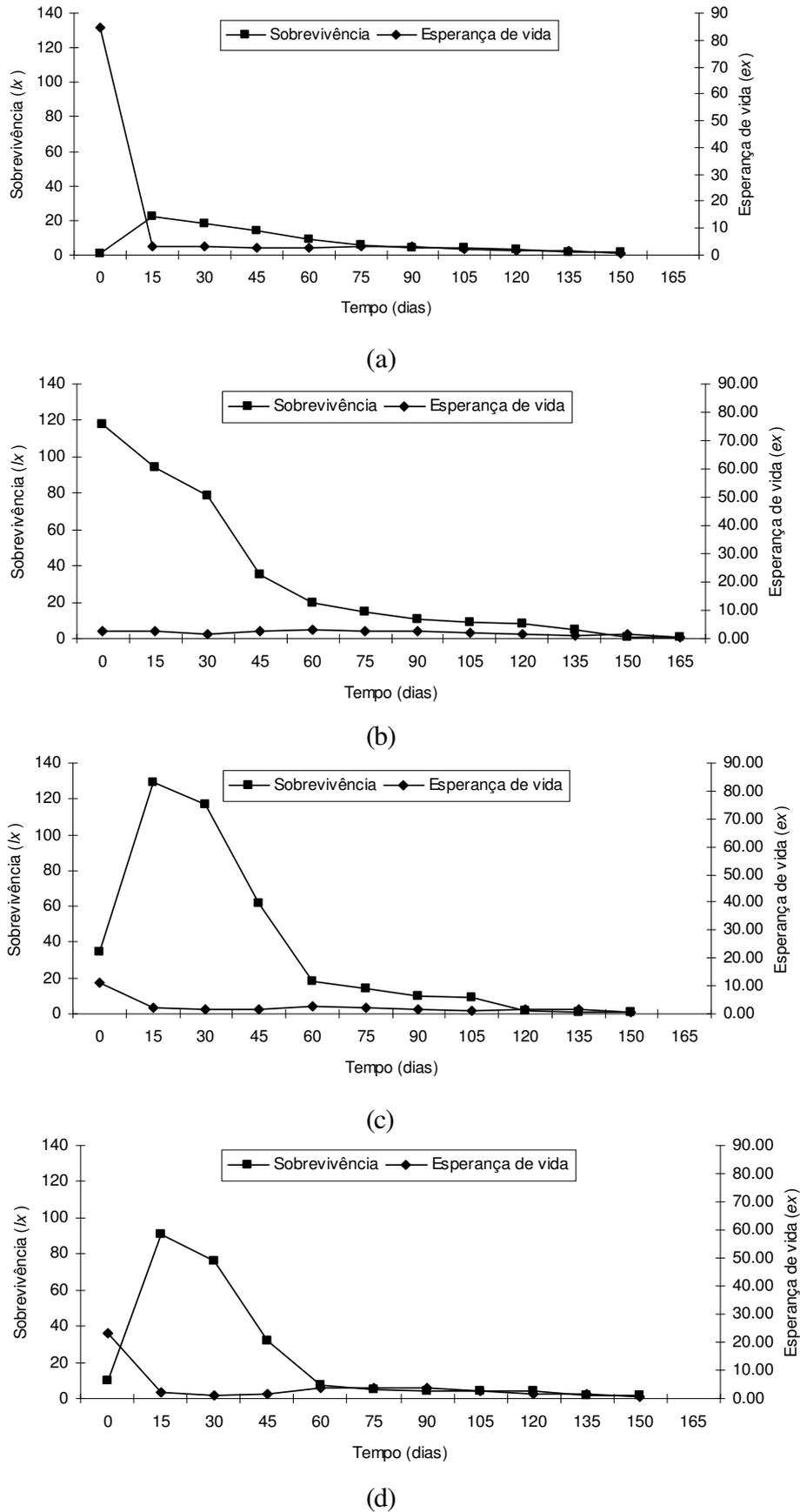


Fig. 4. Sobrevivência ( $lx$ ) e esperança de vida ( $ex$ ) de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Leguminosae: Mimosoidae) por sementeira na superfície do solo (a), enterrada (b) e misturadas a esterco de bovinos (c) e de muares (d) no ambiente de terraço aluvial, aos 165 dias. Petrolina-PE.

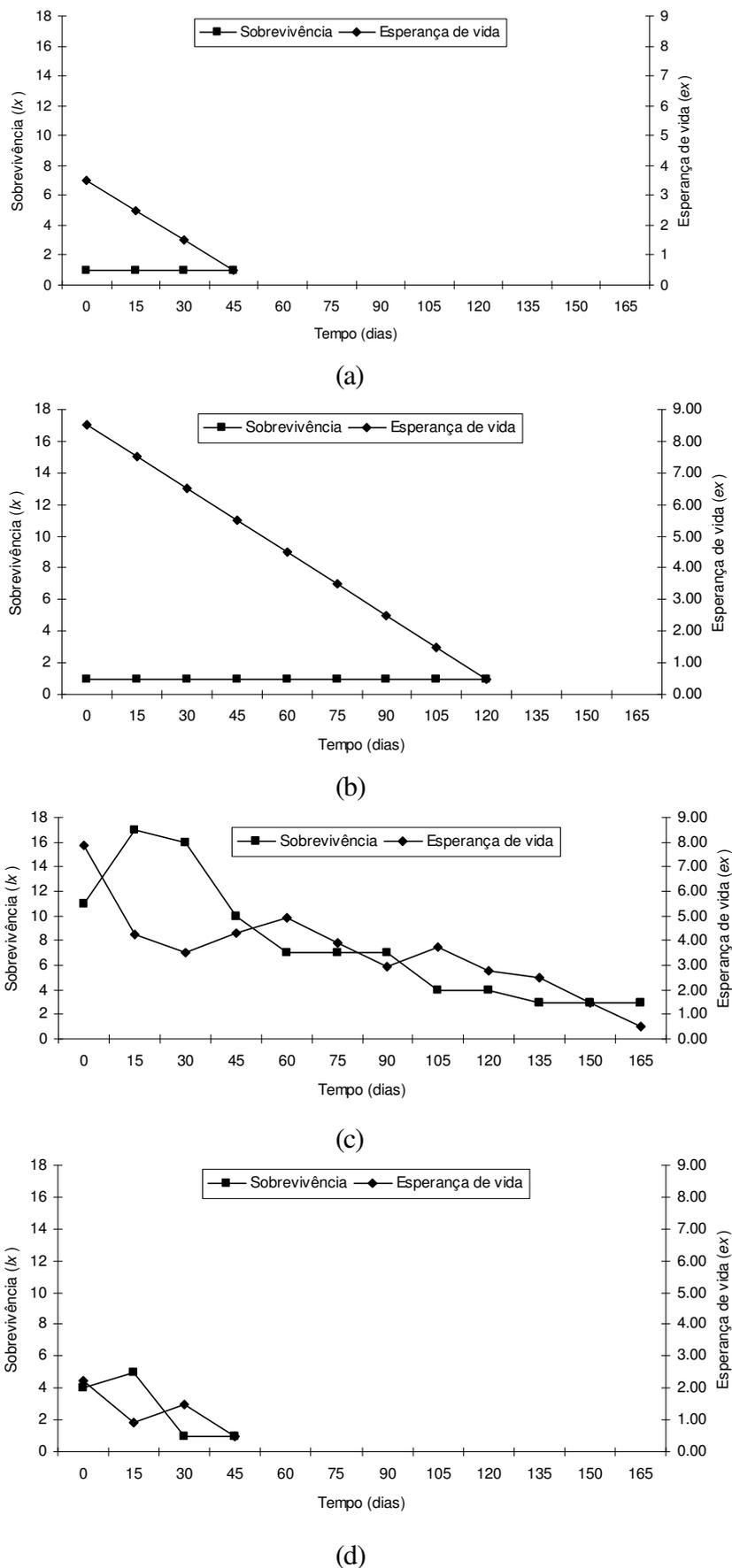


Fig. 5. Sobrevivência ( $lx$ ) e esperança de vida ( $ex$ ) de *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Leguminosae: Mimosoidae) por sementeira na superfície do solo (a), enterrada (b) e misturadas a esterco de bovinos (c) e de muares (d) no ambiente de platô, aos 165 dias. Petrolina-PE.

## CAPÍTULO 4

### Competição de *Prosopis juliflora* (Sw) DC. (Leguminosae: Mimosoidae) com plantas lenhosas da caatinga<sup>1</sup>

C.E. de S. Nascimento<sup>ab</sup>, M. Tabarelli<sup>a</sup>, C.A.D. da Silva<sup>c</sup>, I.R. Leal<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco, 50670-901, Recife, PE, Brasil

<sup>b</sup>Embrapa Semi-Árido, 56302-970, Petrolina, PE / UNEB - Departamento de Ciências Humanas, 48900-000, Juazeiro, BA, Brasil

<sup>c</sup>Embrapa Algodão, 58107-720, Campina Grande, PB, Brasil

---

<sup>1</sup>Este manuscrito segue as normas da revista Journal of Arid Environments

#### Resumo

Os efeitos da competição em comunidades áridas e semi-áridas de plantas podem ser inferidos por estudos da relação entre a distância e o tamanho das plantas vizinhas partindo-se da hipótese de que a competição entre vizinhos é densidade-dependente, ou seja, quanto menor o espaçamento entre plantas, menor o desenvolvimento e sobrevivência das mesmas. O objetivo deste estudo foi investigar o crescimento em área foliar, diâmetro do caule, altura e a mortalidade de espécies nativas da caatinga em competição com *P. juliflora*. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 2 x 5, representado por dois tipos de sementeira ( $S_1$ =sementes de espécies nativas e  $S_2$ =sementes de *P. juliflora* intercaladas por sementes de espécies nativas) e cinco espécies de planta nativa ( $N_1$ = *Mimosa tenuiflora*;  $N_2$ = *Erythrina velutina*;  $N_3$ = *Mimosa bimucronata*;  $N_4$ = *Caesalpinia microphylla* e  $N_5$ = *Caesalpinia ferrea*). Os tratamentos foram distribuídos em 10 repetições. Verificou-se que *P. juliflora* reduziu o crescimento em área foliar, diâmetro e altura e aumentou a mortalidade de todas as espécies. As menores mortalidades e os maiores crescimentos em altura foram observados para *C. tenuiflora* e *C. ferrea*, indicando que essas

plantas podem ser utilizadas em sistemas de manejo de *P. juliflora* visando recomposição da diversidade da caatinga.

*Palavras-chave:* Algarobeira; Diâmetro de planta; Altura de planta; Área foliar; Mortalidade de planta.

## **Abstract**

The effects of competition within arid and semi-arid plant communities can be inferred by studying the relation between distance and size of neighboring plants, based on the hypothesis that the competition between neighbors depends on density, or, in other words, the shorter the distance between plants is, the lower is their evolution and their longevity. The present paper's purpose was to investigate the growth of the leaf area, the stem diameter, the height and the mortality of native caatinga species in competition with *P. juliflora*. The experimental design was in randomized blocks, where the treatments were arranged in a factorial scheme 2 x 5, represented by two types of sowing (S1= native species seeds and S2= seeds of *P. juliflora* alternate with native species seeds) and five species of native plants (N1=*Mimosa tenuiflora*; N2=*Erythrina velutina*; N3=*Mimosa bimucronata*; N4=*Caesalpinia microphylla* and N5=*Caesalpinia ferrea*). The treatments were distributed over 10 replications. It could be verified that *P. juliflora* reduced the growth of the leaf area, diameter and height, as well as increased the mortality of all species. The lowest mortality and greatest growth in height were observed for *C. tenuiflora* and *C. ferrea*, indicating that these plants can be used in *P. juliflora* management systems aiming recovery of caatinga diversity.

*Keywords:* Mesquite; Plant diameter; Plant height; Leaf area; Plant mortality.

## **1. Introdução**

Ambientes áridos são caracterizados pela escassez de água, que é considerado o mais importante fator limitante para o crescimento das plantas (Ehleringer, 1984; Nobel 1988) dominantes destes habitats, tais como as *Prosopis* e as cactáceas, que são melhores competidores por água durante estágios de seu crescimento (Yeaton e Cody, 1976; Briones et al., 1996). No entanto, ambientes sob condições severas de escassez de água (zonas xênicas) podem proporcionar mais facilitação entre plantas do que serem favoráveis para a competição

(Callaway, 1997). Contrariamente, maior competição entre plantas tende a ocorrer nos ambientes com maior disponibilidade de água (zonas intermediárias) (Callaway, 1997), embora trabalhos recentes indiquem resultados inesperados e inconsistentes com essa hipótese (Goldberg et al., 1999; Maestre et al., 2005). Os efeitos da competição em comunidades áridas e semi-áridas de plantas podem ser inferidos por estudos da relação entre a distância e o tamanho das plantas vizinhas (Pielou, 1962; Fowler, 1986; Welden et al., 1988; Wilson, 1991; Briones et al., 1996) partindo-se da hipótese de que a competição entre vizinhos é densidade-dependente, de tal maneira que quanto menor o espaçamento entre plantas menor o desenvolvimento e sobrevivência das mesmas (Larrea-Alcázar e Soriano, 2006).

*Prosopis juliflora* (Sw) DC. (Leguminosae: Mimosoidae) foi introduzida na década de 40 na região nordeste do Brasil, como fonte de matéria prima para a convivência com a seca (Azevedo, 1982) e tem sido utilizada na alimentação humana e animal e na manufatura de estacas, mourões, carvão e lenha (Pegado et al., 2006). Estudos sobre a viabilidade econômica de *Prosopis juliflora* nessa região indicam que essa planta compete com culturas tradicionais de ciclo curto, como feijão macassar, milho e algodoeiro arbóreo (Porto Filho, 1981). Estima-se que uma árvore de *P. juliflora* produza cerca de 630.000 a 980.000 sementes por ano (Harding, 1988; Felker, 1979) com maiores chances de germinação se forem consumidas pelo gado, pois as sementes são escarificadas ao passarem pelo trato digestivo desses animais e são depositadas no solo junto com o esterco (Felker, 2003).

Apesar das qualidades de *P. juliflora*, a falta de manejo adequado, a adaptação regional da espécie e a facilidade de dispersão promovida pelos rebanhos bovinos e de muares, tem contribuído para a ocupação desordenada de extensas áreas da caatinga, indicando que a diversidade e composição florística desse bioma pode ser alterado caso medidas eficientes de manejo dessa espécie de planta não sejam adotados (Lins e Silva, 1997; Pasiecznik et al., 2001; Lima et al., 2002; Pegado et al., 2006). Por isto, a geração de conhecimentos sobre o potencial competitivo de espécies de plantas nativas da caatinga em relação à *P. juliflora* pode oferecer importantes informações para o manejo dessa planta na região semi-árida do nordeste do Brasil.

Nesse trabalho, foi testado o modelo teórico de competição proposto por Laird e Aarssen (2005) cujas plantas crescidas sob competição terão menor biomassa total que aquelas crescidas sozinhas. Esta predição parte da possibilidade de que a biomassa das plantas, especialmente as folhas, pode subsidiar o custo de seu próprio desenvolvimento através da fotossíntese. Nesse sentido, será avaliado o crescimento (altura, diâmetro e área

foliar) e a mortalidade de espécies nativas de plantas lenhosas da caatinga em competição com *P. juliflora*.

## 2. Metodologia

O trabalho foi conduzido no campo experimental da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, localizado em Petrolina-PE, no ano de 2006.

Foram selecionadas seis espécies lenhosas pertencentes à família Leguminosae, por ser considerado que plantas desta família formam *Rhizobium*, a saber: algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw) DC.; jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.; mulungu (*Erythrina velutina* Mart.); alagadiço (*Mimosa bimucronata* (Kunth); catingueira-rasteira (*Caesalpinia microphylla* Mart.) e pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex. Tul.). As sementes dessas plantas tiveram sua dormência quebrada artificialmente por desponete lateral com tesoura, para facilitar a absorção d'água e padronizar sua germinação (Bastos et al., 1992) e foram semeadas em tambores de ferro, preenchidos com solo de caatinga, medindo 56 x 50 cm, respectivamente, de diâmetro e altura.

O delineamento experimental foi de blocos ao caso, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 2 x 5, representado por dois tipos de semeadura ( $S_1$ =sementes de espécies nativas e  $S_2$ = sementes de *P. juliflora* intercaladas por sementes de espécies nativas) e cinco espécies de planta nativa ( $N_1$ = *M. tenuiflora*;  $N_2$ = *E. velutina*;  $N_3$ = *M. bimucronata*;  $N_4$ = *C. microphylla* e  $N_5$ = *C. ferrea*). Os tratamentos foram distribuídos em 10 repetições. Foram utilizadas 56 sementes por parcela no espaçamento de seis por seis centímetros, deixando-se 26 sementes como bordadura. Nos tratamentos com duas espécies de plantas, metade foi semeada com *P. juliflora* e a outra com sementes de uma das cinco espécies nativas. As plantas foram irrigadas três vezes ao dia, no total de dois litros d'água por parcela.

Para cada espécie foram avaliadas 15 plantas por parcela, a cada 20 dias, durante seis meses, em todos os tratamentos. Em cada parcela foram mensuradas a altura, o diâmetro do colo e a mortalidade das plantas. As medições de altura e diâmetro das plantas foram realizadas com régua e paquímetro digital. A área foliar foi determinada nas duas plantas centrais de cada parcela, em todos os tratamentos. Para a análise estatística, no entanto, foram considerados somente os valores de área foliar, diâmetro, altura e mortalidade das espécies nativas do estoque final.

As medidas de crescimento, bem como a mortalidade das plantas nos dois tipos de semeadura e nas cinco espécies de plantas nativas foram submetidas à análise de variância sendo as médias comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls, utilizado-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) (Ribeiro Jr. 2001), da Universidade Federal de Viçosa.

### 3. Resultados

Quanto o crescimento em área foliar, houve diferença significativa tanto para o método de semeadura ( $F = 140,89$ ;  $p < 0,0001$ ), quanto para a espécie testada ( $F = 7,89$ ;  $p < 0,0001$ ) e para a interação entre semeadura e espécies de plantas ( $F = 12,05$ ;  $p < 0,0001$ ; Tabela 1). Esses resultados indicam que a área foliar depende da semeadura e da espécie de planta. Com relação ao tipo de semeadura, o crescimento em área foliar foi semelhante para as espécies nativas intercaladas ou não por *P. juliflora* (Fig. 1). No entanto, espécies nativas crescidas intercaladas por *P. juliflora* apresentaram a menor área foliar se comparado àquelas crescidas sozinhas (Fig. 1). Com relação às espécies nativas, *E. velutina* apresentou a maior área foliar quando crescida sozinha (Fig. 1), enquanto *C. ferrea* tendeu a ser menor que as outras três espécies, embora não tenha havido diferença significativa.

O crescimento em diâmetro do caule foi diferente quanto ao tipo de semeadura ( $F = 42,34$ ;  $p < 0,0001$ ) e quanto à espécie testada ( $F = 493,42$ ;  $p < 0,0001$ ). No entanto, não houve interação significativa entre estas duas variáveis ( $F = 1,72$ ;  $p < 0,152$ ; Tabela 1), indicando que o crescimento em diâmetro é independente da semeadura e da espécie de planta. O diâmetro do caule das espécies nativas em função do tipo de semeadura foi menor nos tratamentos intercalados com *P. juliflora* e maior na semeadura isolada (Fig. 2a). Quando avaliando as espécies testadas, o crescimento em diâmetro foi maior para *E. velutina*, enquanto os menores valores foram observados para *C. microphylla* e *C. ferrea* (Fig. 2b).

O crescimento em altura seguiu o padrão observado para o crescimento em diâmetro. Houve diferenças significativas para o tipo de semeadura ( $F = 79,36$ ;  $p < 0,0001$ ) e para a espécie testada ( $F = 79,75$ ;  $p < 0,0001$ ). No entanto, a interação semeadura e espécie não foi significativa ( $F = 0,19$ ;  $p < 0,530$ ; Tabela 1), indicando que o crescimento em altura é independente da semeadura e espécie de planta. A análise de variância para o crescimento em altura das espécies nativas em função do tipo de semeadura mostrou menores crescimentos nos tratamentos intercalados com *P. juliflora* e os maiores na semeadura isolada (Fig. 3a).

Analisando as espécies testadas, os maiores crescimentos em altura foram observados para *M. tenuiflora* e *C. ferrea*, enquanto os menores foram observados para *C. microphylla* (Fig. 3b).

Por fim, quanto à mortalidade, houve diferença significativa para o tipo de semeadura ( $F = 25,67$ ;  $p < 0,0001$ ) e para a espécie testada ( $F = 21,67$ ,  $p < 0,0001$ ). Contudo, mais uma vez, a interação semeadura e espécie não foi significativa ( $F = 0,19$ ;  $p < 0,442$ ; Tabela 1), indicando que a mortalidade é independente da semeadura e da espécie de planta. Primeiramente, quanto ao método de semeadura, houve maiores mortalidades nos tratamentos intercalados com *P. juliflora* e menores na semeadura isolada (Fig. 4a). Já analisando as espécies testadas, houve menores mortalidades para as espécies *M. tenuiflora* e *C. ferrea*, e maiores para *M. bimucronata* (Fig. 4b).

#### 4. Discussão

O maior crescimento em área foliar das espécies nativas sozinhas em comparação àquelas em competição com *P. juliflora* demonstra o efeito prejudicial dessa planta. Este resultado corrobora com o modelo teórico no qual plantas crescidas sob competição terão uma menor biomassa total que aquelas crescidas sozinhas (Laird e Aarssen, 2005), sendo a altura um importante parâmetro para os diferentes padrões de respostas das espécies às variações na intensidade de luz (Muroya et al., 1997), de forma que o crescimento em altura é influenciado de maneira acentuada pelas condições de luminosidade (Poggiani et al., 1992). Isto foi mostrado para *Prosopis glandulosa* Torr., cujo crescimento e sobrevivência de suas plântulas foi menor sobre condições de baixa luminosidade e em competição com herbáceas (Bush e Auken, 1987; 1990). Semelhante comportamento ocorreu com plântulas *P. juliflora* que foram muito sensíveis no seu desenvolvimento quando sob o dossel de árvores adultas ou em pastagens estabelecidas (Pasicznik, 2002), apresentando menor produção de fitomassa e área foliar quando cultivada sob baixa luminosidade (Perez et al., 1999). Por outro lado, o maior e menor crescimento em área foliar, respectivamente, de *E. velutina* e *C. ferrea* sozinhas, deve ser atribuído às características fenotípicas de cada espécie de planta.

As maiores mortalidades e menores crescimentos em diâmetro e altura de plantas nativas nos tratamentos intercalados por *P. juliflora* que naqueles com plantas nativas, confirmam a agressividade dessa planta sob competição, prejudicando o desenvolvimento e reduzindo a sobrevivência das plantas nativas. Fato semelhante foi mostrado para as cactáceas *Stenocereus griseus* (Haw.) F. Busxb., *Cereus repandus* (L.) Backeb. e *Pilosocereus tillianus*

(Gruber & Schaftzl) que apresentaram menor número de indivíduos sob a copa de *P. juliflora* que sob outras espécies de leguminosas (Larrea-Alcázar e Soriano, 2006).

Dentre as espécies nativas testadas, *M. tenuiflora* e *C. ferrea* apresentaram as menores mortalidades e os maiores crescimentos em altura, indicando que essas plantas podem ser utilizadas em sistemas de manejo de *P. juliflora* visando à recomposição da diversidade e composição florística da caatinga. Outras espécies nativas como *Jatropha molissima*, *Cereus jamacaru*, *Mimosa tenuiflora*, *Zizyphus joazeiro* e *Capparis flexuosa* que apresentam maior resistência à invasão de *P. juliflora* (Oliveira, 2006), também podem ser sugeridas para recomposição da diversidade desse bioma.

*P. juliflora* é uma espécie extremamente agressiva, contendo substâncias químicas nas folhas que afetam a germinação e crescimento das colheitas, ervas más e outras árvores (Mwangi e Swallow, 2005), provocando atraso e reduzindo a germinação, as raízes, rebentos e o crescimento de plântulas, causados por efeitos alelopáticos das folhas, frutos, sementes, raízes e flores (Noor et al., 1995). Os resultados obtidos neste estudo de competição mostram que ela foi capaz de reduzir o crescimento em área foliar, diâmetro e altura, e, de aumentar a mortalidade das plantas nativas em ambientes com disponibilidade de água, sugerindo-se, também, que além da competição, os efeitos podem está relacionados à alelopatia de *P. juliflora* sobre as espécies nativas. Por isto, determinados sítios úmidos da caatinga, como as baixadas sedimentares e os solos aluviais das planícies ribeirinhas (Pegado et al., 2006) se constituem em ambientes favoráveis para a invasão de *P. juliflora*, de tal maneira que as primeiras árvores de *P. juliflora* que se estabelecem criam “ilhas de sucessão” que promovem a melhoria das condições ambientais locais, favorecendo o aumento do número de plantas, com a estabilização desse ecossistema ao longo do tempo (Archer, 1995). Isto pode explicar porque *P. juliflora* é capaz de se estabelecer em ambientes degradados, onde, normalmente, outras espécies de plantas não conseguem ou tem dificuldade para se estabelecer. Isto foi mostrado em áreas desnudas do município de Monteiro, estado da Paraíba, com a presença de *P. juliflora* e a ausência de plantas típicas da caatinga, como *Caesalpinia pyramidalis*, *Croton sonderianus*, *Erythrina velutina* e *Sideroxylon obtusifolium*, (Pegado et al., 2006).

## **Agradecimentos**

Ao Programa de Aperfeiçoamento Científico - PAC, da Universidade do Estado da Bahia - UNEB pelo apoio financeiro.

## Referências

- Archer, S., 1995. Herbivore mediation of grass-woody plant interactions. *Tropical Grasslands* 29, 218-235.
- Azevedo, C.F. de., 1982. Como e porque a algarobeira foi introduzida no Nordeste. In: Simpósio Brasileiro Sobre Algaroba 1, Natal. Algaroba. Natal: EMPARN, p.300-306. (EMPARN.Documentos, 7).
- Bastos, G.Q., Nunes, R.S., Cruz, G.M. de F., 1992. Reavaliação de quebra de dormência em sementes de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC). *Revista Brasileira de Sementes* 14, 17-20.
- Briones, O., Montana, C., Ezcurra, E., 1996. Competition between three Chihuahuan desert species: evidence from plant-distance relations and root distribution. *Journal of Vegetation Science* 7, 453-460.
- Bush, J.K., Auken, O.W.Van., 1987. Light requirements for growth of *Prosopis glandulosa* seedlings. *The Southwestern Naturalist* 32, 469-473.
- Bush, J.K., Auken, O.W.Van., 1990. Growth and survival of *Prosopis glandulosa* seedlings associated with shade and herbaceous competition. *Botanical Gazzete* 151, 234-239.
- Callaway, R.M., 1997. Positive interactions in plant communities and the individualist-continuum concept. *Oecologia* 112, 143-149.
- Ehleringer, J.R., 1984. Intraspecific competitive effects on water relations, growth and reproduction in *Encelia farinose*. *Oecologia* 63, 153-158.
- Fowler, N., 1986. The role of competition in plant communities in arid and semi-arid regions. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17, 89-110.
- Felker, P., 1979. Mesquite, an all purpose leguminous arid land tree. In: G.A. Ritchie (Editor), *New Agricultural Crops*. Westview Press: Boulder, CO.

- Felker, P., 2003. Management, use and control of *Prosopis* in Yemen. Mission report, Project Number:TCP/YEM/0169 (A). 14 August 2003 (Revised).
- Goldberg, D.E., Rajaniemi, T., Gurevitch, J., Stewart-Oaten, A., 1999. Empirical approaches to quantifying interaction intensity: competition and facilitation along productivity gradients. *Ecology* 80, 1118-1131.
- Hardin, E.D., 1988. Succession in Buffalo Beats prairie and surrounding forest. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 115, 13-24.
- Laird, R.A., Aarssen, L.W., 2005. Size inequality and the tragedy of the commons phenomenon in plant competition. *Plant Ecology* 179, 127-131.
- Larrea-Alcázar, D.M., Soriano, P.J., 2006. Spatial associations, size-distance relationships and population structure of two dominant life forms in a semiarid enclave of the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* 186, 137-149.
- Lima, P.C.F., Lima, J.L.S. de, Lima, A.Q. de, 2002. Regeneração natural em área degradada por mineração de cobre, no semi-árido brasileiro. In: Congresso Nacional de Botânica, 53. Anais... Recife, PE: SSB, pp 377-377
- Lins e Silva, A.C.B., 1997. Characteristics of *Prosopis juliflora* invasion of semi-arid habitats in Northeast Brazil. Dissertação (M.Sc. Advanced Course) - University of Drurham. Ecology.
- Maestre, F.T., Valladares, F., Reynolds, J.F., 2005. Is the change of plant-plant interactions with abiotic stress predictable? A meta-analysis of field results in arid environments. *Journal of Ecology* 93, 748-757.
- Muroya, K., Varela, V.P., Campos, M.A.A., 1997. Análise de crescimento de mudas de jacareúba (*Calophyllum angulare* - Guttiferae) cultivadas em condições de viveiro. *Acta Amazonica* 27, 197-212.

- Mwangi, E., Swallow, B., 2005. Invasion of *Prosopis juliflora* and local livelihoods: Case study from the lake Baringo area of Kenya. ICRAF Working Paper – no. 3. Nairobi: World Agroforestry Centre.
- Nobel, P.S., 1988. Environmental Biology of Agaves and Cacti. Cambridge University Press, Cambridge.
- Noor, M., Salam, U., Khan, M.A., 1995. Allelopathic effects of *Prosopis juliflora* Swartz. Journal of Arid Environments 31, 83-90.
- Oliveira, F.X. de., 2006. Impactos da invasão da algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. - sobre o componente arbustivo-arbóreo da caatinga nas microrregiões do curimataú e do seridó nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Areia. UFPB. 146p. Dissertação Mestrado.
- Pasiecznik, N.M., 2002. Prosopis (mesquite, algarrobo): invasive weed or valuable forest resource? Coventry, UK: HDRA.
- Pasiecznik, N.M., Felker, P., Harris, P.J.C., Harsh, L.N., Cruz, G., Tewari, J.C., Cadoret, K., Maldonado, L.J., 2001. The *Prosopis juliflora*–*Prosopis pallida* complex: a monograph. HDRA Coventry, UK 172 pp
- Pegado, C.M.A., Andrade, L.A. de, Félix, L.P., Pereira, I.M., 2006. Efeitos da invasão biológica de algaroba - *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição e a estrutura do estrato arbustivo-arbóreo da caatinga no Município de Monteiro, PB, Brasil. Acta botânica brasílica 20, 887-898.
- Perez, S.C.J.G.A., Fanti, S.C., Casali, C.A., 1999. Efeitos do sombreamento artificial no crescimento e resistência à seca da Algarobeira (*Prosopis juliflora* S.w. D.C.). Revista de Tecnologia e Ambiente 5, 7-29.
- Pielou, E.C., 1962. The use of plant-to-neighbour distances for the detection of competition. Journal of Ecology 50, 357-367.

Poggiani, F., Bruni, S., Barbosa, E.S.Q., 1992. Efeito do sombreamento sobre o crescimento das mudas de três espécies florestais. Revista do Instituto Florestal de São Paulo 4, 564-569.

Porto Filho, F., 1981. Estudo Comparativo de Custos e Receitas dos Principais Sistemas de Produção Recomendados pela EMATER/RN. Mossoró, DSc/ESAM (Monograph).

Ribeiro Jr., J.I., 2001. Análises Estatísticas do SAEG. Viçosa, Editora: Folha de Viçosa.

Welden, C.W., Slauson, W.L., Ward, R.T., 1988. Competition and abiotic stress among trees and shrubs in northwest Colorado. Ecology 69, 1566-1577.

Wilson, S.D., 1991. Variation in competition in eucalypt forests: the importance of standardization in pattern analysis. Journal of Vegetation Science 2, 577-586.

Yeaton, R.J., Cody, M.L., 1976. Competition and spacing and plants communities: The northern Mohave desert. Journal of Ecology 64, 689-696.

Tabela 1

Resumo das análises de variância para a área foliar, diâmetro do caule, altura e mortalidade de plantas nativas em função do tipo de sementeira e espécies de plantas. Petrolina-PE.

Fonte de variação	Graus de Liberdade	Quadrado médio	F	P
<b>Área foliar<sup>(*)</sup></b>				
Sementeira	1	1790,58	140,89	0,0001
Espécies nativas	4	100,29	7,89	0,0001
Sementeira x Espécies nativas	4	153,12	12,05	0,0001
Resíduo	90	12,71		
<b>Diâmetro</b>				
Sementeira	1	47,53	42,34	0,0001
Espécies nativas	4	553,81	493,42	0,0001
Sementeira x Espécies nativas	4	1,93	1,72	0,152
Resíduo	90	1,12		
<b>Altura</b>				
Sementeira	1	391121,40	79,36	0,0001
Espécies nativas	4	393076,80	79,75	0,0001
Sementeira x Espécies nativas	4	2614,30	0,19	0,530
Resíduo	90	4928,70		
<b>Mortalidade<sup>(*)</sup></b>				
Sementeira	1	10,93	25,67	0,0001
Espécies nativas	4	9,22	21,67	0,0001
Sementeira x Espécies nativas	4	0,19	0,19	0,442
Resíduo	90	0,43		

<sup>(\*)</sup> Dados transformados em raiz de  $(x+0,5)$  para fins de análise estatística.

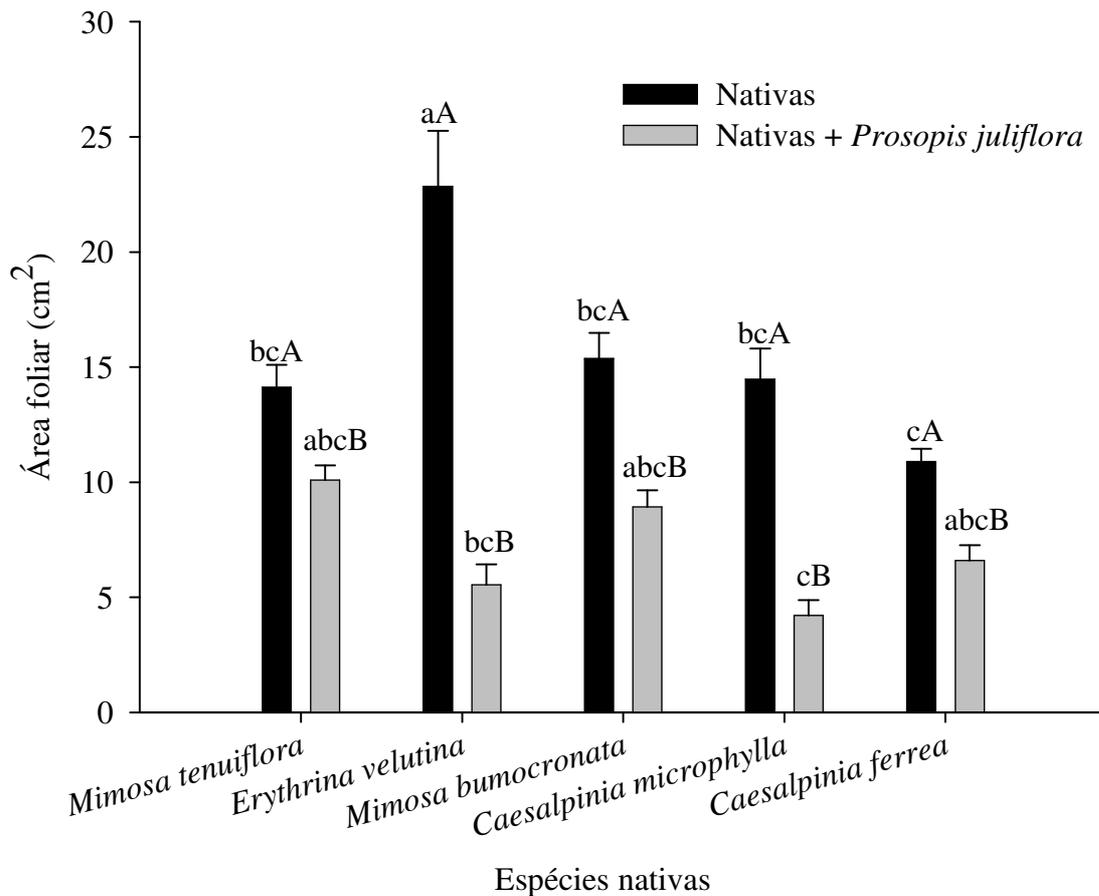


Fig. 1. Área foliar média das espécies nativas da caatinga em função do tipo de sementeira ( $S_1$ =sementes de espécies nativas e  $S_2$ = sementes de *P. juliflora* intercaladas por sementes de espécies nativas) e espécie de planta. Petrolina-PE. Teste de Student-Newman-Keuls: colunas seguidas pela mesma letra minúscula, por espécie de planta, ou maiúscula, entre tipo de sementeira, não são diferentes ( $P < 0,05$ ). Barras de erro indicam o desvio padrão.

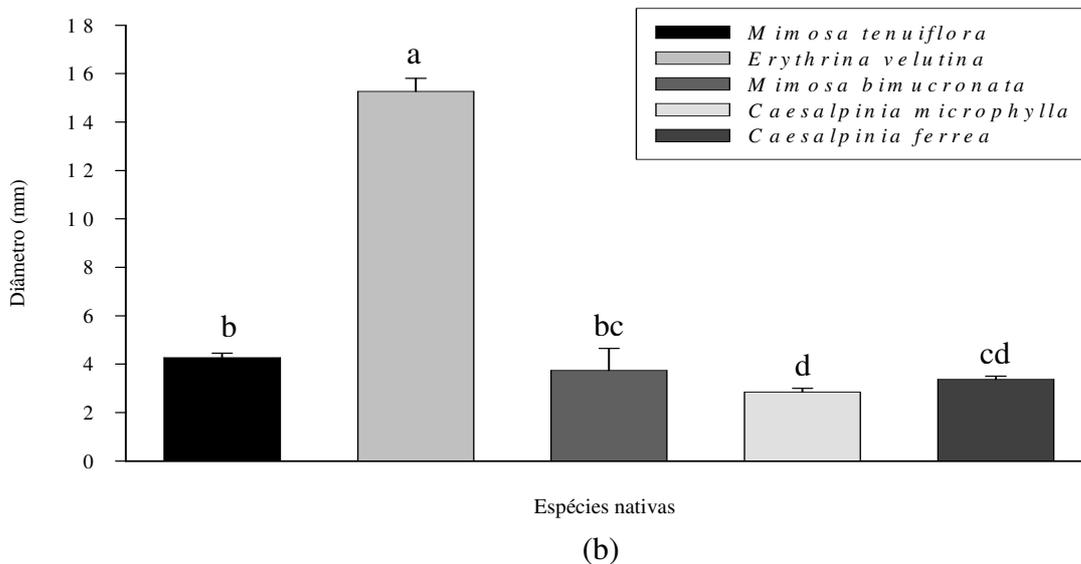
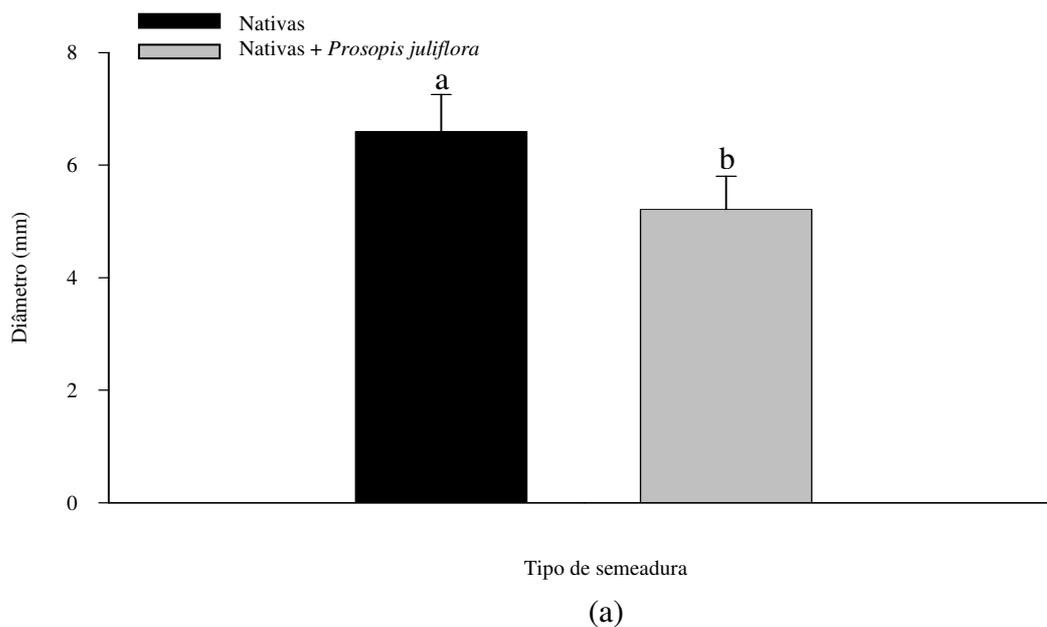
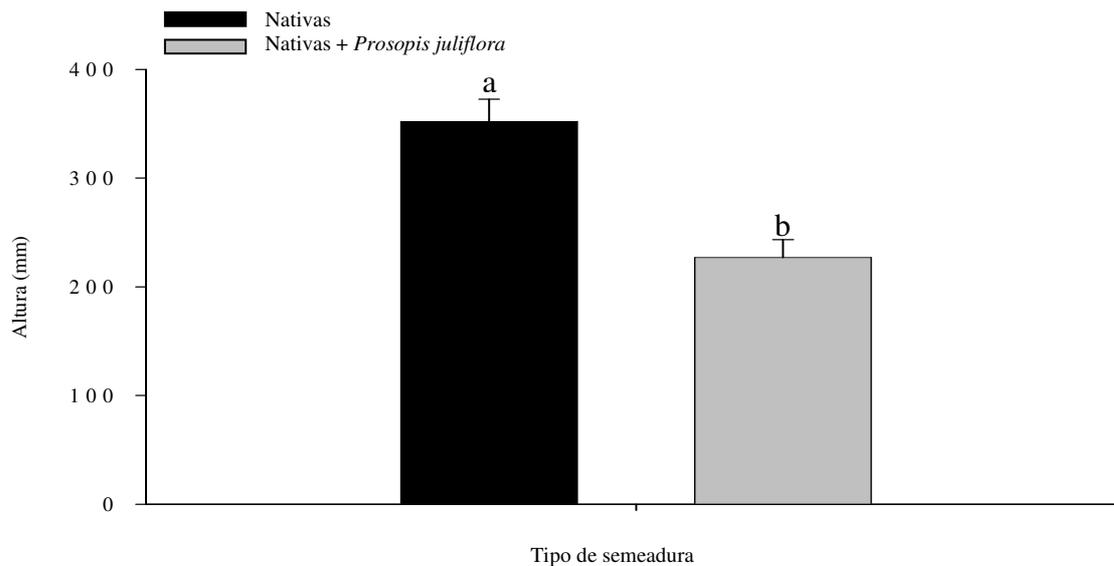
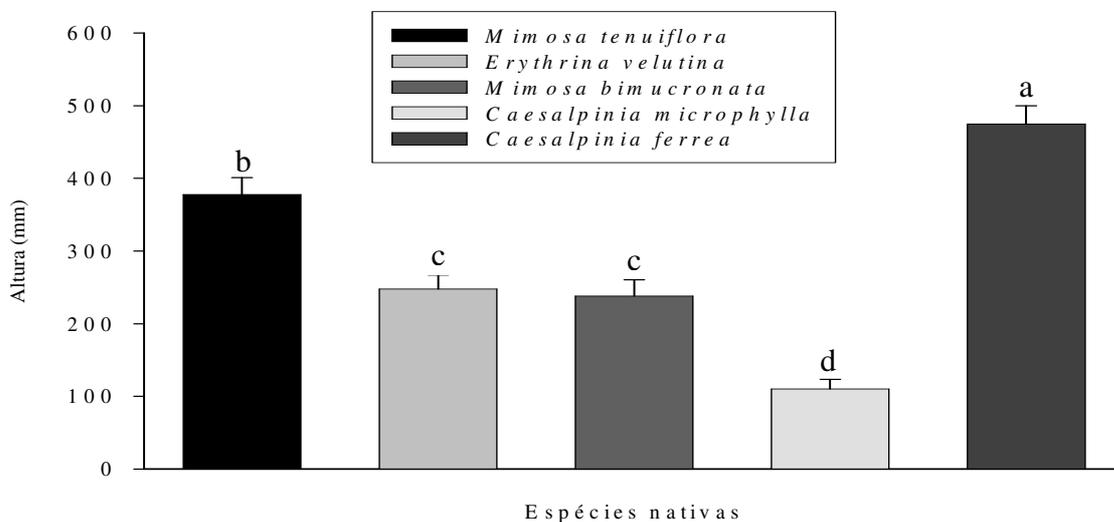


Fig. 2. Diâmetro médio das espécies nativas em função do tipo de sementeira (S<sub>1</sub>=sementes de espécies nativas e S<sub>2</sub>= sementes de *P. juliflora* intercaladas por sementes de espécies nativas) (a) e espécie de planta (b). Petrolina-PE. Teste de Student-Newman-Keuls: colunas seguidas pela mesma letra minúscula não são diferentes ( $P < 0,05$ ). Barras de erro indicam o desvio padrão.



(a)



(b)

Fig. 3. Altura média das espécies nativas em função do tipo de sementeira ( $S_1$ =sementes de espécies nativas e  $S_2$ = sementes de *P. juliflora* intercaladas por sementes de espécies nativas) (a) e espécie de planta (b). Petrolina-PE. Teste de Student-Newman-Keuls: colunas seguidas pela mesma letra minúscula não são diferentes ( $P < 0,05$ ). Barras de erro indicam o desvio padrão.

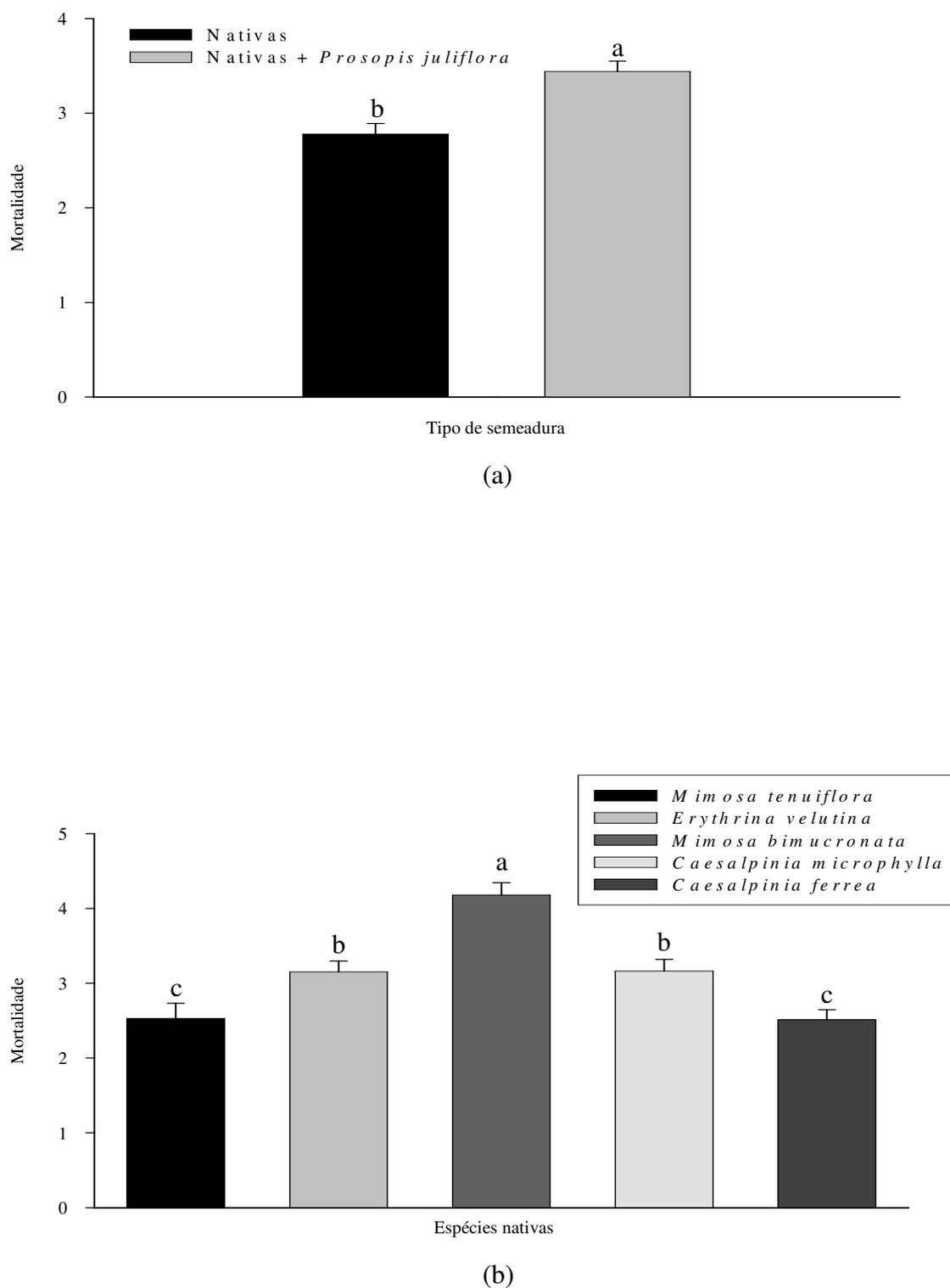


Fig. 4. Mortalidade média das espécies nativas em função do tipo de sementeira ( $S_1$ =sementes de espécies nativas e  $S_2$ = sementes de *P. juliflora* intercaladas por sementes de espécies nativas) (a) e espécie de planta (b). Petrolina-PE. Teste de Student-Newman-Keuls: colunas seguidas pela mesma letra minúscula não são diferentes ( $P < 0,05$ ). Barras de erro indicam o desvio padrão.

## CONCLUSÕES

A invasão de *P. juliflora* ocorreu em áreas degradadas ou em estágio inicial de degradação nos ambientes de planície aluvial e terraço aluvial e reduziu a riqueza e a diversidade de espécies nativas daqueles ambientes, não afetando, porém, a riqueza e diversidade das mesmas nos ambientes de platô e controle. *Prosopis juliflora* não afetou a riqueza e a diversidade dos platôs porque esta espécie precisa de umidade para poder se estabelecer, e, ao mesmo tempo, não afetou a riqueza e diversidade dos ambientes controles porque eles encontravam-se preservados. Dessa forma, pode-se sugerir que *P. juliflora* não invadirá o bioma caatinga, com exceção das áreas degradadas das planícies aluviais da região semi-árida, por sua dificuldade de se estabelecer em solos com baixa disponibilidade d'água e de invadir ambientes com vegetação em estágio avançado de sucessão.

A germinação de sementes de *P. juliflora* depende do tipo de semeadura e ambiente, tendendo a ser maior na semeadura enterrada, nos ambientes geomorfológicos de planície aluvial e terraço aluvial, porque a umidade registrada a 20 cm de profundidade foi semelhante nesses ambientes. Já o esterco bovino aumentou a germinação de sementes de *P. juliflora* em relação à semeadura na superfície e enterrada, no ambiente de platô, possivelmente pela menor dessecação das sementes fornecida pelo ambiente úmido do esterco animal.

As maiores sobrevivência e esperança de vida de *P. juliflora*, nos três ambientes geomorfológicos estudados, ocorreram na planície aluvial, ocasionada pela maior capacidade de campo e teor de umidade desse ambiente, enquanto às menores ocorreram no platô, reforçando ainda mais a diferença entre esses dois ambientes. No que diz respeito ao tipo de semeadura, as maiores sobrevivência e esperança de vida de *P. juliflora* também ocorreram na semeadura misturada ao esterco bovino, enquanto as menores ocorreram na superfície, sugerindo uma maior umidade disponível às plantas no ambiente mantido pelo esterco. No platô o esterco não foi eficiente, talvez pela sequeidão do solo, provocando endurecimento dos mesmos.

Com relação ao efeito da competição de *P. juliflora* sobre as espécies nativas verificou-se que a *P. juliflora* reduziu o crescimento em área foliar, diâmetro e altura, e aumentou a mortalidade de *Mimosa tenuiflora*; *Erythrina velutina*; *Mimosa bimucronata*; *Caesalpinia microphylla* e *Caesalpinia ferrea* em ambientes com disponibilidade d'água, sendo que as menores mortalidades e os maiores crescimentos em altura de plantas nativas foram observados para *M. tenuiflora* e *C. ferrea*, confirmando a agressividade da *P. juliflora* sobre o crescimento e sobrevivência das espécies nativas da caatinga.

**Baseado nestas conclusões pode-se sugerir as seguintes estratégias para o manejo de *P. juliflora*:**

1. Efetuar plantio consorciado das espécies nativas *M. tenuiflora* e *C. ferrea* com *P. juliflora*, considerando o desempenho destas plantas em competição com *P. juliflora*;
2. Utilizar para a recomposição florística do ambiente ciliar degradado as espécies nativas (ver Capítulo 1, Tabela 4) encontradas nos ambientes úmidos das planícies e terraços aluviais, bem como as espécies que ocorreram no ambiente controle (úmido), mas não na planície aluvial (provavelmente a ausência da espécie neste ambiente tenha sido provocada pela degradação e invasão de *P. juliflora*).
3. Erradicar *P. juliflora* de áreas invadidas, com plantio posterior das espécies relacionadas na Tabela 4 acima citada;
4. Monitorar as áreas invadidas e efetuar o controle biológico (com patógenos e/ou insetos fitófagos), cultural (capinas, podas, etc.) e/ou químico (herbicidas seletivos) de plântulas de *P. juliflora* no seu período de maior sobrevivência e esperança de vida (75 dias na planície aluvial), principalmente nas áreas com esterco bovino; processar seus frutos (torta, farelo, etc) e evitar o pastejo de animais nas áreas invadidas, para conter a disseminação e o aumento populacional de *P. juliflora*.

## RESUMO

Objetivou-se estudar o comportamento invasor de *Prosopis juliflora* (Sw) DC. e suas conseqüências sobre a comunidade nativa da caatinga em três ambientes geomorfológicos (planície aluvial, terraço aluvial e platô). Nos dez sítios estudados a composição florística apresentou 75 espécies, 59 gêneros e 30 famílias. As famílias com maior número de espécies foram Mimosaceae, Euphorbiaceae e Caesalpiniaceae. A densidade absoluta de *P. juliflora* foi de 1086 indivíduos/ha, ficando a planície e terraço aluvial com a maior densidade. A menor riqueza ocorreu na planície aluvial. O índice de diversidade foi semelhante nos três ambientes. A germinação de sementes de *P. juliflora* tendeu a ser maior na cova na planície e terraço aluvial, porque a umidade na camada de 0-20 cm foi semelhante nesses ambientes. O esterco bovino aumentou a germinação de *P. juliflora* em relação à semente na superfície e na cova, no ambiente de platô. As maiores sobrevivência e esperança de vida de *P. juliflora* ocorreram na planície aluvial, enquanto às menores ocorreram no platô. As maiores sobrevivência e esperança de vida de *P. juliflora* ocorreram na semente misturada ao

esterco bovino, enquanto as menores ocorreram na superfície. *P. juliflora* aumentou a mortalidade e reduziu a área foliar, diâmetro e altura de *Mimosa tenuiflora*; *Erythrina velutina*; *Mimosa bimucronata*; *Caesalpinia microphylla* e *Caesalpinia ferrea* em ambientes com disponibilidade de água. Por outro lado, as menores mortalidades e os maiores crescimentos em altura foram observados para *C. tenuiflora* e *C. ferrea*, sugerindo que podem ser utilizadas em sistemas de manejo de *P. juliflora* visando à recomposição florística da caatinga.

Palavras-chave: invasão biológica, mata ciliar, germinação, competição, esperança de vida.

### ABSTRACT

The invasive behavior of *Prosopis juliflora* (Sw) DC was studied as well as its consequences on the native community of the caatinga in three different geomorphologic environments (alluvial plain, alluvial terrace and plateau). In the 10 studied sites the floristic composition revealed 75 species, 59 genera and 30 families. The families with the highest number of species were Mimosaceae, Euphorbiaceae and Caesalpinaceae. The absolute density of *P. juliflora* was 1086 individuals/ha and the alluvial plain and terrace showed the highest density. The smallest richness took place in the alluvial plain. The diversity index was similar in the three environments. The seed germination of *P. juliflora* showed a tendency to be better in the planting pits of the alluvial plain and terrace due to similar humidity in the 0 - 20 cm layer in these environments. The cattle manure produced a germination increment to surface sowing and planting pits, in the plateau environment. The highest survival and life expectancy occurred in the alluvial plain, while the lowest occurred in the plateau environment. The highest survival and life expectancy for *P. juliflora* took place when sowing was done with manure, while the lowest were for the surface sowing. *P. juliflora* increased the death rate and reduced the leaf area, diameter and height of *Erythrina velutina*; *Mimosa bimucronata*; *Caesalpinia microphylla* and *Caesalpinia ferrea* in environments where water was available. On the other hand, the lowest death rates and the greater height growth were observed in *C. tenuiflora* and *C. ferrea*, what suggests that they can be used for management systems of *P. juliflora* which have the aim of floristic reforestation of the caatinga.

Key words: biological invasion, riparian forest, germination, competition, life expectancy