

ELIFÁBIA NEVES DE LIMA

**INFLUÊNCIA DO COMPONENTE HERBÁCEO DA CAATINGA NA
REGENERAÇÃO NATURAL DE PLANTAS LENHOSAS EM UMA
ÁREA DE VEGETAÇÃO PRESERVADA E UMA ÁREA DE
AGRICULTURA ABANDONADA**

RECIFE

2011

ELIFÁBIA NEVES DE LIMA

**INFLUÊNCIA DO COMPONENTE HERBÁCEO DA CAATINGA NA
REGENERAÇÃO NATURAL DE PLANTAS LENHOSAS EM UMA
ÁREA DE VEGETAÇÃO PRESERVADA E UMA ÁREA DE
AGRICULTURA ABANDONADA**

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Botânica, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como pré-requisito para obtenção do título de Doutora em Botânica.

ORIENTADORA:
Dra. Elcida de Lima Araújo

CONSELHEIRO:
Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque

RECIFE

2011

Ficha catalográfica

L732i Lima, Elifábia Neves
Influência do componente herbáceo da caatinga na
regeneração natural de plantas lenhosas em uma área de
vegetação preservada e uma área de agricultura abandonada /
Elifábia Neves Lima. – 2011.
108 f.: il.

Orientadora: Elcida de Lima Araújo.
Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal
Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife,
2011.
Inclui referências e anexo.

1. Status de conservação 2. Plântulas lenhosas
3. Interação planta-planta 4. Competição I. Araújo, Elcida de
Lima, orientadora II. Título

CDD 581

ELIFÁBIA NEVES DE LIMA**INFLUÊNCIA DO COMPONENTE HERBÁCEO DA CAATINGA NA REGENERAÇÃO
NATURAL DE PLANTAS LENHOSAS EM UMA ÁREA DE VEGETAÇÃO PRESERVADA E
UMA ÁREA DE AGRICULTURA ABANDONADA****Banca Examinadora:**

Prof^a. Dr^a. Elcida de Lima Araújo –UFRPE (Titular)
Orientadora/ Presidente

Prof^a. Dr^a. Cibele Cardoso de Castro – UFRPE (Titular)

Prof^a. Dr^a. Elba Maria Nogueira Ferraz – IFPE (Titular)

Prof^o. Dr. Kleber de Andrade Silva – UFPE (Titular)

Prof^a Dr^a. Rejane Magalhães de Mendonça Pimentel – UFRPE (Titular)

Prof^a. Dr^a. Jarcilene Silva de Almeida Cortez – UFPE (Suplente)

Prof^a. Dr^a. Lúcia de Fátima de Carvalho Chaves - UFRPE (Suplente)

Tese defendida em 25/02/2011

RECIFE

2011

Meu pai me disse que a vida
 Não tem nada de marcada
 E que o destino não é nada
 Levando a gente na vida

E toda vez que eu paro e olho
 Pra esse velho companheiro
 Vejo quem deu pra essas paredes
 Essa cara de família

Deixa eu ver a mão machucada
 Te levanta, deixa essa cama
 Estou tão triste, quero falar-te
 Fica calmo filho, não chora!

E não sabem dar valor pra essas
 coisas... Ter um lar é um tesouro!

Minha mãe me disse umas coisas
 Sobre os ódios do meu peito
 Disse que o ódio que se guarda
 Vai matando só quem sente

Minha mãe juntou as minhas mãos
 Ainda quando eram pequenas
 E me falou que tinha um Deus

Que era um tal papai do céu
 Que era Pai!

Deixa eu ver a mão machucada
 Te levanta, deixa essa cama
 Estou tão triste, quero falar-te
 Fica calmo filho, não chora!

E não sabem dar valor pra essas
 coisas... Ter um lar é um tesouro!

Meu Deus, como seria bom
 Seria bem melhor se fosse sempre
 assim...

Meu Deus como seria bom
 Só hoje pude ver o que isso fez pra
 mim...

Meu Deus como seria bom
 Seria bem melhor pra cada um
 E assim pra todos nós!!

Cara de Família - Pe. Fábio de Melo

Composição: Rodrigo Grecco

Ao criador, essência da vida, pois ele é a Luz, o Amor, a Paz, a Fé, a Verdade, o Princípio e o Fim.

Aos meus pais, Elias Manoel de Lima e Maria de Fátima Neves de Lima, por me ensinarem os caminhos a seguir e por me amarem do jeito que sou.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pai supremo: “Graças Pai, hoje venho te dar e prostrar-me aos teus pés/ somente para agradecer-Te, somente para dar-Te graças/ pois não encontro outras palavras em meu ser./ Graças, Pai, pelos pequenos e belos detalhes/ por cada coisa que me deste, por cada coisa que me negaste/ mais que isto, graças, Pai, por Ti mesmo e pelo que És, venho agradecer.”

À Nossa Senhora, mãe de Jesus, a quem fui consagrada ainda criança: “Eu era pequeno, nem me lembro, só lembro que a noite ao pé da cama, juntava as mãozinhas e rezava apressado, mas rezava como alguém que ama... Nas Ave-Marias que hoje eu rezo esqueço as palavras e adormeço. E embora cansado sem rezar como eu devo, eu de ti Maria não esqueço.”

Em especial, à minha orientadora, Profa. Dra. Elcida de Lima Araújo que desde a iniciação científica, vem contribuindo na minha formação profissional. Deus te abençoe.

Ao conselheiro, Prof. Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque, pelas críticas que contribuíram para realização desta obra.

Aos membros da banca pelas críticas e contribuições que enriqueceram todas as informações contidas nesta obra.

À Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco – IPA, unidade de Caruaru, pelo apoio logístico. Aproveito a oportunidade para agradecer a todos os funcionários do IPA de Caruaru pela excelente recepção e amizade.

Ao Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB), pela oportunidade de obtenção do título de Doutora.

Aos professores do PPGB/UFRPE pelo aprendizado durante o tempo em que fui aluna do programa.

À meus pais, Elias Manoel de Lima e Maria de Fátima Neves de Lima, pela amizade, carinho, amor e educação, que me foram oferecidos desde os primeiros dias de minha vida. Por todo esforço para dar o melhor para mim e meus irmãos. Tenho certeza que valeu a pena, hoje estamos todos bem, graças a essa dedicação. Que Deus abençoe aos dois, amo vocês.

Aos meus irmãos, Elifábio Neves de Lima, junto com sua família Elizabeth e Rafael (meu sobrinho fofo), e Emanuel Neves de Lima, pelos momentos vividos desde a nossa infância e amizade. Que Deus abençoe a todos; amo vocês.

Em especial, ao meu esposo Stélio Bezerra Pinheiro de Lima, pelos seis anos de convivência matrimonial e 10 anos juntos, por todo amor e amizade, sempre com uma palavra

de incentivo e otimismo para oferecer nas horas de dificuldade. Que Deus sempre te abençoe, e que seja sempre a pessoa maravilhosa que você é. Te amo neguinho!

À minha sogra, Tia Fátima pelas orações e pensamentos positivos.

A todos os familiares que participaram direta e indiretamente tanto na realização desta pesquisa como na minha formação moral. Meus avos, tios, primos, todos que acreditaram em mim.

Aos amigos da grande família Lopes: João Batista, Wilza, Leandro, e Clarissa, pelo grande apoio, comigo e ao Stélio, e amizade construída nas minhas viagens à Teresina. Um abraço especial a Clarissa pelas horas de trabalho, conversa, descontração e aventuras vividas em Caruaru ao iniciar nossa jornada no doutorado: Pede pra sair!!!

A todos os funcionários que trabalham na área de botânica/PPGB. Em especial ao seu Mano (Manasses), D. Margarida e Kênia.

Aos amigos do LEVEN pelos oito anos de convivência e momentos de descontração e trabalho que foram mais divertidos com toda está turma: Kleber, Clarissa, Juliana, Thiago. Em especial, à Josiene e Danielle, pela grande amizade e apoio na conclusão desta pesquisa, muito obrigado. Não esquecendo todos que por aqui passaram (Ana Maria, Francisco, Giseli, entre outros) e os recém chegados, abraços.

Aos amigos da botânica pelos momentos de descontração e trocas de conhecimento científico.

Às novas amizades feitas em Bom Jesus-PI, na UFPI que trouxeram alguma palavra de incentivo para o termino deste trabalho. Em especial, aos amigos Rejane e família, Sandra e Eduardo, Rosalvo e Elisangêla, Karina e Severino, Leandro Branco, pelos almoços e jantas descontraídos nos fins de semana.

E, enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta na minha formação acadêmica e na realização desta Tese.

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1: Herbáceas influenciam o recrutamento e o estabelecimento de plântulas lenhosas em áreas de floresta tropical seca preservada e antropizada?

Tabela 1 Número de nascimentos de plântulas lenhosas e mortes de regenerantes lenhosos (plântulas e juvenis) registrados nas parcelas com presença ou ausência do estrato herbáceo nas áreas preservada e antropizada de uma área de floresta tropical seca em Caruaru, Pernambuco, Brasil

38

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1: Herbáceas influenciam o recrutamento e o estabelecimento de plântulas lenhosas em áreas de floresta tropical seca preservada e antropizada?

- Fig. 1 Precipitação mensal das áreas preservada e antropizada numa área de floresta tropical seca em Caruaru, Pernambuco, Brasil. Totais pluviométricos: 686,6 mm em 2008; 766,5 mm em 2009 39
- Fig. 2 Variação mensal no número de nascimentos de plântulas de espécies lenhosas nas áreas antropizada e preservada (A) e variação dos nascimentos de plântulas nas parcelas com presença ou ausência do estrato herbáceo na área antropizada (B) e preservada (C) numa área de floresta tropical seca em Caruaru, Pernambuco, Brasil 40
- Fig. 3 Variação mensal no número de mortes de indivíduos lenhosos nas áreas antropizada e preservada (A) e variação mensal na mortalidade nas parcelas com presença ou ausência do estrato herbáceo na área antropizada (B) e preservada (C) numa área de floresta tropical seca em Caruaru, Pernambuco, Brasil 41
- Fig. 4 Curvas de sobrevivência das coortes recrutadas nas áreas antropizada e preservada nas parcelas com presença ou ausência do estrato herbáceo numa área de floresta tropical seca em Caruaru, Pernambuco, Brasil 42
- Fig. 5 Variação temporal na densidade de herbáceas em áreas antropizada e preservada numa área de floresta tropical seca em Caruaru, Pernambuco, Brasil 43
- Fig. 6 Variação mensal nas densidades regenerantes nas parcelas com presença ou ausência do estrato herbáceo, em áreas antropizada e preservada numa área de floresta tropical seca em Caruaru, Pernambuco, Brasil 44
- Fig. 7 Relação entre densidade de herbáceas e a densidade de regenerantes nas áreas antropizada e preservada numa área de floresta tropical seca em Caruaru, Pernambuco, Brasil 45

Capítulo 2: Influência da vegetação herbácea no crescimento e sobrevivência de plântulas de duas espécies lenhosas em áreas de floresta tropical seca

- Fig. 1. Curvas de sobrevivência das coortes recrutadas no início da estação chuvosa de *Croton blanchetianus* Baill. (Euphorbiaceae) e *Poincianella pyramidalis* Tul. L.P. Queiroz (Fabaceae) nas parcelas com a presença de herbáceas (—) e sem a presença de herbáceas (---), em áreas de caatinga antropizada e preservada, Caruaru, Pernambuco, Brasil. 64
- Fig. 2. Distribuição do crescimento mensal absoluto em diâmetro (mm) e altura (cm) das coortes de *Croton blanchetianus* Baill. (Euphorbiaceae) recrutadas em 2008 (A e C) e 2009 (B e D), em áreas de caatinga antropizada e preservada, Caruaru, Pernambuco, Brasil. CH - estação chuvosa; S - estação seca; A - área antropizada; P - área preservada; 1 - 2008; 2 - 2009. 65
- Fig. 3. Distribuição do crescimento mensal absoluto em diâmetro (mm) e altura (cm) das coortes de *Poincianella pyramidalis* Tul. L.P. Queiroz (Fabaceae) recrutadas em 2008 (A e C) e 2009 (B e D), em áreas de caatinga antropizada e preservada, Caruaru, Pernambuco, Brasil. CH - estação chuvosa; S - estação seca; A - área antropizada; P - área preservada; 1 - 2008; 2 - 2009. 66
- Fig. 4. Incremento médio em diâmetro (mm) e altura (cm) das coortes de *Croton blanchetianus* Baill. (Euphorbiaceae) recrutadas no início da estação chuvosa, em áreas de caatinga antropizada e preservada, Caruaru, Pernambuco, Brasil. (—) com herbáceas; (---) sem herbáceas; (o) – 2008; (Δ) – 2009. 67
- Fig. 5. Incremento médio em diâmetro (mm) e altura (cm) das coortes de *Poincianella pyramidalis* Tul. L.P. Queiroz (Fabaceae) recrutadas no início da estação chuvosa, em áreas de caatinga antropizada e preservada, Caruaru, Pernambuco, Brasil. (—) com herbáceas; (---) sem herbáceas; (o) – 2008; (Δ) – 2009. 68

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1. O conhecimento ecológico da caatinga	3
2.2. Interações planta-planta	7
2.2.1. Competição	8
2.2.2. Facilitação	11
2.3. Considerações Finais	12
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13
Capítulo 1. Herbáceas influenciam o recrutamento e o estabelecimento de plântulas lenhosas em áreas de floresta tropical seca preservada e antropizada?	20
Resumo	21
Introdução	23
Métodos	24
<i>Área de estudo</i>	24
<i>Desenho experimental</i>	25
<i>Análise dos dados</i>	26
Resultados	27

<i>Natalidade, mortalidade e densidade de plântulas lenhosas na ausência e presença de plantas herbáceas</i>	27
<i>Sobrevivência de coortes de plântulas lenhosas na ausência e presença de plantas herbáceas</i>	28
<i>Relação entre a densidade de herbáceas e a densidade de regenerantes de espécies lenhosas</i>	29
Discussão	29
<i>Natalidade, mortalidade e densidade de plântulas lenhosas diferem entre as áreas antropizada e preservada na ausência e presença de plantas herbáceas?</i>	29
<i>Sobrevivência de coortes de plântulas lenhosas, na presença ou ausência de herbáceas, independe da época do recrutamento?</i>	31
<i>Existe relação entre a densidade de herbáceas e a densidade de regenerantes de espécies lenhosas nas áreas de caatinga preservada e antropizada?</i>	32
Referências	33
Capítulo 2. Influência da vegetação herbácea no crescimento e sobrevivência de plântulas de duas espécies lenhosas em áreas de floresta tropical seca	46
Resumo	47
Introdução	49
Materiais e Métodos	50
<i>Área de estudo</i>	50
<i>Desenho Experimental</i>	51
<i>Análise dos dados</i>	52
Resultados	53
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	53

<i>Poincianella pyramidalis</i> Tul. L.P. Queiroz	54
Discussão	55
Referências	59
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
5. ANEXOS	70
5.1. Anexo 1 – Normas para publicação na revista <i>Plant Ecology</i>	70
5.2. Anexo 2 – Normas para publicação na revista <i>Journal of arid environments</i>	79

Lima, Elifábia Neves de. Dra. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 02/2011. Influência do componente herbáceo da caatinga na regeneração natural de plantas lenhosas em uma área de vegetação preservada e uma área de agricultura abandonada. Elcida de Lima Araújo, Ulysses Paulino de Albuquerque.

RESUMO

Estudos vêm demonstrando que tanto as herbáceas podem afetar a sobrevivência e o estabelecimento de plântulas de lenhosas quanto lenhosas podem afetar o estabelecimento das ervas em ambientes secos. Como o componente herbáceo é abundante na caatinga, espera-se que a dinâmica das ervas possa interferir na dinâmica regenerativa das populações lenhosas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o papel que o componente herbáceo exerce na fase inicial da regeneração de algumas espécies lenhosas em uma área de cultivo abandonada, chamada de antropizada, e de vegetação preservada, em Caruaru, Pernambuco. Foram alocadas 50 parcelas de 1x1m por área, distribuídas aleatoriamente em um trecho de 1ha. Mensalmente, a vegetação herbácea foi retirada, manualmente, de 25 parcelas e mantida nas demais 25 parcelas em cada área. Nas parcelas foram marcadas todas as plântulas de lenhosas recrutadas e foram acompanhados seu crescimento e sobrevivência. Entre as plântulas lenhosas monitoradas nas parcelas foram selecionadas duas espécies para acompanhar sua sobrevivência e desenvolvimento: *Croton blanchetianus* Baill. (Euphorbiaceae) e *Poincianella pyramidalis* Tul. L.P. Queiroz (Fabaceae). Foram registradas um total de 13 espécies lenhosas, com um total de 1139 plântulas nascidas na área antropizada e 494 plântulas nascidas na área preservada. A mortalidade das plântulas lenhosas na comunidade foi significativamente maior na estação chuvosa para ambas as áreas. Os nascimentos e mortes na área antropizada foram significativamente maiores nas parcelas sem herbáceas em 2008 e 2009, e na área preservada foram significativamente maiores nas parcelas com herbáceas em 2008. Em ambas as áreas, coortes de plântulas nascidas no início da estação chuvosa apresentaram maior chance de sobrevivência quando comparadas a coortes recrutadas no final da estação chuva. A relação entre a densidade de herbáceas e a densidade de regenerantes lenhosos na área antropizada e preservada foi significativa. As populações de *C. blanchetianus* e *P. pyramidalis* sincronizaram nascimentos no início da estação chuvosa, possibilitando que a maioria de seus indivíduos tivesse tempo para se desenvolver e sobreviver durante a estação seca. As espécies apresentaram diferenças quanto à preferência por habitats formando maiores populações de *C. blanchetianus* na área antropizada e *P. pyramidalis* na área preservada. Para *C. blanchetianus* na área antropizada o papel das ervas na sobrevivência dessa população variou entre anos. Na área preservada a manutenção da

camada herbácea favoreceu a sobrevivência das plântulas, porém não favoreceu seu crescimento. Para *P. pyramidalis* as herbáceas favoreceram a sobrevivência na área preservada, mas tiveram efeito negativo no seu recrutamento e o crescimento. O crescimento variou de negativo a positivo para ambas as espécies nas duas estações climáticas, apontando a existência de diferentes habilidades competitivas nos indivíduos. Os resultados mostram que as herbáceas influenciam o recrutamento, a sobrevivência e o desenvolvimento das plântulas lenhosas, porém o resultado da interação planta-planta, se positivo ou negativo para os envolvidos, dependeram da espécie e do status de conservação da área.

Lima, Elifábia Neves de. Dra. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 02/2011. The influence of Caatinga herbaceous component as for wood plants natural regeneration in a vegetation preserved area and in an abandoned farming area. Elcida de Lima Araújo, Ulysses Paulino de Albuquerque.

ABSTRACT

Studies have shown that not only herbs can affect the survival and establishment of seedlings of woody but also woody may affect the establishment of herbs in dry environments. Since the herbaceous component is abundant in Caatinga region, it is expected that the dynamics of the herbs can interfere during the wood population regenerative dynamics. The aim of this study was to evaluate the role that the herbaceous component plays during some wood species early regeneration phase in an abandoned farming area, called anthropogenic , and preserved vegetation in Caruaru, Pernambuco. There were 50 1x1m area plots, randomly assigned to a piece of 1ha. Monthly, the herbaceous vegetation was removed, manually, from 25 plots and kept on the other 25 plots in each area. As for the plots, all wood plants seedlings were marked and recruited, then, their growth and survival were observed. Among the wood seedlings monitored in the plots, two species were selected in order to have their survival and development monitored: *Croton blanchetianus* Baill. (Euphorbiaceae) and *Poincianella pyramidalis* Tul. L. P. Queiroz (Fabaceae). We recorded a total of 13 wood species, with a total of 1139 seedlings born in anthropogenic area and 494 seedlings born in the preserved area. Wood seedling mortality in community was significantly higher during the rainy season for both areas. Births and deaths in the impacted area were significantly higher in plots without herbs in 2008 and 2009, and in the preserved area they were significantly higher in plots with herbs in 2008. In both areas, seedling cohorts born at the beginning of the rainy season had a greater chance of survival when compared to cohorts recruited during the late period of rainy season. The relationship between the density of herbaceous and woody seedling density in the impacted and preserved area was significant. *C. blanchetianus* and *P. pyramidalis* population synchronized births at the beginning of the rainy season, allowing most of their subjects to have time to grow and to survive during the dry season. The species have shown differences concerning their preference for habitats forming larger populations of *C. blanchetianus* in the impacted area and *P. pyramidalis* ones in the preserved area. As for *C. blanchetianus* in the impacted area the role of herbs in population survival varied between years. In the preserved area the maintenance of the herbaceous layer favored the survival of seedlings, but did not favor their growth. As for *P. pyramidalis* herbaceous plants favored survival in the preserved area, but they had a negative effect on its recruitment and growth.

The growth rate varied, sometimes negatively, sometimes positively, for both species during both seasons, indicating the existence of different competitive abilities concerning the individuals. The results show that the herbs affect the recruitment, survival and development of wood seedlings, but the result of plant-plant interaction, whether positive or negative for those involved, depended on the species and the conservation *status* of the area.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

1. INTRODUÇÃO

As plantas, assim como os demais organismos vivos, são capazes de modificar as condições do ambiente onde vivem e influenciar plantas vizinhas a ela (GUREVITCH et al., 2009). Essa influência, quando presente, faz com que as plantas comecem a interagir e as respostas advindas dessas interações ecológicas, no nível de comunidade, podem ajudar a entender parte das variações existentes na composição de espécies e na estrutura e distribuição das populações de diferentes habitats (BEGON et al., 2006; ODUM e BARRET, 2008).

O balanço entre as interações ecológicas do tipo competição e facilitação entre plantas, por exemplo, muda com as características das espécies e as condições ambientais (HOLMGREN et al., 1997). No entanto, o conhecimento sobre estas interações ecológicas, na regeneração de florestas tropicais secas é insuficiente. Apenas 3% da literatura sobre restauração de florestas tropicais abordam florestas secas que possuem características particulares de regeneração natural que necessitam ser esclarecidas (MELI, 2003; VIEIRA e SCARIOT, 2006).

Nas florestas tropicais secas a germinação de sementes e o estabelecimento de plântulas são fortemente limitados pela água (ARAÚJO et al., 2005a; VIEIRA e SCARIOT, 2006; SANTOS et al., 2009). O efeito da vegetação herbácea no recrutamento de plântulas lenhosas é variável e múltiplos mecanismos podem operar em meios complexos para influenciar a emergência e estabelecimento (SCHOLES e ARCHER, 1997; SEIFAN et al., 2010). Segundo Vieira e Scariot (2006), em áreas abertas os tapetes formados por espécies herbáceas parecem amenizar o efeito da dessecação de sementes e plântulas de espécies lenhosas, por atuar na manutenção da temperatura e umidade do solo. Dessa forma, a germinação de sementes e o início do estabelecimento de plântulas de lenhosas podem ser favorecidos pelo componente herbáceo. Por outro lado, estudos realizados em áreas de florestas tropicais secas na África (KNOOP e WALCKER, 1985) e sul dos Estados Unidos (PETERS, 2002) apontam que em áreas abertas, espécies herbáceas são competidoras superiores por água e nutrientes e, conseqüentemente, diminuem as chances de sobrevivência de plântulas de espécies lenhosas e o crescimento em altura e diâmetro dos arbustos e árvores.

No Brasil, as florestas secas estão bem representadas pela caatinga. As dinâmicas regenerativas das populações herbáceas e lenhosas são fortemente influenciadas pela sazonalidade climática, existindo modelos de dinâmica populacional herbácea consistente ou inconsistente entre os anos, em função das características do regime de precipitação do ano (REIS et al., 2006; LIMA, 2007) e modelos na dinâmica populacional lenhosa ajustados à

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

chegada da seca ou ao prolongamento da estação chuvosa (ARAÚJO e TABARELLI, 2002; ARAÚJO et al., 2005a). Os nascimentos de ervas e de árvores na caatinga ocorrem na estação chuvosa, ou após chuvas esporádicas que ocorrem na estação seca. A mortalidade de plantas lenhosas é mais acentuada na estação chuvosa, enquanto que a de herbáceas, apesar de ser mais acentuada na estação seca, pode ocorrer em pulsos, tanto em função das características de distribuição de chuvas, quanto em função do microhabitat ocupado (ARAÚJO, 2005; ARAÚJO et al., 2005a; LIMA, 2007). Logo, existe uma influência interativa entre a sazonalidade climática e a condição de microhabitat sobre a dinâmica das ervas, o que também vem sendo observado na vegetação herbácea de outros ambientes secos do mundo (KNAPP e SMITH, 2001; KNAPP et al., 2002; NIPPERT et al., 2006; WIEGAND et al., 2006).

Em ambientes secos, estudos vêm demonstrando que tanto as herbáceas podem afetar a sobrevivência e o estabelecimento de plântulas de lenhosas quanto lenhosas podem afetar o estabelecimento das ervas (BROOKER et al., 2008; SEIFAN et al., 2010). Como o componente herbáceo é abundante na caatinga, espera-se que a dinâmica das ervas possa interferir na dinâmica regenerativa das populações lenhosas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o papel que o componente herbáceo exerce na fase inicial da regeneração de algumas espécies lenhosas em uma área de cultivo abandonada, chamada de antropizada, e de vegetação preservada, mais especificamente no estabelecimento, crescimento e sobrevivência dos regenerantes. Diante disto, várias perguntas precisam ser respondidas, como: A dinâmica regenerativa das populações lenhosas difere em função da presença ou ausência de plantas herbáceas? Se tais diferenças existem, elas são mantidas entre a área de vegetação preservada e a de cultivo abandonado?

Se a dinâmica das lenhosas for similar entre as áreas preservada e antropizada, com e sem a vegetação herbácea, então a hipótese de interatividade lenhosa-herbácea na caatinga deve ser repensada e, talvez, tal interação permita apenas descrever as características da vegetação no momento presente, não possibilitando entender a dinâmica passada nem projetar tendências para o futuro.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. O conhecimento ecológico na caatinga

A conservação da caatinga é importante para a manutenção dos padrões regionais do clima, da disponibilidade de água potável e de parte importante da biodiversidade do planeta. Contudo, a caatinga permanece como um dos ecossistemas menos conhecidos na América do sul do ponto de vista científico (TABARELLI e SILVA, 2003).

Trabalhos sobre regeneração natural na caatinga ainda são escassos e poucos discutiram o papel das relações ecológicas planta-planta (erva-árvore; erva-erva; árvore-árvore) no recrutamento, desenvolvimento e sobrevivência de plântulas durante o processo de regeneração. Apesar de não ter sido objetivo principal dos estudos realizados, alguns trabalhos discutem que plantas trepadeiras possam quebrar eixos fragilizados de indivíduos sobreviventes da seca e causar mortalidade de indivíduos jovens, bem como causar atrasos no recrutamento de indivíduos de determinados estádios ontogenéticos a estádios posteriores do desenvolvimento (ARAÚJO, 2005; ARAÚJO et al., 2005b; ARAÚJO et al., 2007b).

Outros estudos apontam que abaixo da copa de árvores em áreas de caatinga arenosa, onde a vegetação lenhosa apresenta-se distribuída em manchas, a densidade e diversidade de plantas herbáceas tem se apresentado mais elevada abaixo das copas das plantas lenhosas, devido ao sombreamento promovido pela copa das árvores que atenuaria o estresse da aridez existente na área e ao acúmulo de serrapilheira que melhora a fertilidade do solo (SILVA, 2005; SILVA et al., 2009).

Geralmente, os estudos discutem a importância de uma planta influenciar o desenvolvimento de outra planta quando as mesmas estão vivas, podendo o efeito da relação ser positivo ou negativo para uma das partes que esteja em interação. Todavia, Feitoza (2004) reuniu evidências mostrando que na caatinga a relação planta-planta também pode existir, mesmo quando uma das partes da interação esteja morta, ou seja, uma relação do tipo positiva/nula. A autora identificou que em área de caatinga arenosa, onde a vegetação lenhosa se distribui em manchas separadas, algumas espécies herbáceas que ocupam os espaços sem vegetação lenhosa morrem durante a estação seca, mas permanecem mortas em pé sobre o solo, conferindo sombreamento ao mesmo, e que com as chegadas das chuvas outras ervas têm maior chance de germinação e sobrevivência no meio desse manto herbáceo morto do que em trechos expostos diretamente à luz solar.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Até o presente momento, todos os estudos de dinâmica de populações realizados na caatinga mostram que, sem dúvida, a sazonalidade das chuvas faz com que o limite do recurso água na estação seca seja o principal fator indutor de mortalidade de plântulas (ANDRADE et al., 2007; LIMA, 2007; LIMA et al., 2007; SANTOS et al., 2007; SILVA et al., 2008; LIMA et al., 2010). Além disso, a disponibilidade de água influencia o ritmo fenológico (MACHADO et al., 1997; LIMA et al., 2007) e o crescimento das plantas (ARAÚJO e FERRAZ, 2003). A maioria das plantas da caatinga apresenta caducifolia na estação seca, como forma de minimizar a perda de água (ARAÚJO et al., 2008). Tanto na estação chuvosa, quanto na estação seca, as plantas podem aumentar, reduzir ou manter o tamanho do caule em altura e em diâmetro, mas as taxas de crescimento são mais elevadas durante o período chuvoso (ARAÚJO et al., 2010).

Na caatinga, a deficiência de água interfere no sucesso do estabelecimento e na sobrevivência das plântulas, concentrando seus nascimentos durante a estação chuvosa (SILVA e BARBOSA, 2000; BARBOSA, 2003; MELO et al., 2004; ARAÚJO, 2005; ARAÚJO et al., 2005a). Fatores como, inconstâncias das primeiras chuvas e ocorrências de veranicos durante a estação chuvosa, tornam-se importantes causas de mortalidade por provocar a dessecação dessas plântulas recém germinadas (ARAÚJO et al., 2005a; ANDRADE et al., 2007; LIMA, 2007; LIMA et al., 2007; SANTOS et al., 2007).

Por exemplo, no estudo realizado por Araújo et al. (2005a), os autores registraram que a lenhosa *Croton blanchetianus* Baill. recrutou seus indivíduos no início da estação chuvosa. Isto possibilitou que as plântulas tivessem mais tempo para se desenvolver durante a estação chuvosa, aumentando as chances de sobrevivência durante a estação seca. Todavia, secas eventuais após o nascimento dessas plântulas provocaram elevadas taxas de mortalidade. Os autores propuseram que este seria um modelo de dinâmica ajustado à estacionalidade climática. Já a lenhosa *Poincianella pyramidalis* Tul. L. P. Queiroz, recrutou indivíduos durante toda a estação chuvosa, enquanto havia disponibilidade de água no solo. Porém os autores mostraram que os indivíduos recrutados no fim da estação chuvosa tinham menos tempo para crescer e mais chance de morrer na estação seca. No entanto, esta espécie seria mais tolerante à ocorrência de secas eventuais durante a estação chuvosa, pois apesar de secas eventuais após nascimento de plântulas gerarem altas taxas de natalidade, a espécie continuava recrutando plântulas após a passagem do veranico, as quais tinham chance de sobreviver e se estabelecer possibilitando a posterior renovação dos indivíduos adultos reprodutivos. Para os autores, esta espécie exhibe um modelo de dinâmica que opta por dividir

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

as apostas quanto ao tempo de nascimento de plântulas, sendo, também, outra estratégia para a manutenção das espécies em ambientes com severidade de secas.

Os estudos de dinâmica de populações herbáceas na caatinga vêm mostrando que elas formam populações mais numerosas durante a estação chuvosa (período conhecido como estação de crescimento), pois as condições de temperatura e umidade são favoráveis ao recrutamento, estabelecimento e sobrevivência de plântulas. Durante a estação seca (período conhecido como desfavorável), as ervas podem desaparecer totalmente (principalmente no caso de terófitas), reduzir ou manter o tamanho de suas populações, dependendo da espécie e das condições do microhabitat em que elas se encontrem (ANDRADE et al., 2007; SANTOS et al., 2007; SILVA et al., 2008; SILVA, 2009).

As taxas de natalidade e mortalidade das populações de espécies herbáceas na caatinga têm variado no tempo e no espaço. Geralmente, as taxas de natalidade são maiores na estação chuvosa. Todavia, nascimentos de ervas também são registrados após chuvas eventuais (chuvas erráticas) que ocorrem durante a estação seca e em microhabitats que possuem maior retenção de água ou que estão próximos a cursos de água. A mortalidade é mais intensa durante a estação seca relativo à estresse de ausência de água. A mortalidade registrada durante a estação úmida pode ser justificada por fatores como: o impacto das chuvas em indivíduos recém germinados ou em indivíduos fragilizados que sobreviveram à estação seca; a competição intra e interespecífica por água, nutrientes e/ou espaço e a herbivoria, além de outros que até o momento não foram identificados (ANDRADE et al., 2007; LIMA, 2007; LIMA et al., 2007; SANTOS et al., 2007; SILVA et al., 2008; LIMA et al., 2010).

Lima et al. (2007) registraram que plântulas de herbáceas recrutadas durante as chuvas erráticas na estação seca na caatinga morreram antes de alcançar a fase reprodutiva na estação chuvosa subsequente e chamam a atenção que este fato influencia na dinâmica do banco de sementes, havendo uma redução no número de sementes, para renovação das populações.

Dois outros fatores que influenciam no estabelecimento de plântulas na caatinga são os ataques de patógenos (SILVEIRA et al., 2005) e a herbivoria por caprinos (LEAL et al., 2003). Silveira et al. (2005) mostraram que sementes de *Auxemma oncocalyx* (Allemão) Baill. e *A. glazioviana* Taub. são intensamente atacadas por patógenos durante seu processo de germinação e que as plântulas que sobrevivem a estes ataques, ficam com parte da área de suas folhas cotiledonares necrosadas. As autoras ainda mostraram que a sobrevivência e o estabelecimento das plântulas dessas espécies são inversamente correlacionados ao tamanho da área cotiledonar danificada pelos patógenos. Em relação à herbivoria por caprinos, maiores

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

comentários não podem ser feitos porque inexistem estudos detalhados que quantifique os impactos sobre o estabelecimento de plântulas na caatinga (LEAL et al., 2003).

Os estudos em áreas antropizadas já realizados na caatinga buscaram descrever a composição florística e a estrutura das populações lenhosas e herbáceas, considerando os históricos de uso e o tempo de abandono das áreas (SAMPAIO et al., 1998; PEREIRA et al., 2001; ANDRADE et al., 2005; FIGUEIRÔA et al., 2006; ANDRADE et al., 2007; SANTOS, 2010) e a influência da distância de um fragmento preservado na chuva de sementes (SOUZA, 2010).

Santos (2010) propôs estudar as alterações interanuais na diversidade e na estrutura de uma comunidade herbácea em uma área de caatinga antropizada, onde já havia sido uma área de agricultura que foi abandonada, e comparar com as características encontradas em outros trabalhos em áreas preservadas. Os resultados mostraram que a estrutura da comunidade foi alterada entre a comunidade herbácea da área antropizada e preservadas, indicando que a área perturbada ainda não havia desenvolvido condições específicas de micro-clima que suportem o mesmo tipo de diversidade de áreas protegidas. Assim é necessário que a área antropizada tenha mais tempo de proteção para que possa apresentar o mesmo nível de diversidade, abundância e composição de espécies do estrato herbáceo de um fragmento preservado de caatinga.

Souza (2010), trabalhando com área antropizada da caatinga, obteve como resultado uma elevação na chuva de sementes com a proximidade do fragmento preservado, contudo, não foi suficiente para restaurar a diversidade do sistema no tempo de abandono (15 anos). O autor concluiu que a germinação de sementes é uma estratégia de elevada importância para a regeneração de áreas perturbadas, porém, a fragmentação de paisagens pode deslocar o tempo de reprodução de algumas espécies entre áreas preservadas e antropizadas, induzindo por um lado deslocamento da chuva de sementes, mas por outro ampliando o tempo de oferta de sementes para a fauna.

Nenhum desses estudos discutiu o papel da interação planta-planta como uma força que modele a regeneração dos habitats antropizadas na caatinga.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

2.2. Interações planta-planta

Os fatores abióticos e bióticos limitam o estabelecimento de espécies de plantas e a importância relativa de cada um dos fatores varia de acordo com o clima, o tipo de solo, a vegetação existente, a história e o tipo de manejo da terra, dando particularidades a cada local de estudo (FENNER, 1987; MAESTRE e CORTINA, 2004; MELO et al., 2004). Fatores abióticos como as inconstâncias das primeiras chuvas e as ocorrências de veranicos no início da estação chuvosa, por exemplo, parecem ser importantes fontes de mortalidade por dessecação em sementes e plântulas recém germinadas nas florestas secas (FENNER, 1987; VAN der WALL et al., 2009). Entre os fatores bióticos, as interações ecológicas de predação e competição intra e interespecífica, exercem papel importante no destino das plântulas. Em alguns casos, a presença de plantas vizinhas pode aumentar as chances de sobrevivência das plântulas ou ainda alterar a probabilidade desta sofrer o ataque de herbívoros (FENNER, 1987; ZANINI et al., 2006).

Os cientistas têm enfatizado o papel da competição nas interações ecológicas e assim, sua influência na dinâmica populacional, na estrutura da comunidade e nos processos evolutivos. A competição certamente influencia a composição de espécies e diversidade (HEGLAND et al., 2009), contudo estudos têm demonstrado que a facilitação também pode ser importante para processos ecológicos e evolutivos em comunidades. Em determinadas situações uma planta pode favorecer a vida de outra por reduzir o impacto de herbívoros, minimizarem impactos extremos do clima, fornecer recurso através da decomposição da serrapilheira, atrair polinizadores, entre outros (SCHOLES e ARCHER, 1997; BROOKER et al., 2008; HEGLAND et al., 2009).

Vieira e Scariot (2006) observaram, por exemplo, que sítios sombreados, em florestas secas, parecem amenizar o efeito da dissecação de plântulas e sementes em períodos de baixa precipitação. Além disso, o percentual de sementes que germinam em trechos com médio e alto sombreamento é quase o dobro de trechos abertos. Em adição, a sobrevivência de plântulas também aumenta de três a quatro vezes em trechos sombreados. Diante disto, os autores acreditam que nas florestas tropicais secas a germinação de sementes e o início do estabelecimento de plântulas são favorecidos pelo sombreamento, enquanto o crescimento de plântulas estabelecidas é favorecido em áreas abertas. Vale salientar que, em condições de extremo sombreamento, o início do estabelecimento de plântulas decresce. O recrutamento, o desenvolvimento e a sobrevivência dessas plântulas são eventos cruciais para o crescimento e

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

manutenção das populações de plantas com sementes e da espécie, e afeta abundância, distribuição, composição e estrutura da comunidade (DENSLOW, 1991). Somente os indivíduos que estiverem em condições favoráveis serão recrutados ao próximo estágio (HARPER, 1977).

Segundo Maestre et al. (2005), a relação entre o resultado de uma interação planta-planta e o grau de estresses abióticos tem sido objeto de vários modelos teóricos que predizem que a importância relativa da facilitação e da competição varia inversamente ao longo de gradientes de estresse abiótico. A competição parece aumentar à medida que os ambientes se tornam mais favoráveis (mais ainda com limites de recurso), já a facilitação é mais provável que ocorra em ambientes de estresse para o desenvolvimento (BERKOWITZ et al., 1995; DAVIS et al., 1999; BROOKER et al., 2008; GUREVITCH et al., 2009). Entender as interações ecológicas existentes entre plantas é importante para se formular manejos adequados para as diversas áreas, com base também nos fatores bióticos que interferem nas populações e comunidades.

2.2.1. Competição

A competição, em sentido amplo, refere-se à interação entre dois organismos que disputam o mesmo recurso (ODUM e BARRETT, 2008). A competição gera uma redução no desempenho biológico (crescimento, acúmulo de recurso, reprodução etc.) dos indivíduos competidores, devido ao uso compartilhado de um recurso que tem suprimento limitado. Devido a isto, ela é discutida na literatura ecológica como um fator que afeta todos os aspectos da vida vegetal (MAESTRE, 2002; MELO et al., 2004; BEGON et al., 2006; GUREVITCH et al., 2009).

Os recursos pelos quais as plantas competem são variados, podendo existir competição entre plantas por recursos isolados como água, luz, nutrientes ou pela combinação de mais de um recurso (KNOOP e WALTER, 1985; BELSKY, 1994; BUCH e AUKEN, 1990; CRAMER et al., 2007; VAN der WALL et al., 2009). As plantas herbáceas que coexistem com as lenhosas nas savanas, podem formar uma importante barreira ao estabelecimento de plântulas lenhosas (KNOOP e WALKER, 1985; DAVIS et al., 1999; WEIEGAND et al., 2006). No entanto, não está claro como a intensidade da competição entre herbáceas e lenhosas muda com o aumento da disponibilidade de água.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Em ambientes secos do mundo ocorre muita irregularidade no total de precipitações e na distribuição das chuvas entre as estações climáticas, podendo ocorrer chuvas na estação seca e períodos secos na estação úmida (NIPPERT et al., 2006; REIS et al., 2006; ARAÚJO et al., 2007a). Tais variações são consideradas como distúrbios ou perturbações naturais, sendo sugerido que os mesmos possam temporariamente reduzir a competitividade da camada herbácea que tende a ser abundante nestes ambientes (VAN der WALL et al., 2009). Como a estação seca funciona como obstáculo para o recrutamento em áreas áridas e semi-áridas (DAVIS et al. 1999; PETERS, 2002), vem sendo sugerido que mudanças na frequência da seca, intensidade e duração podem ser mais importantes para compreender a dinâmica das interações competitivas de ambientes secos do que mudanças na média anual de chuva (VAN der WALL et al., 2009).

Na vegetação do tipo savana, espécies de gramíneas destacam-se na vegetação herbácea (sobretudo dominada por gramíneas) e o sistema radicular de 80 % dessas gramíneas encontra-se nos primeiros 30 cm do solo, espaço também ocupado pelas raízes das plântulas de lenhosas, e, vários estudos vêm mostrando que essas gramíneas limitam o estabelecimento de plântulas de lenhosas através da competição por luz, água e nutrientes (BUSH e AUKEN, 1990; SCHOLES e ARCHER, 1997; CRAMER et al., 2007; VAN der WALL et al., 2009; WARD e ESLER, 2010).

Diante disso, Ward e Esler (2010) estudaram o efeito da remoção de gramíneas e tipo de substrato (tendo em vista que o tipo de solo também influencia o recrutamento e estabelecimento das plântulas arbóreas) sobre a espécie *Acacia mellifera* (Vahl) Benth., nativa do sul da África, que facilmente invade áreas rochosas. Eles testaram as seguintes hipóteses: 1. haveria mais recrutamento da espécie em substrato rochoso, já que em regiões áridas esses tipo de solo retém maior umidade diminuindo a evaporação, a infiltração da chuva e reduzindo a velocidade do escoamento superficial da água; e 2. a remoção de gramíneas aumentaria o recrutamento e estabelecimento de plântulas. A maior biomassa e altura foram encontradas no substrato arenoso, embora o maior número de plântulas tenha sido no substrato rochoso, principalmente após remoção das gramíneas. Os autores concluíram que a espécie é mais propensa a invadir áreas com menor densidade de gramíneas. Essas gramíneas acabam impedindo o avanço natural da espécie nos habitats rochoso das savanas, já que as plântulas da espécie precisam crescer através da camada de raízes das gramíneas para chegar a camadas mais profundas do solo impedindo o melhor desenvolvimento da espécie.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Estudo sobre a interação do componente lenhoso e herbáceo de uma área de savana foi realizado por Knoop e Walker (1985) em duas fisionomias de savana da África (campo e arbustiva-arbóreo). Os autores estabeleceram parcelas amostrais em cada tipo fisionômico e manipularam a retirada do componente herbáceo em algumas delas, objetivando determinar se há ocorrência de competição por água entre o componente lenhoso e herbáceo. Em ambas as comunidades foram encontradas maior quantidade de raiz de herbáceas perto da superfície sugerindo que a maioria obtém água a partir desta camada do solo e por isso são fortes competidoras na superfície do solo, enquanto que as lenhosas são competidoras superiores no subsolo. Embora na estação mais úmida na fisionomia de campo o crescimento da parte aérea das plântulas lenhosas e a água do solo sejam mais afetados pela competição com herbáceas, em anos mais secos a ausência da competição na superfície pouco influencia, pois a perda de água por evaporação e escoamento é igual ao usado pelas herbáceas.

Mesmo não existindo uma competição direta no subsolo, a vegetação herbácea também afeta o crescimento das árvores por sua rápida absorção de água superficial, reduzindo a drenagem para o subsolo (competição indireta), principalmente em anos mais secos, enquanto em anos mais úmidos, a camada herbácea volta a ter pouco efeito sobre as plantas lenhosas, pois mais água consegue se infiltra no solo chegando às raízes mais profundas, favorecendo as plantas lenhosas (KNOOP e WALTER, 1985).

O efeito da competição herbácea sobre o estabelecimento de plântulas de carvalho (*Quercus macrocarpa* Michx e *Quercus ellipsoidalis* E. J. Hill) em condições de seca numa área de floresta temperada foi testado por Davis et al. (1999). Os autores observaram que a sobrevivência das plântulas aumentou com a crescente adição de água e diminuiu com o enriquecimento de nitrogênio (efeito foi maior sob condições secas). A taxa fotossintética e a sobrevivência foram fortemente correlacionadas com a água contida no solo. A vegetação herbácea reduziu bastante a água no solo, particularmente em condições secas. A presença da vegetação herbácea afetou pouco a sobrevivência e a taxa fotossintética nas parcelas úmidas. Diante dos resultados os autores concluíram que em condições secas as herbáceas reduzem o sucesso da plântula, particularmente através da competição por água.

Van der Wall et al. (2009) observaram o efeito da competição herbácea sobre o estabelecimento de plântulas da espécie lenhosa *Colophospermum mopane* (J. Kirk ex Benth.) J. Léonard em relação à quantidade de água e nutrientes numa área de savana. A competição com as herbáceas diminuiu significativamente o crescimento das plântulas da lenhosa. A resposta vigorosa das herbáceas ao aumento da disponibilidade de nutrientes leva ao rápido

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

esgotamento da água no solo, o que aumenta o estresse hídrico nas plântulas da lenhosa principalmente se o intervalo entre chuvas for prolongado. Com isso, os autores chegaram a conclusão que mudanças na frequência da seca são de maior importância para o sucesso do recrutamento das plântulas lenhosas do que mudanças na quantidade de chuvas anual.

Todos os resultados confirmam que nas interações planta-planta do tipo vegetação herbácea *versus* plântulas de lenhosas, em condições semi-áridas ou em condição de seca (como na floresta temperada), a disponibilidade de água no solo é o fator extremamente crítico no estabelecimento de plântulas.

2.2.2. Facilitação

A facilitação – interação positiva entre plantas – atrai cada vez mais a atenção de pesquisadores dentro das interações planta-planta nas comunidades vegetais e muitos exemplos envolvem árvores, arbustos e vegetação herbácea (SCHOLLES e ARCHER, 1997; GUREVITCH et al., 2009). A facilitação ocorre quando a presença de uma espécie aumenta a sobrevivência, crescimento ou *fitness* de outra, amenizando condições abióticas (CALLAWAY, 1997).

A partir dos anos 80 alguns trabalhos mostraram que as interações de facilitação operam para regular o sucesso da planta e a composição da comunidade, favorecendo a estabilidade de comunidades maduras, portanto, não sendo apenas importante durante a mudança sucessional, mas também presentes em ambientes que não estão sob colonização inicial (BROOKER et al., 2008). Embora algumas destas revisões considerem apenas os tipos de interações positivas bem conhecidas, como por exemplo, atração de polinizadores, impacto positivo de espécies de arbustos na disponibilidade de nitrogênio no solo, micorrizas e efeito das plantas enfermeiras (*nurse*), também discutem a ocorrência de interações não tróficas entre plantas próximas (BROOKER et al., 2008; HEGLAND et al., 2009). Uma das hipóteses mais testada na pesquisa de facilitação é a das plantas enfermeiras que propõe que um indivíduo adulto de uma espécie aumenta o estabelecimento de plântulas de outras espécies sob sua copa ou vizinha de forma comensal, ou seja, sem custos para si mesmos (LORTIE e TURKINGTON, 2008).

Uma linha de pensamento traz a idéia de que a facilitação é mais provável de ocorrer em ambientes de estresse para o desenvolvimento, onde vegetação vizinha parece melhorar as condições locais e criar locais favoráveis para estabelecimento de plântulas ao seu redor

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

(BERKOWITZ et al., 1995; BROOKER et al., 2008; GUREVITCH et al., 2009), embora outros sugiram que o efeito de vizinhos não difere com diferentes níveis de estresse (MAESTRE et al., 2005).

Brooker et al. (2008), diante da nova perspectiva de existir facilitação onde recursos são limitados, sugerem três áreas como alvo de pesquisas futuras: 1. Facilitação e gradientes ambientais; 2. Facilitação indireta e 3. modelagem ecológica. Para os autores um dos passos para o entendimento do balanço inconstante entre interações positivas e negativas ao longo de gradientes ambientais seria desenvolver desenhos experimentais que complementassem estudos anteriores. Tais desenhos devem pelo menos incluir os seguintes aspectos: 1. co-ocorrência de vários fatores estressantes (ex. disponibilidade de água e temperatura em áreas áridas); 2. vários níveis de estresse dentro de cada fator estressor e 3. um apropriado controle das respostas específicas da espécie.

Maestre e Cortina (2004) tentaram avaliar se havia um aumento das interações positiva da gramínea *Stipa tenacissima* L. sobre o arbusto *Pistacia lentiscus* L., ao longo de diferentes níveis de estresse abiótico numa área semi-árida do mediterrâneo. Eles acreditavam que a importância da facilitação aumentava à medida que aumentava o estresse abiótico. A facilitação ocorreu e o principal mecanismo de facilitação da espécie de gramínea sobre o arbusto foi pelo sombreamento, melhorando a umidade do solo e o microclima. Porém nos extremos do estresse abiótico a competição dominou. Os autores acreditam que a mudança de facilitação para competição pode ocorrer se os níveis de recursos limitantes forem tão baixos que os benefícios proporcionados pela espécie facilitadora não pode ultrapassar a sua capacidade de captar seus próprios recursos. Isso explicaria os resultados, uma vez que a competição entre as espécies por água é intensa.

Entender como a facilitação e competição respondem às condições abióticas pode ajudar a prever os impactos das mudanças climáticas nas comunidades vegetais. Para Maestre e Cortina (2004), futuros estudos com foco na dinâmica da facilitação e competição em vários locais e por longos períodos irão sem dúvida melhorar a capacidade de prever impactos.

2.3. Considerações Finais

São poucos os trabalhos relacionados com as interações planta-planta na caatinga e menos ainda os voltados a compreender a relação entre os componentes lenhoso e herbáceo. Os estudos sobre regeneração de poucas espécies mostram que as taxas de natalidade tanto de

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

espécies herbáceas quanto de lenhosas são elevadas na estação chuvosa. Logo, existe a possibilidade da dinâmica das populações herbáceas influenciar o recrutamento, o crescimento e o estabelecimento de plântulas de espécies lenhosas, sendo este um tema que deva ser tratado em pesquisas futuras neste ecossistema.

Em áreas de agricultura e pasto abandonadas, prática comum nas florestas tropicais secas no Brasil e no mundo, o componente herbáceo e a ocorrência de árvores ou arbustos pioneiros poderiam facilitar a germinação de sementes e o início do estabelecimento das plântulas por fornecer maior umidade e temperaturas mais amenas, evitando, conseqüentemente, a dissecação de sementes e plântulas. Posteriormente, o manejo do componente herbáceo e dos arbustos, possivelmente, pode aumentar as taxas de sobrevivência e crescimento das plântulas de espécies arbóreas.

Ao se pensar no papel ecológico do componente herbáceo na vegetação da caatinga, algumas questões seriam interessantes de serem investigadas, como: Herbáceas influenciariam a germinação de espécies lenhosas em áreas preservadas e degradadas de forma semelhante? E após a germinação, como seria a relação entre a plântula de lenhosa e o componente herbáceo? Seriam as herbáceas competidoras superiores afetando a sobrevivência e o crescimento às plântulas de lenhosas, como ocorrem em outras formações vegetacionais secas do mundo? Respostas a estas perguntas possibilitaram identificar padrões e gerar modelos preditivos sobre a dinâmica de ambientes secos, possibilitando ainda identificar estratégias de conservação e manejo adequado para áreas de caatinga que levem em consideração a interação planta-planta nesses habitats.

Futuros estudos de longa duração deveriam tentar entender a dinâmica da competição e facilitação em diferentes áreas secas do mundo, pois a compreensão da importância relativa dos mecanismos que governam as interações nos habitats secos poderá servir de ferramenta para prever o impacto das mudanças ambientais.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, L. A.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T.; BARBOSA, M. R. V. 2005. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba. **Cerne** 11 (3): 253-262.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

ANDRADE, L. A.; OLIVEIRA, F. X.; NEVES, C. M. L.; FELIX, L. P. 2007. Análise da vegetação sucessional em campos abandonados no agreste paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias 2 (2):**135-142.

ARAÚJO, E. L. 2005. Estresses abióticos e bióticos como forças modeladoras da dinâmica de populações vegetais da caatinga. Pp. 50-64. In: NOGUEIRA, R. J. M; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G; CAVALCANTE, U. M. T. (Eds). **Estresses Ambientais: Danos e Benefícios em Plantas**. Recife: MXM Gráfica e editora.

ARAÚJO, E.L.; TABARELLI, M. 2002. Estudos de ecologia de populações de plantas do nordeste do Brasil. pp. 135-142. In: ARAÚJO, E.L; MOURA, A.N; SAMPAIO, E.V.S.B; GESTINARI, L.M.S.; CARNEIRO, J.M.T. (eds.) **Biodiversidade, Conservação e Uso Sustentável da Flora do Brasil**. Recife: Imprensa Universitária.

ARAÚJO, E. L.; FERRAZ, E. M. N. 2003. Processos ecológicos mantenedores da diversidade vegetal na Caatinga: estado atual do crescimento. Pp. 115-128. In: CLAUDINO-SALES, V. (Org.). **Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação**. Fortaleza: Expressão Gráfica.

ARAÚJO, E. L.; MARTINS, F. R.; SANTOS, A.M. 2005 (a). Establishment and death of two dry tropical forest woody species in dry and rainy seasons in northeastern brazil. Pp. 76-91. In: NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. (Eds.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: Imprensa Universitária da UFRPE.

ARAÚJO, E. L.; SILVA, K. A.; FERRAZ, E.M.N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SILVA, S.I. 2005 (b). Diversidade de herbáceas em microhabitates rochoso, plano e ciliar em uma área de caatinga, Caruaru-PE. **Acta Botanica Brasilica 19(2):** 285-294.

ARAÚJO, E. L.; CASTRO, C. C.; ALBUQUERQUE, U. P. 2007 (a). Dynamics of Brazilian Caatinga – A Review Concerning the Plants, Environment and People. **Functional ecology and communities 1:** 15-28

ARAÚJO, E. L.; MARTINS, F. R.; SANTOS, F. A. M. 2007 (b). Ontogenia e variações alométricas na relação comprimento-diâmetro do caule em plantas lenhosas da caatinga. Pp. 105-129. In: MOURA, A. N.; ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE, U. P. (Orgs.). **Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos**. Recife: Comunigraf..

ARAÚJO, E. L., NOGUEIRA, R. J. M. C., SILVA, S. I., SILVA, K. A., SANTOS, A. V. C., SANTIAGO, G. A. 2008. Ecofisiologia de plantas da caatinga e implicações na dinâmica das

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

populações e do ecossistema. v.1, Pp. 330-350. In: **Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos**. Recife : Comunigraf/Nupea.

ARAÚJO, E. L.; MARTINS, F. R.; MÄES, F. A. S. 2010. Estádios ontogenéticos e variações no crescimento anual do caule de duas espécies lenhosas em uma área de vegetação de caatinga, Pernambuco, Brasil. v.2, Pp. 385-410. In: ALBUQUERQUE, U. P.; MOURA, A. N.; ARAÚJO E. L. **Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos**. Bauro/SP: Canal 6.

BARBOSA, D. C. A. 2003. Estratégia de germinação e crescimento de espécies lenhosas da caatinga com germinação rápida. Pp. 625-656. In: LEAL, R.I.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (Eds.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. 2006. **Ecology: from individuals to ecosystems**. 4ª edição. Blackwell Publishing.

BELSKY, A. J. 1994. Influences of trees on Savanna productivity: test of Shade, Nutrients, and tree-grass competition. **Ecology 75 (4)**: 922-932

BERKOWITZ, A. L.; CANHAM, C. D.; KELLY, V. R. 1995. Competition vs. facilitation of tree seedling growth and survival in early successional communities. **Ecology 76**: 1156-1168.

BROOKER, R. W.; MAESTRE, F. T.; CALLAWAY, R. M.; LORTIE, C. L.; CAVIERES, L. A.; KUNSTLER, G.; LIANCOURT, P.; TIELBÖRGER, K.; TRAVIS, J. M. J.; ANTHELME, F.; ARMAS, C.; COLL, L.; CORCKET, E.; DELZON, S.; FOREY, E.; KIKVIDZE, Z.; OLOFSSON, J.; PUGNAIRE, F.; QUIROZ, C. L.; SACCONI, P.; SCHIFFERS, K.; SEIFAN, M.; TOUZARD, B.; MICHALET, R. 2008. Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. **Journal of Ecology 96**: 18-34.

BUSH, J. K.; AUKEN, W. 1990. Growth and survival of *Prosopis glandulosa* seedlings associated with shade and herbaceous competition. **Botanical Gazette 151 (2)**: 234-239.

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

CRAMER, M. D.; CHIMPHANGO, S. B. M.; VAN CAUTER, A.; WALDRAM, M. S.; BOND, W. J. 2007. Grass competition induces N₂ fixation in some species of African *Acacia*. **Journal of Ecology 95**: 1123-1133.

DAVIS, M. A.; WRAGE, K. J.; REICH, P. B.; TJOELKER, M. G.; SCHAEFFER, T.; MUERMANN, C.. Survival, growth, and photosynthesis of tree seedlings competing with herbaceous vegetation along a water-light-nitrogen gradient. 1999. **Plant Ecology 145**: 341-350.

- Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...
- DENSLOW, J. S. 1991. The effect of understory palms and cyclanths on the growth and survival of *Inga* seedlings. **Biotropica** **23**: 225-234.
- FEITOZA, M. O. M. 2004. Diversidade e caracterização fitossociológica do componente herbáceo em áreas de caatinga no Nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- FENNER, M. 1987. Seedlings. **New Phytologist** **106**: 37-47.
- FIGUEIRÔA, J.M.; PAREYN F.G.C.; ARAÚJO E.L.; SILVA, C.E.; SANTOS, V. F.; CUTLER, D.F.; BARACAT, A.; GASSON, P. Effects of cutting regimes in the dry and wet season on survival and sprouting of woody species from the semi-arid caatinga of northeast Brazil. **Forest Ecology and Management**, v.229 p. 294–303, 2006.
- GUREVITCH J.; SCHEINER, S.M.; FOX, G.A. 2009. **Ecologia Vegetal**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed. 592p.
- HARPER, J.L. 1977. **Population biology of plants**. London: Academic press.
- HEGLAND, J. S.; GRYTNES, J.; TOTLAND, O. 2009. The relative importance of positive and negative interactions for pollinator attraction in a plant community. **Ecology Restoration** **24**:929-936.
- HOLMGREN, M.; Scheffer, M.; Huston, M. A. 1997. The interplay of facilitation and competition in plant communities. **Ecology** **78 (7)**: 1966-1975.
- KNAPP, A. K.; SMITH, M. D. 2001. Variation among biomes in temporal dynamics of aboveground primary production. **Science** **291**: 481-484.
- KNAPP, A. K.; FAY, P. A. BLAIR, J. M.; COLLINS, S. L. SMITH, M. D.; CARLISLE, J. D. HARPER, C. W.; DANNER, B. T. LETT, M. S.; MECARRON, J. K. 2002. Rainfall variability, carbon cycling, and plant species diversity in mesic grassland. *Science* 5601: 2202-2205.
- KNOOP, W. T.; WALKER, B. H. 1985. Interactions of woody and herbaceous vegetation in a southern African savana. **Journal of Ecology** **73**: 235-253.
- LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. 2003. Ecologia e conservação da caatinga: uma introdução ao desafio. Pp. XIII - XVI. In: LEAL, R. I.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária.
- LIMA, E.N. 2007. **Influência da sazonalidade na fenologia e na dinâmica populacional de quatro espécies herbáceas de uma área de Caatinga, em Pernambuco, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Botânica)- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

LIMA, E. N.; ARAÚJO, E. L.; FERRAZ, E. M. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SILVA, K. A.; PIMENTEL, R. M. M. 2007. Fenologia e dinâmica de duas populações herbáceas da Caatinga. **Revista de Geografia** 24: 124-14.

LIMA, E.N.; SILVA, K.A.; SANTOS, J.M.F.F.; ANDRADE, J.R.; SANTOS, D.M.; SAMPAIO, E.V.S.B.; ARAÚJO, E.L. 2010. Influência da sazonalidade na fenologia e na dinâmica populacional da *Euphorbia insulana* Vell. (Euphorbiaceae) em uma área de caatinga, Pernambuco. v.2, pp. 365-384. In: ALBUQUERQUE, U.P.; MOURA, A.N.; ARAÚJO, E.L. (Org.). Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos. Bauru: Canal 6.

LORTIER, J. L.; TURKINGTON, R. 2008. Species-specific positive effects in an annual plant community. **Oikos** 117: 1511-1521.

MACHADO, I. S., SANTOS, L. M., SAMPAIO, E. V. S. B., 1997. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, northeastern Brazil. **Biotropica** 29: 57-68.

MAESTRE, F. T. G. 2002. **La restauración de la cubierta vegetal em zonas semiáridas en función del patrón espacial de factores bióticos y abióticos**. Tesis de doctorado, Universidade de Alicante.

MAESTRE, F. T.; CORTINA, J. 2004. Do positive interactions increase with abiotic stress: A test from a semi-arid steppe. **The Royal Society** 271: 331-333.

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.

MELI, P. 2003. Restauración ecológica de bosques tropicales: veinte años de investigación académica. **INCI** 28 (10): 581-589.

MELO, F. P. L.; AGUIAR-NETO, A. V.; SIMABUKURO, E. A.; TABARELLI, M. 2004. Recrutamento e estabelecimento de plântulas. Pp. 237-250. In: FERREIRA, A. G.; BORGUETTI, F. (Eds.). **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed.

NIPPERT, J.B.; KNAPP, A.K.; BRIGGS, J.M. 2006. Intra-annual rainfall variability and grassland productivity: can the past predict the future? **Plant Ecology** 184: 65-74.

ODUM, E.P.; BARRET, G.W. 2008. **Fundamentos de Ecologia**. São Paulo: Cengage Learning. 612p.

PETERS, D. P. C. 2002. Plant species dominance at a grassland-shrubland ecotone: and individual-based gap dynamics model of herbaceous and species woody. **Ecological Modeling** 152: 5-32.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A.; COSTA J. R. M.; DIAS, J. M. 2001. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste paraibano. **Acta Botanica Brasilica** **14** (3): 413-426.

REIS, A. M. S.; ARAÚJO, E. L.; FERRAZ, E. M. N.; MOURA, A. N. 2006. Variações interanuais na florística e fitossociologia do componente herbáceo de uma área de caatinga, Pernambuco, Brazil. **Acta Botânica Brasílica** **29**(3): 497-508.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L.; SALCEDO, I. H.; TIESSEN, H. 1998. Regeneração da vegetação de Caatinga após corte e queima, em Serra Talhada, PE. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **33** (5): 621-632.

SANTOS, J. M. F. F. 2010. **Diversidade e abundância inter-anual no componente herbáceo da caatinga: paralelos entre uma área preservada e uma área antropizada em regeneração natural**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SANTOS, J. M. F. F.; ANDRADE, J. R.; LIMA, E. N.; SILVA, K. A.; ARAÚJO, E. L. 2007. Dinâmica populacional de uma espécie herbácea em uma área de floresta tropical seca no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biociências** **5**: 855-857.

SANTOS, J. M. F. F.; SILVA, K. A.; LIMA, E. N.; SANTOS, M. S.; PIMENTEL, R. M. M.; ARAÚJO, E. L. 2009. Dinâmica de duas populações herbáceas de uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil. **Revista de Geografia** **26**:142-160.

SCHOLES, R. J.; ARCHER, S. R. 1997. Tree-grass interactions in savannas. **Annual Review of Ecology and Systematics** **28**: 517-544.

SILVA, L. M. B.; BARBOSA, D. C. A. 2000. Crescimento e de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (Leguminosae), em uma área de caatinga, Alagoinha, PE. **Acta Botanica Brasilica** **14**: 251-256.

SEIFAN, M.; TIELBÖRGER, K.; KADMON, R. 2010. Direct and indirect interactions among plants explain counterintuitive positive drought effects on an eastern Mediterranean shrub species. **Oikos** **119**: 1601-1609.

SILVA, K.A. 2005. **Caracterização florística e fitossociológica do componente herbáceo ocorrente em áreas de Caatinga do cristalino e sedimentar em Petrolândia, PE**. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

SILVA, K. A. 2009. **Banco de sementes (lenhosas e herbáceas) e dinâmica de quatro populações herbáceas em uma área de caatinga em Pernambuco**. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

SILVA, K. A.; LIMA, E. N.; SANTOS, J. M. F. F.; ANDRADE, J. R.; SANTOS, D. M.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. L. 2008. Dinâmica de gramíneas em uma área de Caatinga de Pernambuco - Brasil. v1, Pp. 105-129. In: MOURA, A. N.; ARAÚJO, E. L.; ALBUQUERQUE, U. P. (Orgs.) **Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos**. Recife: Comunigraf.

SILVA, K. A.; ARAÚJO, E. L.; FERRAZ, E. M. N. 2009. Estudo florístico do componente herbáceo e relação com solos em áreas de caatinga do embasamento cristalina e bacia sedimentar, Petrolândia, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**. **23 (1)**: 100-110.

SILVEIRA, A. P., ARAÚJO, E. L., ARAÚJO, F. S., WILLADINO, L. G. 2005. Predação de frutos e germinação de sementes em *Auxemma oncocalyx* (Allemão) Baill. e *Auxemma glazioviana* Taub. Pp. 416-432. V 1. In: NOGUEIRA, R. J. M.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. C. (Eds). **Estresses ambientais: danos ou benefícios em plantas**. 1 ed. Recife: MXM Gráfica e Editora.

SOUZA, J. T. 2010. **Chuva de sementes em área abandonada após cultivo próximo a um fragmento preservado de caatinga em Pernambuco, Brasil**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. 2003. Áreas e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da caatinga. Pp. 777-796. In: Leal, R. I.; Tabarelli, M.; Silva, J. M. C. (eds.). **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Editora Universitária.

VAN der WAAL, C.; KROON, H; BOER, W. F.; HEITKÖNIG, I. M. A.; SKIDMORE, A. K.; KNEGT, H. J.; LANGEVELDE, F. V.; WIEREN, S. E. V.; GRANT, R. C.; PAGE, B. R.; SLOTOW, R.; KOHI, E. M.; MWAKIWA, E.; PRINS, H. H. T. 2009. Water and nutrients alter herbaceous competitive affects onthe seedlings in a semi-arid savanna. **Journal of Ecology** **97**: 430-439.

VIEIRA , D. L. M.; SCARIOT, A. 2006. Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. **Restoration Ecology** **14(1)**: 11-20.

WARD, D.; ESLER K. J. 2010. What are the effects of substrate and grass removal on recruitment of *Acacia mellifera* seedlings in a semi-arid environment? **Plant Ecology**, in press, DOI 10.1007/s11258-010-9818-6.

WIEGAND, K.; SALTZ, D.; WARD, D. 2006. A patch-dynamics approach to savanna dynamics and woody plant encroachment – insights from an arid savanna. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics** **7**: 229-242.

ZANINI, L.; GANADE, G.; HÜBEL, I. 2006. Facilitation and competition influence succession in a subtropical old field. **Plant Ecology** **185**: 179-190.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

CAPITULO 1

HERBÁCEAS INFLUENCIAM O RECRUTAMENTO E O ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS DE LENHOSAS EM ÁREAS DE FLORESTA TROPICAL SECA PRESERVADA E ANTROPIZADA?

Artigo a ser enviado à Plant Ecology

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Herbáceas influenciam o recrutamento e o estabelecimento de plântulas de lenhosas em áreas de floresta tropical seca preservada e antropizada?*

Elifábia Neves de Lima, Ulysses Paulino de Albuquerque, Elcida de Lima Araújo

Resumo - Estudos recentes mostram que em ecossistemas onde a água é um recurso limitado, as interações entre as plantas lenhosas e herbáceas favorecem a co-existência de diferentes formas de vida e desempenham importante papel na estrutura das comunidades de plantas. Objetivou-se avaliar a influência de herbáceas no recrutamento e estabelecimento de plântulas lenhosas em duas áreas de caatinga, antropizada e preservada. Foram estabelecidas 50 parcelas de 1x1m por área. Mensalmente, a vegetação herbácea foi retirada, manualmente, de 25 parcelas e mantida nas demais 25 parcelas em cada área. Foram registradas 13 espécies lenhosas. Um total de 1.139 e 494 plântulas lenhosas nasceram nas áreas antropizada e preservada, respectivamente. Os nascimentos e mortes foram significativamente maiores nas parcelas sem herbáceas da área antropizada, e nas parcelas com herbáceas da área preservada apenas em 2008. As coortes de plântulas nascidas no início da estação chuvosa apresentaram maior chance de sobrevivência quando comparadas a coortes recrutadas no final da estação chuvosa para ambas as áreas e essa sobrevivência foi percentualmente maior na área antropizada. A densidade total mensal de indivíduos lenhosos regenerantes foi maior na área antropizada. A relação entre a densidade de herbáceas e a densidade de regenerantes lenhosos na área antropizada e preservada foi significativa. As herbáceas influenciaram o recrutamento, a mortalidade e a sobrevivência das plântulas lenhosas, aparentemente competindo na área antropizada e facilitando na área preservada.

Palavras-chave: interação planta-planta, competição, sobrevivência, caatinga

* Parte da tese de doutorado apresentada pela primeira autora ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Brasil

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Elifábia Neves de Lima

Universidade Federal do Piauí - *Campus* Professora Cinobelina Elvas.

BR 135, Km 3, Bairro Planalto Horizonte, Bom Jesus, Piauí, Brasil.

CEP: 64900-000. e-mail: elifabialima@ufpi.edu.br.

Ulysses Paulino de Albuquerque - Elcida de Lima Araújo

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

Av. Dom Manoel Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil.

CEP: 52.171-900.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Introdução

É ainda pouco discutida na literatura a interação planta-planta como um fator que influencia na regeneração das florestas secas (Knoop e Walter 1985; Scholes e Archer 1997; Araújo et al. 2007; Van der Wall et al. 2009; Seifan et al. 2010). As plantas podem competir por água, luz, nutrientes ou pela combinação de mais de um recurso (Knoop e Walter 1985; Buch e Auken 1990; Belsky 1994; Cramer et al. 2007; Van der Wall et al. 2009), mas para algumas formações vegetacionais existem registros de que as plantas podem interagir positivamente, de forma que uma planta ou um determinado grupo de plantas pode facilitar o recrutamento e a sobrevivência de outras por: 1. disponibilizar sombreamento, minimizando as perdas de água e a dessecação das plântulas (Knoop e Walker 1985; Scholes e Archer 1997; Vieira e Scariot 2006; Feitoza et al. 2008); 2. auxiliar na retenção de serrapilheira, conferindo melhoria na fertilidade do solo (Fuller 1999; Silva et al. 2009); 3. funcionar como poleiro para dispersores de sementes, possibilitando o aumento da diversidade dos habitats (Guevara et al. 1986; Duncan e Chapman 1999; Zanne e Chapman 2001); 4. auxiliar na retenção de sementes na camada superficial do solo (Feitoza et al. 2008).

Alguns estudos têm mostrado que em áreas áridas e semiáridas a dinâmica de espécies lenhosas está relacionada à de espécies herbáceas (Knoop e Walker 1985; Davis et al. 1999; Weiegand et al. 2006), sugerindo que a interação planta-planta pode influenciar o recrutamento e o estabelecimento de plantas lenhosas. Todavia, a forma como o componente herbáceo influencia a dinâmica do componente lenhoso em áreas antropizadas ainda é pouco conhecido, apesar de alguns estudos recentes mostrarem que em ecossistemas onde a água é limitada, as interações diretas ou indiretas entre as lenhosas e herbáceas favorecem a coexistência de diferentes formas de vida e desempenham importante papel na estrutura das comunidades de plantas (Seifan et al. 2010).

Segundo Araújo et al. (2007), na caatinga pode ocorrer interatividade entre os modelos de dinâmica dos componentes herbáceo e lenhoso, visto que o nascimento de ambos coincide com a estação chuvosa, apesar de inexistirem estudos que testem esta hipótese e descrevam como acontece. Assim, este estudo objetiva testar as seguintes hipóteses:

1. A dinâmica das herbáceas interfere na dinâmica regenerativa de populações lenhosas. Considerando que o componente herbáceo é abundante na caatinga e que a baixa disponibilidade de água é um fator de mortalidade de plântulas lenhosas e herbáceas (Araújo

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

et al. 2005a,b; Reis et al. 2006; Silva et al. 2009), espera-se encontrar maior densidade de plântulas lenhosas em parcelas sem herbáceas na área preservada;

2. A influência das herbáceas sobre as plântulas lenhosas difere entre as áreas antropizada e preservada. Apesar de existir competição em ambientes com recursos limitados, acredita-se que a facilitação passe a ocorrer à medida que aumenta o estresse abiótico, ou seja, em condições de estresse severo (Berkowitz et al. 1995; Davis et al. 1999; Maestre e Cortina 2004; Brooker et al. 2008; Gurevitch et al. 2009). Assim, espera-se que haja uma relação positiva entre a densidade de herbáceas e a densidade de regenerantes lenhosos (plântulas e juvenis) na área antropizada (menor *status* de conservação), visto que são mais abertas e expostas à radiação solar;

3. A época do recrutamento de plântulas de lenhosas durante a estação chuvosa influencia sua sobrevivência, independente do *status* de conservação da área ou da presença ou não de herbáceas. Espera-se que a maioria dos indivíduos nascidos no início da estação chuvosa sejam recrutados para o estágio juvenil.

Pretende-se, a partir das hipóteses, responder as seguintes perguntas: 1. Natalidade, mortalidade e densidade de plântulas lenhosas diferem entre as áreas antropizada e preservada na ausência e presença de plantas herbáceas? 2. Sobrevivência de coortes de plântulas lenhosas, na presença ou ausência de herbáceas, independe da época do recrutamento? 3. Existe relação entre a densidade de herbáceas e a densidade de regenerantes de espécies lenhosas nas áreas de caatinga preservadas e antropizadas?

Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco, localizada em Caruaru, PE, Brasil (8°14'18"S e 35°55'20"W, 535 m de altitude). A vegetação nativa existente na Estação Experimental é do tipo caatinga, uma floresta tropical seca, caducifólia, espinhosa, com estação seca prolongada (Sampaio 1995; Araújo et al. 2007). O clima é semi-árido do tipo BSh de Köppen (Köppen 1948), com precipitação média anual de 710 mm, concentradas entre os meses de março e agosto, e temperaturas mínima e máxima absolutas de 11 e 38°C, respectivamente. A distribuição das chuvas durante o período monitorado, mensurada na própria Estação Experimental, encontra-se na Fig. 1.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Atualmente, a mancha de vegetação nativa encontra-se reduzida a um pequeno fragmento de 20 ha, a qual vem sendo preservada há pelo menos 50 anos, não sendo permitido o acesso de gado para pastagem. Leguminosae e Euphorbiaceae apresentam elevada riqueza de espécies no componente lenhoso (Alcoforado-Filho et al. 2003) e Malvaceae, Poaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae e Convolvulaceae destacam-se no componente herbáceo (Araújo et al. 2005b; Reis et al. 2006).

Nas adjacências do fragmento de vegetação preservada existem áreas utilizadas para pesquisas agrícolas, com plantio de milho, feijão, palma, algodão e sorgo. Para o estabelecimento dos cultivos, a vegetação nativa foi cortada manualmente, não tendo sido utilizado fogo ou pesticidas. Em 1994, um dos trechos de cultivo, especificamente do cultivo de palma gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.); foi abandonado e a vegetação nativa vem se recuperando naturalmente desde então. Esse trecho tem cerca de 3 ha e dista 2,5 m do fragmento preservado. Atualmente, a vegetação dessa área antrópica apresenta-se em fase inicial de sucessão, com ocorrência de algumas árvores que chegam a 5m de altura e grande quantidade de plantas herbáceas ou de indivíduos jovens de lenhosas.

Desenho experimental

Para avaliar a influência da vegetação herbácea na regeneração do componente lenhoso entre áreas preservada e antrópica, dentro de um trecho de 1ha de cada área foram estabelecidas 50 parcelas de 1x1 m, distribuídas aleatoriamente e de forma pareada (lado a lado), sendo 25 parcelas com presença de herbáceas e 25 sem a presença das mesmas. A distância entre as parcelas pareadas foi de 1,0 m e, mensalmente, a vegetação herbácea foi retirada manualmente das 25 parcelas sem herbáceas. Uma limitação do desenho experimental é a ausência de réplicas reais. Tal fato ocorre porque no local estudado, ou mesmo em áreas vizinhas, não existem unidades que se configurem repetições similares das situações aqui analisadas. Contudo, o uso das pseudoréplicas adotadas possibilita investigar diferenças locais na influência das herbáceas na emergência de plantas lenhosas.

No censo inicial foi quantificado o número de plantas herbáceas presente nas 50 parcelas mantidas com herbáceas e o número de nascimentos e mortes de plântulas de lenhosas ocorrentes nas 100 parcelas (50 com herbáceas e 50 sem herbáceas). Todos os indivíduos (herbáceas e plântulas lenhosas) ocorrentes em cada parcela foram marcados e numerados, utilizando-se etiqueta de plástico fixada ao solo e/ou ligadas às plantas com arame

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

plastificado. Mensalmente, durante 24 meses, as parcelas foram monitoradas para quantificar: o número de plantas herbáceas das parcelas com herbáceas; o nascimento e a sobrevivência de coorte de plântulas de espécies lenhosas entre os intervalos do monitoramento de todas as parcelas. As novas plântulas foram também numeradas sequencialmente, correspondendo ao momento de seu aparecimento no censo. Os nascimentos foram computados quando a emergência da plântula era observada sobre o solo. A morte foi computada quando o indivíduo desaparecia da parcela entre intervalos de amostragem ou quando o indivíduo secava e tombava sobre o solo.

Análise dos dados

A variação na densidade das herbáceas, nas 50 parcelas com herbáceas, e no número de nascimentos e de mortes de plântulas de lenhosas, nas 100 parcelas, foi expressa mensalmente. A sobrevivência das coortes mensais foi avaliada pela diferença entre a mortalidade de cada mês e o número de nascimentos do mês anterior, sendo a curva de sobrevivência expressa como proporção mensal de sobreviventes (lx) (Gotelli 2007).

Diferenças mensais na densidade de herbáceas entre as áreas preservada e antropizada foram avaliadas pelo teste de *Kruskal-Wallis* (Zar 1999). Diferenças nos totais de nascimento e de mortalidade de plântulas de lenhosas entre a área preservada e antropizada foram avaliadas pelo teste de *Qui-quadrado* (Zar 1999).

Diferença na densidade dos regenerantes (somando as parcelas com e sem herbáceas) entre áreas preservada e antropizada, foi avaliada pelo teste de *Kruskal-Wallis* (Zar 1999). Diferenças mensais na densidade de regenerantes entre parcelas pareadas com e sem herbáceas foram avaliadas pelo teste de *Wilcoxon* (Zar 1999). Foi considerado como regenerante as plântulas recrutadas a cada mês mais as plântulas que sobreviveram à estação seca e que foram recrutadas para o estágio juvenil, pois em áreas de caatinga o tempo de vida da plântula é restrito a duração da estação chuvosa (Araújo et al. 2007). Indivíduos que sobrevivem à estação seca subsequente são recrutados para o estágio juvenil na nova estação chuvosa (Araújo et al. 2008). A relação de dependência entre a densidade de herbáceas e a densidade de plântulas de lenhosas nas áreas antropizada e preservada foi testada pela análise de regressão linear (Zar 1999). As análises foram realizadas com auxílio do programa Excel e Bioestat 5.0 (Ayres et al. 2007).

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Resultados

Natalidade, mortalidade e densidade de plântulas lenhosas na ausência e presença de plantas herbáceas

Plântulas de 13 espécies lenhosas (*Acacia paniculata* Willd., *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud., *Capparis* sp., *Croton blanchetianus* Baill., *Croton rhamnifolius* Willd., *Guapira laxa* (Netto) Furlan, *Lippia* sp., *Mimosa arenosa* (Willd.) Poir., *Myracrodruon urundeuva* Allemão), *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Ducke, *Poincianella pyramidalis* Tul. L.P. Queiroz., *Schinopsis brasiliensis* Engl.) foram registradas nas parcelas com e sem herbáceas nos dois anos monitorados, sendo que *Lippia* sp. não ocorreu na área preservada. Na área antropizada, *M. urundeuva* não apareceu nas parcelas com herbáceas e *Lippia* sp. não apareceu nas parcelas sem herbáceas. Na área preservada, *M. urundeuva* não apareceu nas parcelas com herbáceas e *C. rhamnifolius* e *S. brasiliensis* não apareceram nas parcelas sem herbáceas.

Durante os dois anos foi registrado um total de 1.139 e 494 nascimentos de plântulas lenhosas na área antropizada e preservada, respectivamente (Tabela 1). Desses totais, 1.100 e 474 nascimentos das áreas antropizada e preservada, respectivamente, foram registrados nas estações chuvosas (Fig. 2A). O total de plântulas lenhosas nascidas foi maior na área antropizada em 2008 ($\chi^2 = 333,4$; $p < 0,01$) e 2009 ($\chi^2 = 25,8$; $p < 0,01$), independente da presença ou ausência de herbáceas (Tabela 1).

O número de nascimentos de plântulas lenhosas na área antropizada foi de 491 nas parcelas com herbáceas e de 648 nas parcelas sem herbáceas (Tabela 1), sendo significativamente maior nas parcelas sem herbáceas tanto em 2008 ($\chi^2 = 11,81$; $p < 0,01$) quanto em 2009 ($\chi^2 = 9,78$; $p < 0,01$). O número de nascimento de plântulas lenhosas na área preservada foi de 253 e 241 indivíduos nas parcelas com e sem herbáceas, respectivamente. Esses nascimentos foram significativamente maiores nas parcelas com herbáceas apenas em 2008 ($\chi^2 = 10,5$; $p < 0,01$) (Tabela 1). Os meses com elevado número de nascimentos foram similares entre as parcelas com e sem herbácea (Fig. 2B e C).

Nas duas áreas, a mortalidade das lenhosas ocorreu tanto na estação chuvosa quanto na estação seca, mas tende a ser maior nos meses da estação chuvosa (Fig. 3A). Na área antropizada, durante os dois anos, foi registrado um total de 927 mortes, sendo 536 (58%) nas parcelas sem herbáceas. Na área preservada foi registrado um total de 387 mortes, sendo 191

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

mortes (49%) nas parcelas sem herbáceas. A mortalidade dos indivíduos lenhosos foi maior na área antropizada em 2008 ($\chi^2 = 200,7$; $p < 0,01$) e 2009 ($\chi^2 = 72,18$; $p < 0,01$), independente da presença ou ausência de herbáceas (Tabela 1). A mortalidade na área antropizada foi maior nas parcelas sem herbáceas em 2008 ($\chi^2 = 27,59$; $p < 0,01$) e 2009 ($\chi^2 = 3,9$; $p < 0,04$). Na área preservada a mortalidade foi maior nas parcelas com herbáceas apenas em 2008 ($\chi^2 = 5,58$; $p < 0,02$). Contudo, os meses de elevada mortalidade de lenhosas tendem a ser similares nas parcelas com e sem herbáceas nas duas áreas (Figs. 3B e C).

Sobrevivência de coortes de plântulas lenhosas na ausência e presença de plantas herbáceas

Em ambas as áreas (antropizada e preservada), coortes de plântulas lenhosas nascidas no início da estação chuvosa apresentaram chance de sobrevivência elevada quando comparadas a coortes recrutadas no final da estação chuvosa. Na área antropizada, 70% (parcelas com herbáceas) e 73% (parcelas sem herbáceas) das plântulas lenhosas que emergiram no início da estação chuvosa sobreviveram à estação seca e foram recrutadas para o estágio juvenil na estação chuvosa posterior. Delas, 39% (parcelas com herbáceas) e 42% (parcelas sem herbáceas) sobreviveram à nova estação chuvosa e seca subsequente, apresentando, portanto, chances de estabelecimento na área (Fig. 4).

Na área preservada, 43% (parcelas com herbáceas) e 48% (parcelas sem herbáceas) das plântulas lenhosas que emergiram no início da estação chuvosa sobreviveram à estação seca e foram recrutadas para o estágio juvenil na estação chuvosa posterior. Delas 26% (parcelas com herbáceas) e 14% (parcelas sem herbáceas) sobreviveram à nova estação chuvosa e seca subsequente, favorecendo a renovação das populações lenhosas da área (Fig. 4). As plântulas lenhosas que emergiram no final da estação chuvosa ou início da estação seca sobreviveram por pouco tempo (cerca de dois ou três meses), morrendo antes do início da próxima estação chuvosa, tanto na área antropizada (com ou sem herbáceas), quanto na área preservada (com ou sem herbáceas). Existe variação interanual nas curvas de sobrevivência das coortes de plântulas lenhosas, a qual tende a ser mais perceptível na área antrópica (Fig. 4).

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Relação entre a densidade de herbáceas e a densidade de regenerantes de espécies lenhosas

A densidade mensal de herbáceas na área antropizada variou de 8,1 a 142,3 ind.m⁻², com média de 80,9±38,9, e na área preservada variou de 7,4 a 43,9 ind.m⁻², com média de 32,7±9,8. A densidade de herbáceas foi maior na área antropizada ($H = 19,47$; $p < 0,01$) (Fig. 5).

O balanço entre os nascimentos e mortes mensais implicou em diferenças significativas na densidade mensal de indivíduos lenhosos regenerantes (plântulas e indivíduos juvenis) ($H = 25,74$; $p < 0,01$) entre as áreas e foi maior na área antropizada. A densidade mensal de regenerantes variou de 4,2 a 10,5 ind.m⁻², com média de 6,8±38,9 na área antropizada e de 1 a 6,8 ind.m⁻², com média de 2,2±1,8 na área preservada, independente da presença de herbácea. A análise pareada das parcelas (com e sem herbáceas) indicou diferenças mensais na densidade de regenerantes, sendo maior nas parcelas sem herbáceas na área antropizada ($T = 63,0$; $p < 0,05$) e nas parcelas com herbáceas na área preservada ($T = 52,5$; $p < 0,01$) (Fig. 6).

A relação entre a densidade de herbáceas e a densidade de regenerantes lenhosos na área antropizada ($F = 9,32$; $p < 0,01$) e preservada ($F = 7,89$; $p < 0,01$) foi significativa. As retas diferiram significativamente entre si ($T = 1,96$; $p = 0,05$). O aumento na densidade dos regenerantes lenhosos foi explicado pelo aumento da densidade de herbácea nas áreas antropizada ($R^2 = 0,29$) e preservada ($R^2 = 0,26$), respectivamente, com inclinação maior na área preservada (Fig. 7).

Discussão

Natalidade, mortalidade e densidade de plântulas lenhosas diferem entre as áreas antropizada e preservada na ausência e presença de plantas herbáceas?

Na área preservada (com menor densidade de herbáceas), a influência das herbáceas no recrutamento de lenhosas variou entre os anos, apresentando maior recrutamento de plântulas nas parcelas com herbácea em 2008. De acordo com Scholes e Archer (1997) e Seifan et al. (2010), a influência das herbáceas sobre o recrutamento de plantas lenhosas é variável e pode operar por mecanismos múltiplos e complexos. Por exemplo, gramíneas podem regular o recrutamento de plantas lenhosas de forma direta (competição por luz, água e nutriente) ou

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

indireta (favorecendo a ocorrência de fogo) (Scholes e Archer 1997). Na área estudada, o fogo não regula a dinâmica da vegetação porque não ocorre de forma natural (Araújo et al. 2007). Logo, o fato de ocorrer maior número de plântulas nas parcelas com herbáceas indica que na vegetação da caatinga a competição não é tão intensa entre o componente lenhoso e herbáceo durante o período de germinação das sementes. É possível que na área preservada, a presença de herbáceas esteja facilitando a dinâmica das plantas lenhosas, pois a sobrevivência das mesmas tende a ser maior nas parcelas com herbáceas.

Na área antropizada a densidade das herbáceas foi tão elevada que parece ter “sufocado” o recrutamento das plântulas. A biomassa herbácea tende a ser elevada em áreas abertas (Feitoza et al. 2008; Silva et al. 2009; Van der Wall et al. 2009), o que justifica o registrado para a área antropizada, que teve maior densidade de herbáceas. Parcelas sem herbáceas apresentam espaços abertos para o nascimento das plântulas, sendo esse espaço reduzido nas parcelas com herbáceas. Segundo Vieira e Scariot (2006), o sombreamento vem sendo admitido como um fator que pode favorecer a germinação e a sobrevivência de plântulas, por amenizar o efeito da dessecação das sementes e plântulas em período de baixa precipitação. Talvez esse seja um fator que também justifique a maior ocorrência de plântulas nas parcelas sem herbáceas, pois os 16 anos de regeneração decorridos possibilitou o estabelecimento de algumas árvores na área do estudo. Tais árvores, apesar de poucas, reduzem a incidência da luz direta sobre o solo, o que torna a temperatura mais amena e, conseqüentemente, reduz a dessecação rápida das plântulas no momento de estiagem.

A hipótese da influência da vegetação herbácea sobre a dinâmica das plantas lenhosas da caatinga (Araújo et al. 2007) foi confirmada nesse estudo, mas o tipo de influência exercida dependeu, como visto anteriormente, do *status* de conservação dos habitats.

Em áreas de ambientes áridos e semiáridos, a variabilidade nos totais de precipitação tem sido indicada como um dos principais fatores que afeta o desenvolvimento das plantas herbáceas. A menor disponibilidade de água aumenta a intensidade da competição das herbáceas com as plantas lenhosas (Knoop e Walker 1985; Davis et al. 1999; Nippert et al. 2006; Weiegand et al. 2006; Feitoza et al. 2008). A estação seca funciona como obstáculo para o recrutamento nas áreas áridas e semiáridas (Davis et al. 1998; Peters 2002), sendo sugerido que mudanças na frequência, intensidade e duração da seca podem ser mais importantes para compreender a dinâmica das interações competitivas de ambientes secos do que mudanças na média anual de chuva (Van der Wall et al. 2009). Todavia, as duas áreas (antropizada e preservada) estiveram sujeitas ao mesmo regime de distribuição de chuvas.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Logo, se apenas a variabilidade da precipitação fosse o fator determinante para compreender a influência das herbáceas sobre as plântulas de lenhosas, a variação interanual no recrutamento de lenhosas em parcelas com e sem herbáceas deveria ter sido registrada, tanto na área preservada, quanto na antropizada, o que não ocorreu. Desta forma, na área antropizada, as herbáceas e plântulas de lenhosas parecem estar competindo por espaço, enquanto na área preservada houve uma tendência a ocorrer uma relação de facilitação entre herbáceas e plântulas lenhosas.

Sobrevivência de coortes de plântulas lenhosas, na presença ou ausência de herbáceas, independe da época do recrutamento?

O padrão determinístico na época de nascimentos das plântulas lenhosas neste estudo (independente da presença ou ausência do componente herbáceo) é uma tendência que também vem sendo registrada para outros ambientes secos do mundo (McLaren e McDonald 2003; Vieira e Scariot 2006; Santos et al. 2009), mostrando que a germinação ocorre no período de maior disponibilidade de água, ou seja, estação chuvosa ou após chuvas erráticas ocorrentes durante a estação seca (Fig. 3A). Todavia, Araújo et al (2005a) observaram que para algumas populações da caatinga a mortalidade das plântulas de lenhosas ocorre de forma irregular entre os meses e tende a ser maior na estação chuvosa, semelhante ao registrado neste trabalho. Morreram mais plântulas onde nasceu mais, ou seja, nas parcelas sem herbáceas na área antropizada e com herbáceas na área preservada.

Os dados desse estudo mostram que sobrevivência das coortes, em condições de campo, foi dependente do tempo em que o recrutamento da plântula ocorreu. Nas duas áreas, coortes germinadas no início da estação chuvosa tiveram mais tempo para crescer e desenvolver habilidade de suportar a seca subsequente, sendo recrutadas para o estágio juvenil na nova estação chuvosa, como já registrado por Araújo et al. (2005a).

Em ambientes secos, estudos vêm demonstrando que tanto as herbáceas podem afetar a sobrevivência e o estabelecimento de plântulas de lenhosas quanto as lenhosas podem afetar o estabelecimento das herbáceas (Seifan et al. 2010), porque na fase de plântula, herbáceas e lenhosas compartilham os recursos do ambiente (Jurena e Archer 2003), o que torna o estágio plântula crucial na dinâmica lenhosa-herbácea. No entanto, o tempo do recrutamento da plântula de lenhosa durante a estação chuvosa em condições de campo vem sendo pouco considerado nos estudos de ambientes semiáridos, apesar de estudos simulados em casa de

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

vegetação indicarem que a emergência tardia de plântulas reduz a produção de biomassa aérea, o que pode ser desvantajoso para o estabelecimento da planta (Espigares et al. 2004).

Outro aspecto interessante de se avaliar é que o processo de interação entre as plantas não é estático. De acordo com Fayolle et al. (2009), a interação planta-planta pode variar durante a história de vida da planta, podendo inicialmente ocorrer uma interação de facilitação. Contudo, alteração na disponibilidade dos recursos no tempo pode mudar o tipo de interação de facilitação para competição. Por exemplo, a presença de plantas adultas, oferecendo sombreamento a plântulas, inicialmente evita dessecação em períodos de baixa precipitação (Knoop e Walker 1985; Scholes e Archer 1997; McLaren e McDonald 2003; Vieira e Scariot 2006), mas, com o tempo, o sombreamento pode tornar-se um fator de competição por luz para os demais estádios ontogenéticos, sendo um gargalo no estabelecimento e renovação das populações.

As plantas vizinhas, tanto lenhosas quanto herbáceas, podem atuar de forma indireta e afetar o estabelecimento da plântula, sendo o sucesso particular do estabelecimento de uma planta lenhosa determinado pelo balanço entre o efeito positivo e negativo potencial das plantas vizinhas sobre o recurso limitado, cuja intensidade pode variar em função da presença ou ausência das plantas adultas do dossel e da variação ambiental (Steifan et al. 2010). Logo, se a dinâmica de interação planta-planta altera a disponibilidade do recurso compartilhado, o tempo em que a plântula é recrutada na comunidade (Fig. 5) passa a ser uma variável importante para a sobrevivência e estabelecimento da planta, influenciando a taxa de renovação das populações e a estrutura da comunidade.

Existe relação entre a densidade de herbáceas e a densidade de regenerantes de espécies lenhosas nas áreas de caatinga preservada e antropizada?

Apesar de existir uma relação entre a densidade de herbáceas e a densidade de regenerantes nas antropizada e preservada, o papel que essas herbáceas desempenham na regeneração das plantas lenhosas diferiu entre áreas. Pelo menos 26% e 29% do aumento da densidade de regenerantes foi explicado pelo aumento da densidade de herbáceas, mas em áreas antropizadas a elevada densidade de herbáceas limitou a emergência e o estabelecimento dos regenerantes.

O desenho desse estudo não permitiu explicar de que forma a densidade de herbáceas pode afetar a sobrevivência dos regenerantes. Contudo, sinaliza para o fato de que o *status* de

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

conservação do habitat pode induzir variação no tipo de interação planta-planta. Na área antropizada, aparentemente herbáceas e regenerantes competem por espaço no período chuvoso e por água no período seco. Já na área preservada, a densidade relativamente baixa das herbáceas permite o nascimento de plântulas e protege-as do impacto direto das chuvas que pode causar mortalidade como registrado por Araújo et al. (2005b). No período seco, a limitação de água induz a caducifólia das plantas adultas e a morte de muitas herbáceas (Lima et al. 2007; Araújo et al. 2007), mas muitas das herbáceas mortas na vegetação da caatinga permanecem secas sobre o solo e disponibilizam sombreamento para as plântulas (Feitoza et al. 2008), retardando sua dessecação e, portanto, facilitando seu estabelecimento.

Em outras palavras, na área antropizada a interação erva-plântula parece ser mais negativa do tipo competição, enquanto que na área preservada a interação parece ser positiva do tipo facilitação (mesmo que com a chegada da seca também possa ocorrer competição), resultando em maior recrutamento e sobrevivência das coortes na presença das herbáceas. Contudo, essa evidência de variação no tipo de interação erva-planta de lenhosa, entre habitats preservados e antropizados, precisa ainda ser investigada em outras áreas para maiores generalizações sobre a dinâmica interativa erva-árvore em ambientes áridos e semiáridos do mundo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento e Aperfeiçoamento Tecnológico - CNPq, pelo apoio financeiro do projeto (processo 411805/2007-6) e pela bolsa de produtividade em pesquisa do segundo e terceiro autores; a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão de bolsa para primeira autora; a estação do Instituto Agrônomo de Pernambuco, em Caruaru e à Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, pelo apoio logístico e à Clarissa Gomes Reis Lopes, Josiene Maria Falcão Fraga dos Santos e Danielle Melo dos Santos pela ajuda na coleta dos dados.

Referencias

Alcoforado-Filho FG, Sampaio EVSB, Rodal MJN (2003) Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. *Acta Botanica Brasilica* 17: 287-303

- Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...
- Araújo EL, Martins FR, Santos AM (2005a) Establishment and death of two dry tropical forest woody species in dry and rainy seasons in northeastern Brazil. In: Nogueira, RJMC, Araújo EL, Willadino LG, Cavalcante UMT (eds.) Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas. Imprensa Universitária da UFRPE, Recife, pp. 76-91
- Araújo EL, Silva KA, Ferraz EMN, Sampaio EVSB, Silva SI (2005b) Diversidade de herbáceas em microhabitats rochoso, plano e ciliar em uma área de caatinga, Caruaru-PE. *Acta Botanica Brasilica* 19(2): 285-294
- Araújo EL, Castro CC, Albuquerque UP (2007). Dynamics of Brazilian Caatinga – A review concerning the plants, environment and people. *Functional Ecosystems and Communities* 1: 15-28
- Araújo EL, Nogueira RJMC, Silva SI, Silva KA, Santos AVC, Santiago GA (2008) Ecofisiologia de plantas da caatinga e implicações na dinâmica das populações e do ecossistema. In: Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos. *Comunigraf/Nupea*, Recife, v.1, pp. 330-350
- Ayres M, Ayres Jr. M, Ayres DL, Santos AS (2007) *BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas de ciências biológicas e médicas*. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – IDSM\ MCT\ CNPq, Belém, 364p
- Belsky AJ (1994) Influences of trees on Savanna productivity: Shade, Nutrients, and tree-grass competition. *Ecology* 75 (4): 922-932
- Berkowitz AL, Canham CD, Kelly VR (1995) Competition vs. facilitation of tree seedling growth and survival in early successional communities. *Ecology* 76: 1156-1168
- Brooker RW, Maestre FT, Callaway RM, Lortie CL, Cavieres LA, Kunstler G, Liancourt P, Tielbörger K, Travis JMJ, Anthelme F, Armas C, Coll L, Corcket E, Delzon S, Forey E, Kikvidze Z, Olofsson J, Pugnaire F, Quiroz CL, Saccone P, Schiffers K, Seifan M, Touzard B, Michalet R (2008) Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. *Journal of Ecology* 96: 18-34
- Bush JK, Auken W (1990) Growth and survival of *Prosopis glandulosa* seedlings associated with shade and herbaceous competition. *Botanical Gazette* 151 (2): 234-239
- Cramer MD, Chimphango SBM, Van Cauter A, Waldram MS, Bond WJ (2007) Grass competition induces N₂ fixation in some species of African *Acacia*. *Journal of Ecology* 95: 1123-1133

- Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...
- Davis MA, Wrage KL, Reich PB (1998) Competition between tree seedlings and herbaceous vegetation: support for a theory of resource supply and demand. *Journal of ecology* 86: 652-661
- Davis MA, Wrage KJ, Reich PB, Tjoelker MG, Schaeffer T, Muermann C (1999) Survival, growth, and photosynthesis of tree seedlings competing with herbaceous vegetation along a water-light-nitrogen gradient. *Plant Ecology* 145: 341-350
- Duncan RS, Chapman CA (1999) Seed dispersal and potential forest succession in abandoned agriculture in tropical Africa. *Ecological Applications* 9: 998-1008
- Espigares T, Lópes-Pintor A, Benayas JMR (2004) Is the interaction between *Retama sphaerocarpa* and its understorey herbaceous vegetation always reciprocally positive? Competition–facilitation shift during *Retama* establishment. *Acta Oecologica* 26: 121-128
- Fayolle A, Violle C, Navas M (2009) Differential impacts of plant interactions on herbaceous species recruitment: disentangling factors controlling emergence, survival and growth of seedlings. *Oecologia* 159: 817–825
- Feitoza OMF, Araújo EL, Sampaio EVSB, Kill LHP (2008) Fitossociologia e danos foliares ocorrentes na comunidade herbácea de uma área de caatinga em Petrolina, PE. In: Moura, AN., Araújo, E.L., Albuquerque, U.P. (Org.) Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos. *Comunigraf.*, Recife, v1, pp. 105-129
- Fuller DO (1999) Canopy phenology of some mopane and miombo woodlands in eastern Zambia. *Global Ecology and Biogeography* 8: 199-209
- Gotelli N.J. (2007) *Ecologia*. Editora Planta, Londrina, 260p
- Guevara S, Purata E, Maarel, EVD (1986) The role of remnant forest trees in tropical secondary succession. *Vegetation* 66: 77-84
- Gurevitch J, Scheiner SM, FOX GA (2009) *Ecologia Vegetal*. 2ed. Artmed, Porto Alegre, 592p
- Jurena PN e Archer S (2003) Woody plant establishment and spatial heterogeneity in grasslands. *Ecology* 84: 907-919
- Knoop WT e Walker BH (1985) Interactions of woody and herbaceous vegetation in a southern African savana. *Journal of Ecology* 73: 235-253
- Köppen W. (1948) *Climatologia: con um estúdio de los climas de la Tierra*. Fondo de Cultura Economica, México, 478p

- Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...
- Lima EM, Araújo EL, Ferraz EMN, Sampaio EVSB, Silva KA, Pimentel RMM (2007) Fenologia e dinâmica de duas populações herbáceas da Caatinga. *Revista de Geografia* 24: 124-14
- Maestre FT e Cortina J (2004) Do positive interactions increase with abiotic stress: A test from a semi-arid steppe. *The Royal Society* 271: 331-333
- McLaren KP e McDonald MA (2003) The effects of moisture and shade on seed germination and seedling survival in a tropical dry forest in Jamaica. *Forest Ecology and Management* 183: 61-75
- Nippert JB, Knapp AK, Briggs JM (2006) Intra-annual rainfall variability and grassland productivity: can the past predict the future? *Plant Ecology* 184: 65-74
- Peters DPC (2002) Plant species dominancy at a grassland-Shrubland ecotone: and individual-based gap dynamics model of herbaceous and species woody. *Ecological modeling* 152: 5-32
- Reis AMS, Araújo EL, Ferraz EMN, Moura AN (2006) Inter-annual variations in the floristic and population struture of herbaceous community of “caatinga” vegetation in Pernambuco, Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 29: 497- 508
- Sampaio EVSB (1995) Overview of the Brazilian caatinga. In: Bullock S, Mooney HA, and Medina E (eds) *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press, New York, pp 35-58
- Santos JMFF, Silva KA, Lima EN, Santos MS, Pimentel RMM, Araújo EL (2009) Dinâmica de duas populações herbáceas de uma área de caatinga, Pernambuco, Brasil. *Revista de Geografia* 26: 142-160
- Scholes RJ, Archer SR (1997) Tree-grass interactions in savannas. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28: 517-544
- Seifan M, Tielbörger K, Kadmon R (2010) Direct and indirect interations among plants explain counterintuitive positive drought effects onan eastern Mediterraneanshrub species. *Oikos* 119: 1601-1609
- Silva KA, Araújo EL, Ferraz EMN (2009) Estudo florístico do componente herbáceo e relação com solos em áreas de caatinga do embasamento cristalino e bacia sedimentar, Petrolândia, PE, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 22: 100-110
- Wiegand K, Saltz D, Ward D (2006) A patch-dynamics approach to savanna dynamics and woody plant encroachment – insights from an arid savanna. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 7: 229-242

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Van der Waal C, Kroon H, Boer WF, Heitkönig IMA, Skidmore AK, Knecht HJ, Langevelde FV, Wieren SEV, Grant RC, Page BR, Slotow R, Kohi EM, Mwakiwa E, Prins HHT (2009) Water and nutrients alter herbaceous competitive effects on the seedlings in a semi-arid savanna. *Journal of Ecology* 97: 430-439

Vieira DLM, Scariot A (2006) Principles of Natural regeneration of tropical dry forests for restoration. *Restoration Ecology* 14(1): 11-20

Zanne AE, e Chapman CA (2001) Expediting and isolation from seed sources in plantations. *Ecological Applications* 11: 1610-1621

Zar JH (1999) *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Tabela 1 Número de nascimentos de plântulas lenhosas e mortes de regenerantes lenhosos (plântulas e juvenis) registrados nas parcelas com presença ou ausência do estrato herbáceo nas áreas preservada e antropizada de uma área de floresta tropical seca em Caruaru, Pernambuco, Brasil

	PRESERVADA			ANTROPIZADA		
	COM ERVAS	SEM ERVAS	TOTAL	COM ERVAS	SEM ERVAS	TOTAL
NASCIMENTOS						
2008	76	41	117	262	347	609
2009	177	200	377	229	301	530
TOTAL			494			1139
MORTALIDADE						
2008	38	20	58	122	219	341
2009	158	171	329	269	317	586
TOTAL			387			927

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

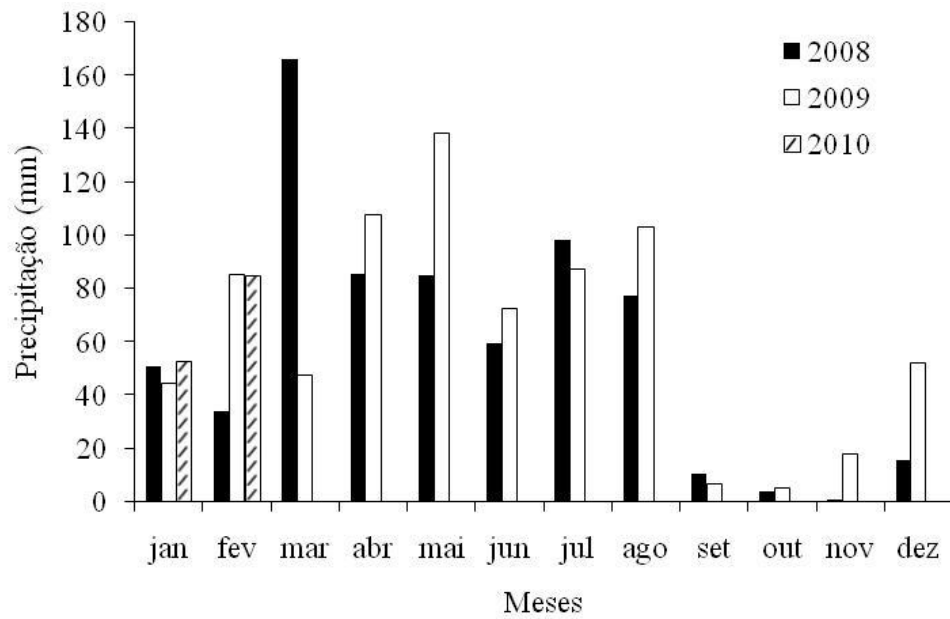


Fig. 1 Precipitação mensal das áreas preservada e antropizada numa área de floresta tropical seca em Caruaru, Pernambuco, Brasil. Totais pluviométricos: 686,6 mm em 2008; 766,5 mm em 2009

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

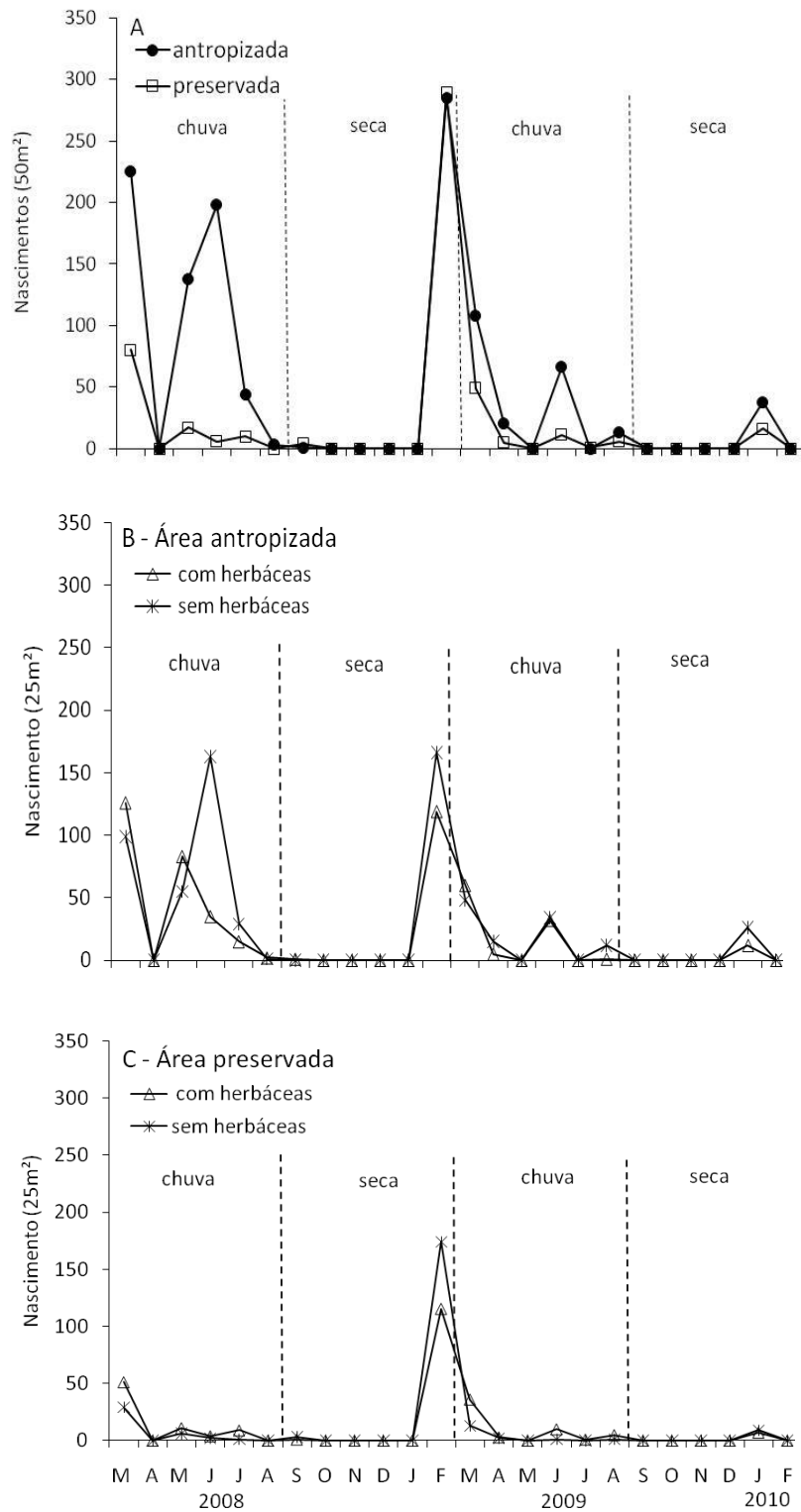


Fig. 2 Variação mensal no número de nascimentos de plântulas de espécies lenhosas nas áreas antropizada e preservada (A) e variação dos nascimentos de plântulas nas parcelas com presença ou ausência do estrato herbáceo na área antropizada (B) e preservada (C) numa área de floresta tropical seca em Caruaru, Pernambuco, Brasil

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

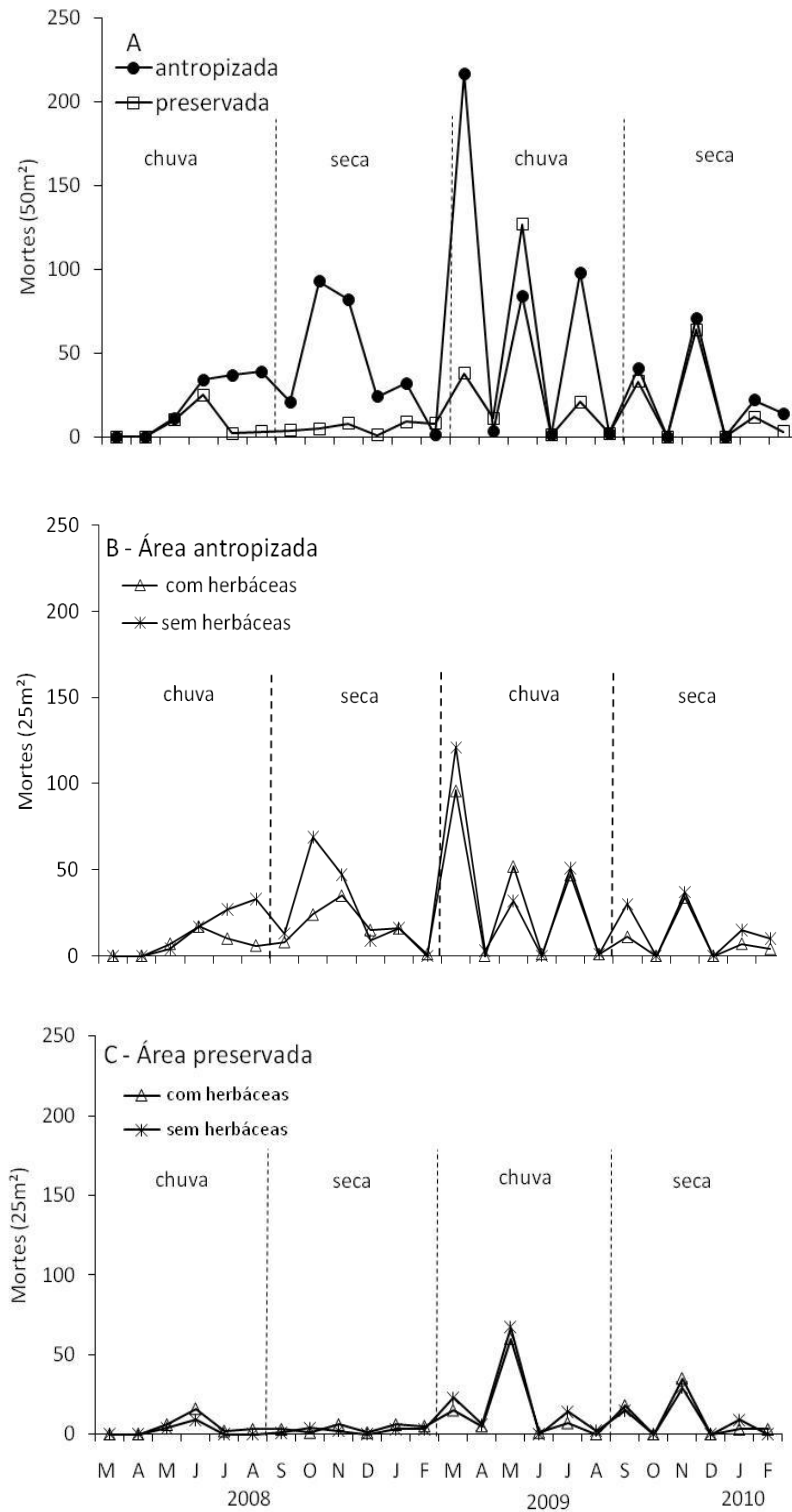


Fig. 3 Variação mensal no número de mortes de indivíduos lenhosos nas áreas antropizada e preservada (A) e variação mensal na mortalidade nas parcelas com presença ou ausência do estrato herbáceo na área antropizada (B) e preservada (C) numa área de floresta tropical seca em Caruaru, Pernambuco, Brasil

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

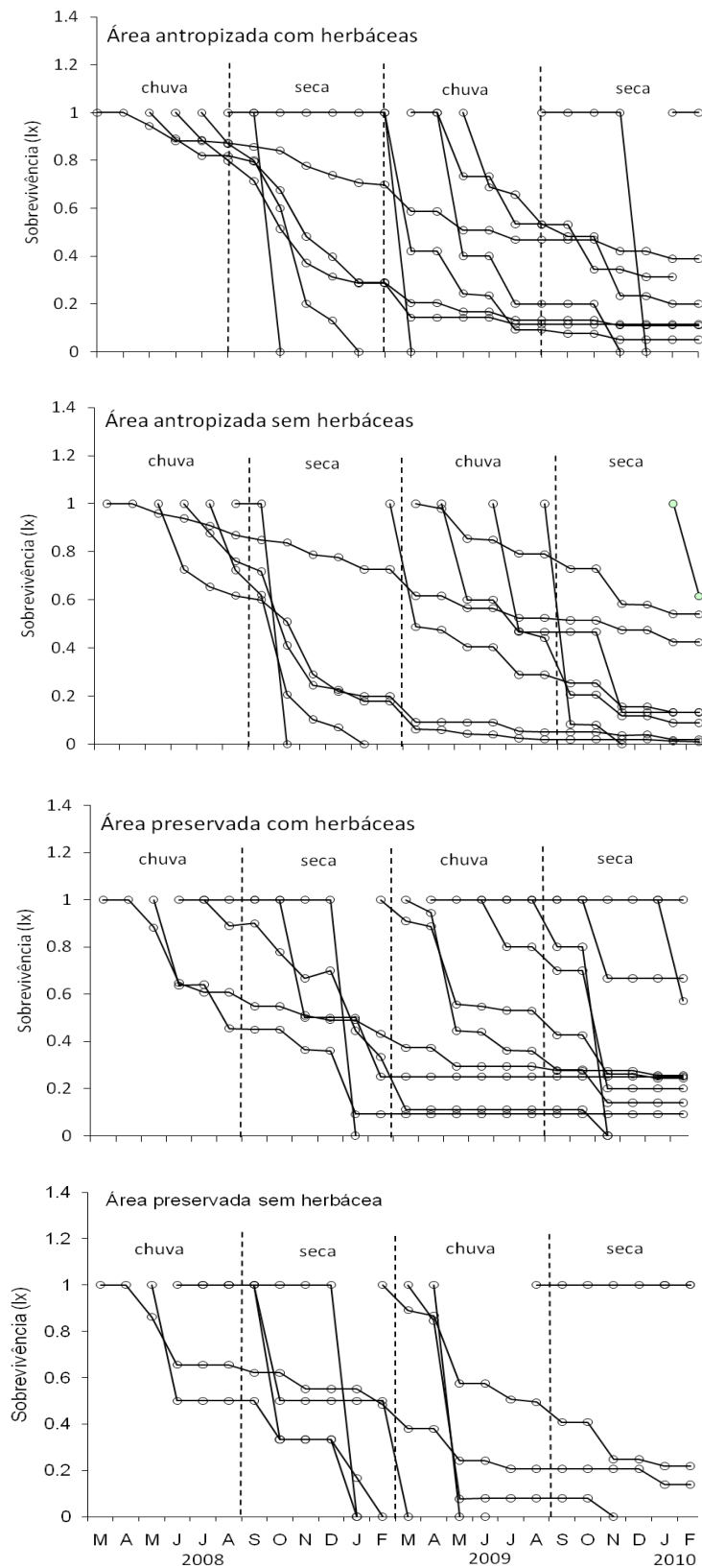


Fig. 4 Curvas de sobrevivência das coortes recrutadas nas áreas antropizada e preservada nas parcelas com presença ou ausência do estrato herbáceo numa área de floresta tropical seca em Caruaru, Pernambuco, Brasil

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

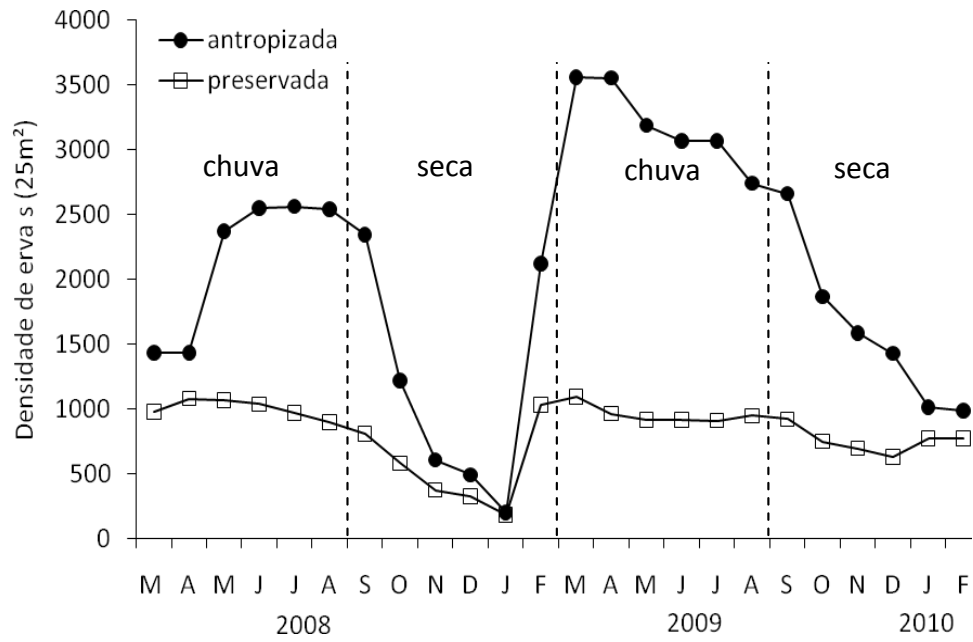


Fig. 5 Variação temporal na densidade de herbáceas em áreas antropizada e preservada numa área de floresta tropical seca em Caruaru, Pernambuco, Brasil

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

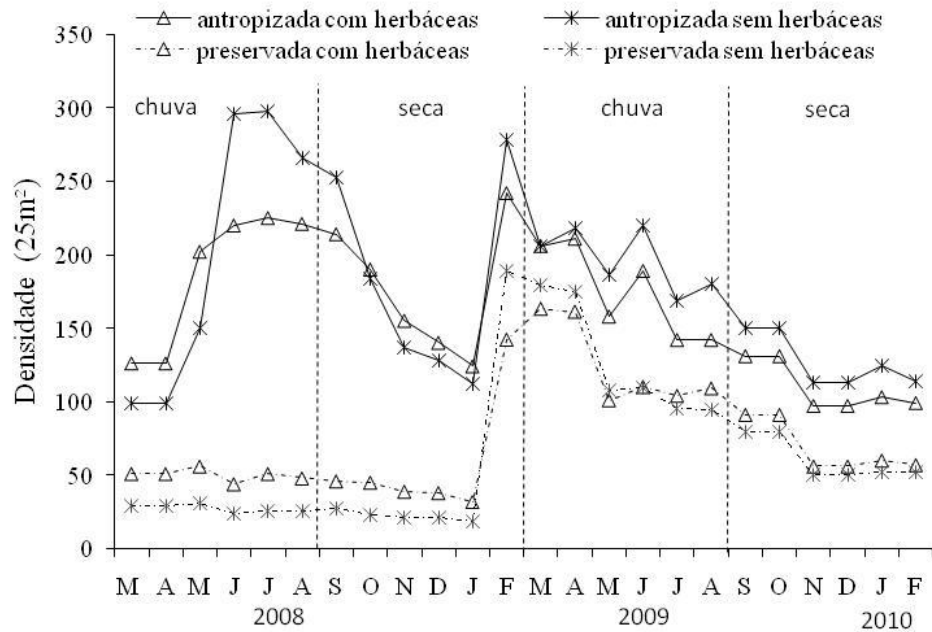


Fig. 6 Variação mensal nas densidades regenerantes nas parcelas com presença ou ausência do estrato herbáceo, em áreas antropizada e preservada numa área de floresta tropical seca em Caruaru, Pernambuco, Brasil

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

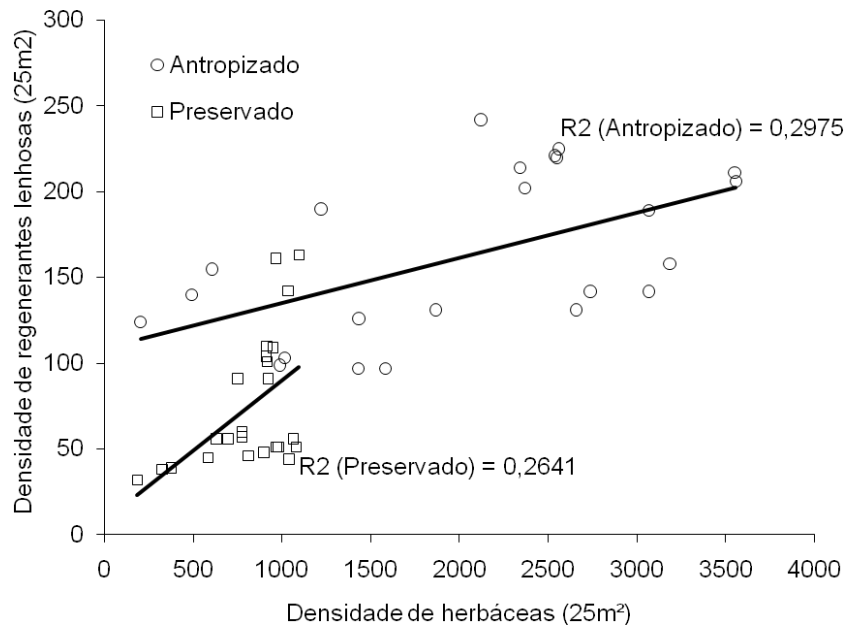


Fig. 7 Relação entre densidade de herbáceas e a densidade de regenerantes nas áreas antropizada e preservada numa área de floresta tropical seca em Caruaru, Pernambuco, Brasil

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

CAPITULO 2

**INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO HERBÁCEA NO CRESCIMENTO E
SOBREVIVÊNCIA DE PLÂNTULAS DE DUAS ESPÉCIES LENHOSAS
EM ÁREAS DE FLORESTA TROPICAL SECA**

Artigo a ser enviado ao Journal of Arid Environments

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Influência da vegetação herbácea no crescimento e sobrevivência de plântulas de duas espécies lenhosas em áreas de floresta tropical seca¹

Elifábia Neves de Lima², Ulysses Paulino de Albuquerque³, Elcida de Lima Araújo³

Resumo

Alguns estudos realizados em ambientes secos vêm demonstrando que interações bióticas podem reduzir ou aumentar o efeito negativo da redução da água e desempenhar importante papel na estrutura das comunidades. Na caatinga, vegetação exclusivamente brasileira, o recrutamento das populações de plântulas herbáceas e lenhosas ocorre, principalmente, durante a estação chuvosa, no entanto, inexistem estudos sobre a interação entre os modelos de dinâmica desses componentes. O objetivo deste trabalho foi verificar se existem diferenças na sobrevivência e no desenvolvimento das populações de *Croton blanchetianus* Baill. e *Poincianella pyramidalis* Tul. L.P. Queiroz, na presença e na ausência de espécies herbáceas em condições de áreas antropizada e preservada da caatinga. Foram estabelecidas 50 parcelas de 1x1 m por área, em um trecho de 1ha. Mensalmente a vegetação herbácea foi retirada manualmente de 25 parcelas e mantida nas demais 25 parcelas em cada área. As espécies apresentaram diferenças quanto à preferência por habitats formando maiores populações de *C. blanchetianus* na área antropizada e *P. pyramidalis* na área preservada. O crescimento variou de negativo à positivo para ambas as espécies nas duas estações climáticas, apontando a existência de diferentes habilidades competitivas nos indivíduos. A influência das herbáceas no recrutamento, sobrevivência e crescimento das populações lenhosas dependeram da espécie e do status de conservação da área. Para *C. blanchetianus* na área antropizada o papel das ervas na sobrevivência dessa população variou entre anos. Na área preservada a manutenção da camada herbácea favoreceu a sobrevivência das plântulas, porém não favoreceu seu crescimento. Para *P. pyramidalis* as herbáceas favoreceram a sobrevivência na área preservada, mas tiveram efeito negativo no seu recrutamento e o crescimento.

Palavras-chave: interação planta-planta, regenerantes, caatinga, *status* de conservação, *Croton blanchetianus*, *Poincianella pyramidalis*

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

1 Parte da tese de doutorado apresentada pela primeira autora ao Programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Brasil;

2 Universidade Federal do Piauí - *Campus* Professora Cinobelina Elvas. BR 135, Km 3, Bairro Planalto Horizonte – Bom Jesus – PI - 64900-000 (elifabialima@ufpi.edu.br).

3 Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Av. Dom Manoel Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife-PE. CEP: 52.171-900.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

1. Introdução

As variações ambientais e a limitação de recursos influenciam a história de vida das plantas, sobretudo no estágio de plântula (Fenner, 1987; Fayolle et al., 2009). Durante esta fase, o indivíduo necessita de quantidades balanceadas de nutrientes e de água para atender às demandas de produção de energia e de metabólitos necessários à diferenciação celular e ao crescimento; o estágio de plântula é, portanto, uma fase crítica para o estabelecimento de um indivíduo (Fayolle et al., 2009). A mortalidade diferencial registrada nesse estágio influencia o padrão de distribuição espacial da população na comunidade, pois uma espécie somente é capaz de ocupar de maneira permanente um habitat quando o indivíduo supera os estágios mais sensíveis do ciclo de vida (Larcher, 2000).

Muitos fatores do ambiente exercem influência sobre a vida das plântulas, sendo a disponibilidade de água um fator crítico para o sucesso do estabelecimento em ambientes secos, pois elevadas taxas de mortalidade ocorrem com a chegada da estação seca (Vieira e Scariot, 2006; Lima et al., 2007; Gworek et al., 2007; Silva et al. 2008; Van der Wall et al., 2009; Lima et al., 2010).

Na caatinga, por exemplo, floresta seca que ocupa 11% do território brasileiro, a estação seca chega a durar nove meses em algumas áreas (Sampaio, 1995; Araújo et al., 2007; Sampaio, 2010). Nesse tipo de vegetação o componente herbáceo é diversificado e extremamente abundante na estação chuvosa (Reis et al., 2006; Araújo et al., 2007). As sementes das espécies lenhosas e herbáceas germinam no início da estação chuvosa; essa estratégia é interpretada como uma forma de permitir que as plântulas tenham mais tempo para crescer, facultando resistência à seca e aumentando a sua chance de sobrevivência (Araújo et al., 2005).

Apesar da germinação das sementes em ambientes secos ocorrerem em períodos favoráveis (estação chuvosa), a disponibilidade de água pode variar nessas estações, limitando o crescimento e o estabelecimento da jovem planta. Contudo, alguns estudos vêm demonstrando que interações bióticas podem reduzir ou aumentar o efeito negativo da redução da água e desempenhar importante papel na estrutura das comunidades (Seifan et al., 2010). Por exemplo, o estabelecimento das plântulas pode ser favorecido (facilitação) ou dificultado (competição) por plantas vizinhas (lenhosas ou herbáceas) de forma direta ou indireta (Knoop e Walter, 1995; Scholes e Archer, 1997; Davis et al., 1999; Vieira e Scariot, 2006; Brooker et al., 2008; Van der Wall et al., 2009).

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Além das interações entre plantas, outro aspecto importante no estabelecimento de plântulas é o *status* de conservação da vegetação (Lima, dados não publicados). O *status* de conservação dos ambientes é bastante variável, devido aos usos múltiplos das plantas e às demandas das pessoas em cada região (Araújo et al., 2007, Lucena et al., 2007, Santos et al., 2008, Albuquerque et al., 2009), o que pode alterar o papel das interações bióticas na dinâmica dos habitats (Lima, dados não publicados). Contudo, estudos em condições de campo que demonstrem como a interação planta-planta afeta o crescimento de plântulas de lenhosas e, conseqüentemente, a estrutura das populações e das comunidades, são reduzidos, tanto em áreas preservadas quanto em áreas antropogênicas, apesar de sua importância para a compreensão da renovação das populações e resiliência dos habitats.

Nesse contexto, esse estudo admite que interações bióticas influenciam, de forma negativa ou positiva, o recrutamento e a sobrevivência de populações de plantas em ambientes com restrições temporais na disponibilidade de água e que o tipo de influência pode ser alterado pelo *status* de conservação do habitat. Assim, objetiva-se responder se: 1. a coexistência ervas-plântulas de lenhosas influencia o recrutamento e a sobrevivência das populações dessas últimas, independente do tempo de recrutamento e do *status* de conservação dos habitats? 2. Existe diferenças na distribuição do crescimento mensal dos indivíduos entre áreas preservada e antropizada, e nas taxas de incremento em diâmetro e altura de populações de regenerantes (plântulas e juvenis) entre as parcelas com e sem a presença de herbáceas em áreas antropizada e preservada?

2. Materiais e Métodos

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado na Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Pernambuco, localizada em Caruaru, PE, Brasil (8°14'18"S e 35°55'20"W, 535 m de altitude). O clima é marcadamente sazonal, com precipitação média anual de 710 mm e temperaturas, mínima e máxima absoluta, de 11 e 38°C, respectivamente, com temperatura média anual de 22,7°C. A estação chuvosa concentra-se de março a agosto e a estação seca de setembro a fevereiro. O total de precipitação durante os períodos monitorados foi de 686,9 mm em 2008 e 766,5 mm em 2009.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

A vegetação na área estudada apresenta fisionomia arbustivo-arbórea e é localmente conhecida como caatinga de agreste, mas apresenta diferenças no *status* de conservação em função dos estudos experimentais desenvolvidos e das demandas de subsistências das pessoas residentes nas proximidades (Monteiro et al., 2006; Lucena et al., 2007, Albuquerque et al., 2009).

Atualmente, a mancha de vegetação nativa dentro da Estação Experimental encontra-se reduzida a um pequeno fragmento de 20 ha, a qual vem sendo preservada há pelo menos 50 anos, não sendo permitido o acesso de gado para pastagem. As famílias Leguminosae e Euphorbiaceae apresentam elevada riqueza de espécie no componente lenhoso (Alcoforado-Filho et al., 2003) e Malvaceae, Poaceae, Asteraceae, Euphorbiaceae e Convolvulaceae destacam-se no componente herbáceo (Araújo et al., 2005; Reis et al., 2006).

Nas adjacências do fragmento de vegetação preservada existem trechos utilizados para pesquisas agrícolas, com plantio de milho, feijão, palma, algodão e sorgo. Para o estabelecimento dos cultivos, a vegetação nativa foi cortada manualmente, não tendo sido utilizado fogo ou pesticidas. Em 1994, um dos trechos de cultivo, especificamente do cultivo de palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill.), foi abandonado e a vegetação nativa vem se recuperando naturalmente desde então. Esse trecho tem cerca de 3 ha e dista 2,5 m do fragmento preservado. Atualmente, a vegetação dessa área antropizada apresenta-se em fase inicial de sucessão, com ocorrência de poucas árvores muito espaçadas que chegam a uma altura média de 5m, e grande quantidade de plantas herbáceas ou de indivíduos jovens de lenhosas.

2.2. Desenho experimental

As espécies *Croton blanchetianus* Baill. (nome vulgar: Marmeleiro, sinônimo: *Croton sonderianus*) e *Poincianella pyramidalis* Tul. L.P. Queiroz (nome vulgar: catingueira, sinônimo: *Caesalpinia pyramidalis*) foram selecionadas para o estudo por: 1. ocorrerem nas duas áreas do estudo; 2. formarem populações visivelmente abundantes; 3. tratar-se de espécies de ampla ocorrência na vegetação da caatinga (Maia, 2004 ; Araújo et al. 2008).

Tanto no fragmento de vegetação preservado (área preservada), quanto no trecho que está em regeneração há 16 anos (área antropizada) foram estabelecidas 50 parcelas de 1x1m, distribuídas aleatoriamente e de forma pareada (lado a lado), com uma distância de 1 m entre os pares (com erva e sem erva), formando dois blocos de 25 parcelas em cada área. Em cada

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

área, mensalmente, a vegetação herbácea foi retirada, manualmente, das 25 parcelas de um dos blocos e mantida naturalmente nas demais 25 parcelas do outro bloco. Em cada uma das 100 parcelas, as plântulas das espécies selecionadas foram contadas, marcadas e mensuradas quanto à altura (cm) e ao diâmetro ao nível do solo (mm). O diâmetro foi medido com auxílio de um paquímetro e a altura foi mensurada com o auxílio de uma trena, sendo mensurada até a gema apical do indivíduo. O local da primeira mensuração do diâmetro foi marcado e as medidas posteriores tomadas nesse mesmo ponto. A cada mês foi contado o número de mortes por parcela e o número de nascimentos de plântulas, sendo estas últimas mensuradas quanto à altura e ao diâmetro. A cada dois meses todas as plântulas vivas foram medidas quanto à altura e ao diâmetro para estimativa da taxa de crescimento absoluto em altura e diâmetro.

No desenho experimental adotou-se o uso de pseudoréplicas porque nas proximidades do fragmento preservado não existe outro cenário com similar histórico de uso da terra e tempo de abandono que possibilitasse comparações com acurácia.

2.3. *Análise dos dados*

Diferenças no total de indivíduos recrutados entre as áreas antropizada e preservada e entre as parcelas com e sem herbáceas foram avaliadas pelo teste *Qui-quadrado* (χ^2) (Zar, 1999).

A sobrevivência foi expressa pela proporção de sobreviventes (lx) entre intervalos de amostragem (Gotelli, 2007). As curvas de sobrevivência das parcelas com e sem herbáceas foram apresentadas apenas para coortes formadas por cinco ou mais indivíduos. Diferenças mensais no número de sobreviventes das populações entre as parcelas com e sem a presença de herbáceas em cada área, foram avaliadas pelo teste *Qui-quadrado* (χ^2) (Zar, 1999). As plântulas germinadas a cada mês foram consideradas como coortes, mas as análises de sobrevivência e de crescimento das plântulas só foram realizadas para as coortes recrutadas no primeiro mês da estação chuvosa de cada ano porque os indivíduos teriam pelo menos seis meses de crescimento em campo, tempo máximo de duração da estação chuvosa da área (Reis et al., 2006).

Diferenças na distribuição do crescimento mensal absoluto em diâmetro (mm) e altura (cm) das populações entre áreas preservada e antropizada das coortes recrutadas em um mesmo ano foram avaliadas pelo teste de variância de *Kruskal-Wallis* (H), com teste a

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

posteriori de Student Newman Keuls (SNK) (Zar, 1999). Foram elaborados gráficos do tipo Box plot com a distribuição de crescimento mensal absoluto das populações dentro de cada estação climática e entre áreas preservada e antropizada, bem como gráficos com o incremento médio absoluto das populações nas duas áreas.

Para verificar as diferenças nas curvas de incremento médio absoluto das populações entre as parcelas com e sem a presença de herbáceas de cada área, foi realizada a análise de variância de *Kruskal-Wallis* (H) (Zar, 1999). As análises foram realizadas com auxílio do Excel, Bioestat 5.0 (Ayres et al. 2007) e Statistic 7.0.

3. Resultados

3.1. *Croton blanchetianus* Baill.

Foram recrutados um total de 169 e 202 indivíduos de *C. blanchetianus* na área antropizada e preservada, respectivamente, não apresentando diferenças significativas entre áreas ($\chi^2 = 2,93$; $p = 0,09$). Na área antropizada, as parcelas com herbáceas apresentaram 21 indivíduos em 2008 e 72 indivíduos em 2009, dos quais nove (42,8%) e sete (9,8%), respectivamente, foram recrutados até o quarto mês da estação chuvosa. Nas parcelas sem herbáceas, os recrutamentos foram sincronizados em uma única coorte em cada ano. Foram oito e 68 indivíduos recrutados em 2008 e 2009, respectivamente. Não houve diferenças no total de indivíduos recrutados entre as parcelas com e sem herbáceas na área antropizada ($\chi^2 = 1,71$; $p = 0,21$). Na área preservada, foram recrutados 24 e 88 indivíduos de *C. blanchetianus* em 2008 e 2009, respectivamente, nas parcelas com herbáceas. O número de coortes recrutadas foi maior no ano de 2009 (três coortes) (Fig. 1). As parcelas sem herbáceas apresentaram sincronia no recrutamento dos indivíduos. Foram recrutados sete e 83 indivíduos em 2008 e 2009, respectivamente. Não houve diferenças no total de indivíduos recrutados entre as parcelas com e sem herbáceas na área preservada ($\chi^2 = 2,39$; $p = 0,13$).

A sobrevivência mensal dos indivíduos na área antropizada foi significativamente maior nas parcelas com herbáceas para os indivíduos recrutados em 2008 ($\chi^2 = 124,27$; $p < 0,001$) e sem herbáceas para os indivíduos recrutados em 2009 ($\chi^2 = 67,51$; $p < 0,001$) (Fig. 1a). Na área preservada, a sobrevivência mensal dos indivíduos foi significativamente maior nas parcelas com herbáceas para os indivíduos recrutados em 2008 ($\chi^2 = 228,3$; $p < 0,001$) e 2009 ($\chi^2 = 41,71$; $p < 0,001$) (Fig. 1b).

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

A distribuição do crescimento mensal dos indivíduos recrutados na primeira coorte de 2008 não diferiu entre as áreas antropizada e preservada em diâmetro (Fig. 2a), mas variou entre os indivíduos em altura (Fig. 2c) diferindo significativamente entre a área preservada e antropizada tanto na estação chuvosa de 2008 ($H= 21,02$; $p < 0,01$) quanto na de 2009 ($H= 44,25$; $p < 0,01$). Os indivíduos recrutados na primeira coorte de 2009 diferiram significativamente quanto o crescimento mensal em diâmetro ($H= 36,14$; $p < 0,01$) e altura ($H= 48,87$; $p < 0,01$) entre as duas áreas na estação chuvosa (Fig. 2b e d).

Na área antropizada, o incremento médio absoluto em diâmetro da população foi maior nas parcelas sem herbáceas para os indivíduos recrutados em 2008 ($H= 7,88$; $p < 0,01$; Fig. 3a). Os indivíduos que sobreviveram e foram recrutados para o estágio juvenil apresentaram um incremento ainda maior no segundo ano ($H= 8,31$; $p < 0,01$). As curvas de incremento médio absoluto em altura não diferiram ($H= 0,12$; $p = 0,73$) entre as parcelas com e sem herbáceas neste habitat em 2008 (Fig. 3c). Apenas nos últimos seis meses de monitoramento foi possível observar diferenças significativas nas curvas de altura na população, sendo maior nas parcelas sem herbáceas ($H= 4,33$; $p < 0,05$). As coortes recrutadas em 2009 não apresentaram diferenças significativas nas curvas de incremento médio absoluto em altura ($H= 0,03$; $p = 0,87$) e diâmetro ($H= 3,71$; $p = 0,06$) entre as parcelas com e sem a presença de herbáceas. Na área preservada, o incremento médio absoluto em diâmetro ($H= 4,39$; $p < 0,05$) e em altura ($H= 7,78$; $p < 0,01$) foram maiores nas parcelas sem herbáceas em 2008 (Fig 3b). As coortes recrutadas no início estação chuvosa de 2009 não apresentaram diferenças nas curvas de incremento médio absoluto em diâmetro ($H= 0,006$; $p = 0,93$) e em altura ($H= 0,64$; $p = 0,42$) entre as parcelas com e sem herbáceas (Figs. 3 b e d).

3.2 *Poincianella pyramidalis* Tul. L.P. Queiroz

Foram recrutados um total de 15 e 118 indivíduos de *P. pyramidalis* na área antropizada e preservada, respectivamente, com diferenças significativas entre as áreas ($\chi^2 = 79,76$; $p < 0,01$). Nas parcelas com herbáceas da área antropizada foram recrutados quatro e sete indivíduos em 2008 e 2009, respectivamente, distribuídos por três meses das estações chuvosas. Nas parcelas sem herbáceas da área antropizada foram recrutados três e um indivíduos em 2008 e 2009, respectivamente. Não houve diferenças no total de indivíduos recrutados entre as parcelas com e sem herbáceas na área antropizada ($\chi^2 = 3,26$; $p = 0,12$). Na área preservada, apenas uma coorte foi registrada por ano de monitoramento nas parcelas com

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

e sem herbáceas. Foram recrutados 13 e 33 indivíduos de *P. pyramidalis* em 2008 e 2009, respectivamente, nas parcelas com herbáceas. Nas parcelas sem herbáceas foram recrutados 14 e 58 indivíduos de *P. pyramidalis* em 2008 e 2009, respectivamente. O total de indivíduos recrutados foi significativamente maior nas parcelas sem herbáceas ($\chi^2 = 5,72$; $p < 0,03$).

O número de plântulas de *P. pyramidalis* recrutadas foi baixo na área antropizada quando comparado à área preservada, não sendo possível analisar as taxas de sobrevivência. Na área preservada a sobrevivência das plântulas recrutadas em 2008 não diferiu estatisticamente ($\chi^2 = 6,42$; $p = 0,99$) entre as parcelas com e sem herbáceas. Em 2009, a sobrevivência foi maior nas parcelas com a presença de herbáceas ($\chi^2 = 50,65$; $p < 0,001$; Fig. 1c).

A distribuição de crescimento mensal absoluto em diâmetro e altura não diferiu entre a área preservada e antropizada para os indivíduos de *P. pyramidalis* recrutados nas primeiras coortes de em 2008 e 2009 (Fig. 4).

Para as coortes recrutadas em 2008 na área antropizada, o incremento médio absoluto em diâmetro não diferiu entre as parcelas com e sem a presença de herbáceas ($H=0,14$; $p=0,70$; Fig. 5a) e as alturas foram significativamente maiores nas parcelas com herbáceas ($H= 6,03$; $p < 0,02$; Fig. 5c). Em 2009, nasceu apenas um indivíduo no início da estação chuvosa nas parcelas sem herbáceas não sendo possível testar diferenças entre as parcelas. Na área preservada não houve diferenças significativas nas curvas de incremento médio absoluto em diâmetro ($H = 1,85$; $p = 0,17$; Fig. 5b) entre as parcelas com e sem herbáceas para os indivíduos recrutados em 2008 e a altura foi maior nas parcelas sem herbáceas ($H = 3,87$; $p < 0,05$; Fig. 5d). As coortes recrutadas em 2009 não apresentaram diferenças significativas nas curvas de incremento médio absoluto, em diâmetro ($H = 0,16$; $p = 0,69$) e altura ($H = 0,02$; $p = 0,87$), entre as parcelas com e sem herbáceas (Figs. 5b e d).

4. Discussão

A co-existência de ervas e de regenerantes de lenhosas (plântulas e indivíduos juvenis) faz com que as mesmas compartilhem os recursos e as pressões das condições dos microhabitats (Seifan et al., 2010), sendo a habilidade individual das plantas na obtenção dos recursos e sua capacidade de ajuste às condições do microhabitat refletidas no crescimento e na sobrevivência (Larcher, 2000). Assim, interações entre herbáceas e plantas muito jovens de lenhosas pode alterar a habilidade de estabelecimento das plantas nos habitats (Knoop e

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Walter, 1995; Scholes e Archer, 1997; Davis et al., 1999; Vieira e Scariot, 2006; Brooker et al., 2008), constituindo-se um processo importante para a compreensão da organização das comunidades.

O maior número de nascimentos e maior sobrevivência de *C. blanchetianus* e *P. pyramidalis*, nas coortes recrutadas no início da estação chuvosa corroboram com o que vem sendo apontado para outros ambientes secos onde a disponibilidade de água no solo é apontada como um fator crítico para o sucesso do estabelecimento e sobrevivência das plântulas, sendo vantajoso para as populações sincronizar os nascimentos para o início da estação chuvosa (Barbosa, 2003; Araújo, 2005; Araújo et al., 2007; Andrade et al., 2007; Lima et al., 2007).

Todavia, a variabilidade na distribuição das chuvas, como ocorrência de secas eventuais na estação chuvosa (Gworek et al., 2007; Van der Wall et al., 2009), torna desvantajoso para as populações adotar apenas a estratégia de sincronia de nascimentos porque o risco de mortalidade é elevado. Segundo Araújo et al. (2005), recrutar os indivíduos no início da estação chuvosa, apesar dos riscos de perdas devido à possibilidade de ocorrência de veranico, permite que as plântulas tenham mais tempo para se desenvolver e sobreviver durante a estação seca. Populações com recrutamentos não sincrônicos poderiam ter maior escape durante a ocorrência de veranicos, mas as sementes germinadas do meio para o fim da estação chuvosa teriam menos tempo para crescer e mais chance de morrer na estação seca. Neste trabalho, independente da presença ou ausência de herbáceas, coortes recrutadas no final da estação chuvosa tiveram menor chance de sobrevivência porque tiveram menos tempo para obter recursos necessários ao desenvolvimento das mesmas. Logo, a presença de ervas não foi suficiente para compensar o retardo no recrutamento das coortes de *P. pyramidalis* e *C. blanchetianus* em nenhuma das áreas.

Neste trabalho a presença de plantas herbáceas nas parcelas proporcionou um maior recrutamento e sobrevivência de *C. blanchetianus* (áreas antropizada e preservada) e a maior sobrevivência de *P. pyramidalis* (área preservada) corroborando com os trabalhos que mostram a presença de plantas vizinhas estabelecidas no ambiente como um fator que pode aumentar o recrutamento e a sobrevivência das coortes (Fenner, 1987; Scholes e Archer, 1997; Vieira e Scariot, 2006, Seifan et al., 2010), o que sugere que interações bióticas (diretas ou indiretas) possam compensar as desvantagens da sincronia ou assincronia dos nascimentos. Alguns trabalhos mostram que em ambientes com restrições ambientais intermediárias as interações planta-planta são do tipo competitiva, mas em ambientes com restrições ambientais

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

severas as plantas da vizinhança podem melhorar as condições locais (interação facilitadora) e propiciar microhabitats favoráveis para o estabelecimento de plântulas ao seu redor (Berkowitz et al., 1995; Brooker et al., 2008; Gurevitch et al., 2009). Contudo, também existem trabalhos que sugerem que a influência dos vizinhos não difere com diferentes níveis de estresse ambiental (Maestre et al., 2005).

Além da influência das interações bióticas na sobrevivência das plântulas, outro fator que precisa ser considerado é que as condições de microhabitats podem ser alteradas por coleta seletiva de plantas ou total retirada da vegetação (Primack e Rodrigues, 2001; Tabarelli, 2010; Araújo e Albuquerque, *prelo*), o que ocorre com muita frequência nos ambientes semiáridos (McLaren e McDonald, 2003; Figuerôa et al., 2006; Santos et al., 2008;). Apesar da proximidade entre as duas áreas estudadas, a população de *P. pyramidalis* não apresentou um número significativo de recrutamentos na área antropizada quando comparada a área mais preservada, o que pode ser um reflexo da utilização da área, somado as exigências da própria espécie para se estabelecer. Contudo, apesar do *status* de conservação dos habitats ser de difícil mensuração, muitos estudos vêm mostrando que podem ocorrer mudanças na composição de espécies e na estrutura da comunidade em áreas antropogênicas (Pereira et al., 2003; Andrade et al., 2005; Galindo et al., 2008; Santos et al., 2009), porque os processos que possibilitam a renovação das populações e as condições de microclima, que afetam a disponibilidade dos recursos para o crescimento e sobrevivência das plantas, são alterados (Araújo et al., 2007; Silva et al., 2009; Souza, 2010).

O crescimento positivo em diâmetro e altura para alguns indivíduos das populações estudadas na estação seca aponta, segundo Araújo et al. (2010), a possibilidade de existência de diferenças na habilidade competitiva entre os indivíduos, e esse crescimento na estação seca talvez possa implicar em vantagens no estabelecimento e na dinâmica de transição dos estádios ontogenéticos. Alguns indivíduos poderiam chegar mais rapidamente à idade adulta e reproduzir-se antes que outros. É possível que isso também ocorra para as populações de *C. blanchetianus* e *P. pyramidalis* visto que alguns indivíduos apresentaram crescimento positivo em altura e diâmetro nas duas áreas do estudo.

No estágio de plântula a ausência de herbáceas favoreceu o incremento (aumento em biomassa) em *C. blanchetianus* nas duas áreas e *P. pyramidalis* na área preservada. O estágio juvenil apresentou maiores valores de incremento médio em diâmetro e altura para as espécies nas duas áreas estudadas e isso pode ser explicado porque no estágio plântula a alocação de recursos é principalmente direcionada ao crescimento do sistema radicular, quando

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

comparado ao sistema aéreo (Araújo et al., 2008; Lieberman e Li, 1992). A alocação dos recursos para o sistema radicular aumenta a superfície total de absorção de água e íons minerais, conferindo vantagens às plantas que vivem em ambientes secos. Entretanto, à medida que a planta envelhece, esta relação decresce gradualmente (Raven, 2007), ou seja, a planta começa a investir mais em altura e em diâmetro para ocupação do espaço aéreo.

Em síntese, as herbáceas influenciaram o recrutamento, a sobrevivência e o crescimento das populações lenhosas, mas essa influencia não foi semelhante entre as áreas e dependeu da espécie e do *status* de conservação. Para *C. blanchetianus* na área antropizada o papel das ervas na sobrevivência dessa população variou entre anos, porém na área preservada a manutenção da camada herbácea favoreceu a sobrevivência das plântulas, mas o seu crescimento foi favorecido pela retirada das herbáceas. Para *P. pyramidalis* o baixo número de indivíduos recrutados na área antropizada não permitiu discutir sobre o papel das ervas na dinâmica dessa população, mas sugere que as exigências de *P. pyramidalis* para germinação diferem em função do *status* de conservação do habitat, pois em ambos ocorre chegada de sementes no banco do solo (Souza, 2010), indicando que *P. pyramidalis* não é uma colonizadora inicial de ambientes modificados por ações humanas. As herbáceas aparentemente aumentaram a sobrevivência da espécie na área preservada, mas o recrutamento e o crescimento foram favorecidos pela retirada desse estrato.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento e Aperfeiçoamento Tecnológico - CNPq, pelo apoio financeiro do projeto (processo 411805/2007-6) e pela bolsa de produtividade em pesquisa do segundo e terceiro autor; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão de bolsa à primeira autora; a estação do Instituto Agrônômico de Pernambuco – IPA, em Caruaru e à Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, pelo apoio logístico e à Clarissa Gomes Reis Lopes, Josiene Maria Falcão Fraga dos Santos e Danielle Melo dos Santos pela ajuda na coleta dos dados.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Referências

- Albuquerque, U.P., Sousa, A.T.A., Ramos, M.A., Nascimento, V.T., Lucena, R.F.P., Monteiro, J.M., Alencar, N.L., Araújo, E.L. 2009. How ethnobotany can aid biodiversity conservation: reflections on investigations in the semi-arid region of NE Brazil. *Biodiversity and Conservation* 18, 127-150.
- Alcoforado-Filho, F.G., Sampaio, E.V.S.B., Rodal, M.J.N., 2003. Florística e fitossociologia de um remanescente de vegetação caducifólia espinhosa arbórea em Caruaru, Pernambuco. *Acta Botanica Brasilica* 17, 287-303.
- Andrade, L.A.; Pereira, I.M.; Leite, U.T.; Barbosa, M.R.V., 2005. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, estado da Paraíba. *Cerne* 11(3), 253-262.
- Andrade, J.R., Santos, J.M.F.F., Lima, E.N., Lopes, C.G.R., Silva, K.A., Araújo, E.L., 2007. Estudo populacional de *Panicum trichoides* Swart. (Poaceae) em uma área de caatinga em Caruaru, Pernambuco. *Revista Brasileira de Biociências* 5, 858-860.
- Araújo, E.L., 2005. Estresses abióticos e bióticos como forças modeladoras da dinâmica de populações vegetais da caatinga. In: Nogueira, R.J.M, Araújo, E.L., Willadino, L.G., Cavalcante, U.M.T. (Eds.), *Estresses Ambientais: Danos e Benefícios em Plantas*. MXM Gráfica e editora, Recife, pp. 50-64.
- Araújo, E.L., Albuquerque, U.P. *prelo*. The contribution of ethnobotany to the ecology of populations in northeastern Brazil. *Bioremediation, Biodiversity and Bioavailability*.
- Araújo, E.L., Martins, F.R., Santos, A.M., 2005. Establishment and death of two dry tropical forest woody species in dry and rainy seasons in northeastern Brazil. In: Nogueira, R.J.M.C., Araújo, E.L., Willadino, L.G., Cavalcante, U.M.T. (Eds.). *Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas*. Imprensa Universitária da UFRPE, Recife, pp. 76-91.
- Araújo, E.L., Castro, C.C., Albuquerque, U.P., 2007. Dynamics of Brazilian Caatinga – A Review Concerning the Plants, Environment and People. *Functional ecology and communities* 1, 15-28.
- Araújo, E.L., Nogueira, R.J.M.C., Silva, S.I., Silva, K.A., Silva, P.P.A., Santos, A.V.C., Santiago, G.A.S. 2008. Ecofisiologia de plantas da caatinga e implicações na dinâmica das populações e do ecossistema. In: Ariadne do Nascimento Moura; Elcida de Lima Araújo; Ulysses Paulino de Albuquerque. (Org.). *Biodiversidade, potencial econômico e*

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

processos ecofisiológicos em ecossistemas nordestinos. 1 ed. Comunigraf, Recife, Vo. 1, pp. 329-361.

Araújo, E.L., Martins, F.R., Mães, F.A.S., 2010. Estádios ontogenéticos e variações no crescimento anual do caule de duas espécies lenhosas em uma área de vegetação de caatinga, Pernambuco, Brasil. In: Albuquerque, U.P., Moura, A.N., Araújo, E.L. (Org.). Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos. Canal 6, Bauru SP, Vo.2, pp. 365-384.

Ayres, M, Ayres Júnior, M., Ayres, D.L., Santos, A.S., 2007. BioEstat 5.0: aplicações estatísticas nas áreas de ciências biológicas e médicas. Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá – IDSM\ MCT\ CNPq, Belém. 364pp.

Barbosa, D.C.A., 2003. Estratégia de germinação e crescimento de espécies lenhosas da caatinga com germinação rápida. In: Leal, R.I., Tabarelli, M., Silva, J.M.C. (Eds.). Ecologia e conservação da caatinga. Editora Universitária, Recife, pp 625-656.

Berkowitz, A.L., Canham, C.D., Kelly, V.R., 1995. Competition vs. facilitation of tree seedling growth and survival in early successional communities. *Ecology* 76, 1156-1168.

Brooker, R.W., Maestre, F.T., Callaway, R.M., Lortie, C.L., Cavieres, L.A., Kunstler, G., Liancourt, P., Tielbörger, K., Travis, J.M.J., Anthelme, F., Armas, C., Coll, L., Corcket, E., Delzon, S., Forey, E., Kikvidze, Z., Olofsson, J., Pugnaire, F., Quiroz, C.L., Saccone, P., Schiffers, K., Seifan, M., Touzard, B., Michalet, R., 2008. Facilitation in plant communities: the past, the present, and the future. *Journal of Ecology* 96, 18-34.

Davis, M.A., Wrage, K.J., Reich, P.B., Tjoelker, M.G., Schaeffer, T., Muermann, C., 1999. Survival, growth, and photosynthesis of tree seedlings competing with herbaceous vegetation along a water-light-nitrogen gradient. *Plant Ecology* 145, 341-350.

Fayolle, A., Violle, C., Navas, M. 2009. Differential impacts of plant interactions on herbaceous species recruitment: disentangling factors controlling emergence, survival and growth of seedlings. *Oecologia* 159, 817–825.

Fenner, M., 1987. Seedlings. *New Phytologist* 106, 37-47.

Figuerôa, J.M., Pareyn, F.G., Araújo, E.L., Silva, C.E., Santos, V.F., Cutter, D.F., Baracat, A., Gasson, P. 2006. Effects of cutting regimes in the dry and wet season on survival and sprouting of woody species from the semi-arid caatinga of northeast Brazil. *Forest Ecology and Management* 229, 294-303

- Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...
- Galindo, I.C.L., Ribeiro, M.R., Santos, M.F.A.V., Lima, J.F.W.F., Fereira, R.F.A.L., 2008. Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba, PE. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 32(3), 1283-1296.
- Gotelli, N.J. 2007. *Ecologia*. Editora Planta, Londrina, 260pp.
- Gurevitch, J., Scheiner, S.M., Fox, G.A., 2009. *Ecologia Vegetal*. 2 ed. Artmed, Porto Alegre, 592pp.
- Gworek, J.R., Vander Wall, S.B., Brussard, P.F. 2007. Changes in biotic interactions and climate determine recruitment of Jeffrey pine along an elevation gradient. *Forest Ecology and Management* 239, 57-68.
- Knoop, W.T., Walker, B.H., 1985. Interactions of woody and herbaceous vegetation in a southern African savana. *Journal of Ecology* 73, 235-253.
- Larcher, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. RIMA, São Carlos, 531pp.
- Lieberman, D., Li, M. 1992. Seedling recruitment patterns in a tropical dry forest in Ghana. *Journal of Vegetation Science* 3, 375-382.
- Lima, E.N., Araújo, E.L., Ferraz, E.M.N., Sampaio, E.V.S.B., Silva, K.A., Pimentel, R.M.M., 2007. Fenologia e dinâmica de duas populações herbáceas da Caatinga. *Revista de Geografia* 24, 124-14.
- Lima, E.N., Silva, K.A., Santos, J.M.F.F., Andrade, J.R., Santos, D.M., Sampaio, E.V.S.B., Araújo, E.L., 2010. Influência da sazonalidade na fenologia e na dinâmica populacional da *Euphorbia insulana* Vell. (Euphorbiaceae) em uma área de caatinga, Pernambuco. In: Albuquerque, U.P., Moura, A.N., Araújo, E.L. (Org.). *Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos*. Canal 6, Bauru SP, Vo.2, pp. 365-384.
- Lucena, R.F.P., Nascimento, V.T., Araújo, E.L., Albuquerque, U.P. 2007. Local uses of native plants in an area of caatinga vegetation (Pernambuco, NE-Brazil). *Ethnobotany Research and Applications* 6, 3-13.
- 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.
- Maia, G.N., 2004. *Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades*. Leitura e Arte, São Paulo.
- McLaren, K.P., McDonald, M.A. 2003. Coppice regrowth in a disturbed tropical dry limestone forest in Jamaica. *Forest Ecology and Management* 180, 99-111

- Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...
- Monteiro, J.M., Lins Neto, E.M.F., Albuquerque, U.P., Amorim, E.L.C., Araújo, E.L. 2006. Use patterns and knowledge of medicinal species among two rural communities from Northeastern Brazil semi-arid region. *Journal of Ethnopharmacology* 105, 173-186
- Pereira, I.M., Andrade, L.A., Sampaio, E.V.S.B., Barbosa, M.R.V., 2003. Use-history effects on structure and flora of caatinga. *Biotropica* 35, 154-165.
- Primack, R.B., Rodrigues, E. 2001. *Biologia da Conservação*. Editora planta, Londrina - PR, 371pp.
- Sampaio, E.V.S.B. 1995. Overview of the Brazilian caatinga. In: S.H. Bullock; H.A. Mooney & E. Medina (Eds.). *Seasonally dry tropical forest*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 35-63.
- Sampaio, E.V.S.B., 2010. Características e potencialidades. In: Gariglio, M.A., Sampaio, E.V.S.B., Cestaro, L.A., Kageyama, P.Y. (Eds). *Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga*. Ministério do Meio Ambiente, Serviço Florestal Brasileiro, Brasília, pp. 29-48.
- Santos J.P, Araújo E.L, Albuquerque U.P. 2008 Richness and distribution of useful woody plants in the semi-arid region of northeastern Brazil. *Journal of Arid Environments* 72, 652-663.
- Santos, M.F.A.V., Guerra, T.N.F., Sotero, M.C., Santos, J.I.N., 2009. Diversidade e densidade de espécies vegetais da caatinga com diferentes graus de degradação no município de floresta, Pernambuco, Brasil. *Rodriguésia* 60(2), 389-402.
- Scholes, R.J., Archer, S.R., 1997. Tree-grass interactions in savannas. *Annual Review of Ecology and Systematics* 28, 517-544.
- Seifan M, Tielbörger K, Kadmon R (2010) Direct and indirect interactions among plants explain counterintuitive positive drought effects on an eastern Mediterranean shrub species. *Oikos* 119, 1601-1609
- Silva, K.A., Lima, E.N., Santos, J.M.F.F., Andrade, J.R., Santos, D.M., Sampaio, E.V.S.B., Araújo, E.L. 2008. Dinâmica de gramíneas em uma área de Caatinga de Pernambuco - Brasil. In: Moura, A.N., ARAÚJO, E.L., ALBUQUERQUE, U.P. (Org.) *Biodiversidade, potencial econômico e processos eco-fisiológicos em ecossistemas nordestinos*. Comunigraf, Recife, Vo 1, pp. 105-129.
- Silva, E.C., Nogueira, R., Vale, F.H.A. Araújo, F.P.; Pimenta, M.A. 2009. Stomatal changes induced by intermittent drought in four umbu tree genotypes. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 21, 33-42.

- Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...
- Souza, J.T. 2010. Chuva de sementes em área abandonada após cultivo próximo a um fragmento preservado de caatinga em Pernambuco, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E., 2007. *Biologia vegetal*. 7º ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 830pp.
- Reis, A.M.S., Araújo, E.L., Ferraz, E.M.N., Moura, A.N., 2006. Variações interanuais na florística e fitossociologia do componente herbáceo de uma área de caatinga, Pernambuco, Brazil. *acta botânica brasílica* 29(3), 497-508.
- Tabarelli, M. 2010 Tropical Biodiversity in Human-Modified Landscapes: What is our Trump Card? *Biotropica* 42, 553-554.
- Van der Waal, C., Kroon, H, Boer, W.F., Heitkönig, I.M.A., Skidmore, A.K., Knecht, H.J., Langevelde, F.V., Wieren, S.E.V., Grant, R.C., Page, B.R., Slotow, R., Kohi, E.M., Mwakiwa, E., Prins, H.H.T., 2009. Water and nutrients alter herbaceous competitive affects on the seedlings in a semi-arid savanna. *Journal of Ecology* 97, 430-439.
- Vieira, D.L.M., Scariot, A., 2006. Principles of Natural regeneration of tropical dry forests for restoration. *Restoration Ecology* 14(1), 11-20.
- Zar, J.H., 1999. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

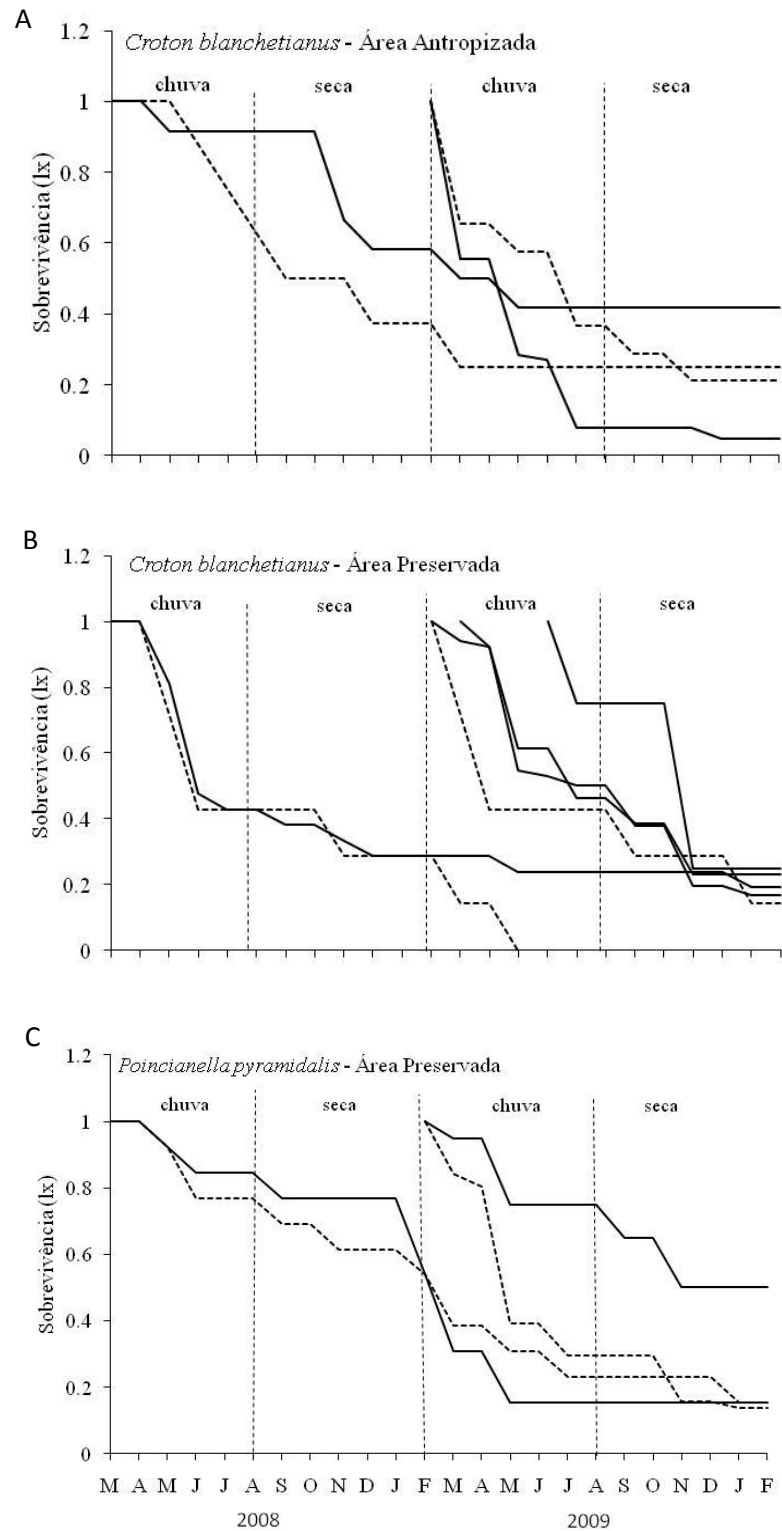


Fig. 1. Curvas de sobrevivência das coortes recrutadas no início da estação chuvosa de *Croton blanchetianus* Baill. (Euphorbiaceae) e *Poincianella pyramidalis* Tul. L.P. Queiroz (Fabaceae) nas parcelas com a presença de herbáceas (—) e sem a presença de herbáceas (---), em áreas de caatinga antropizada e preservada, Caruaru, Pernambuco, Brasil.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

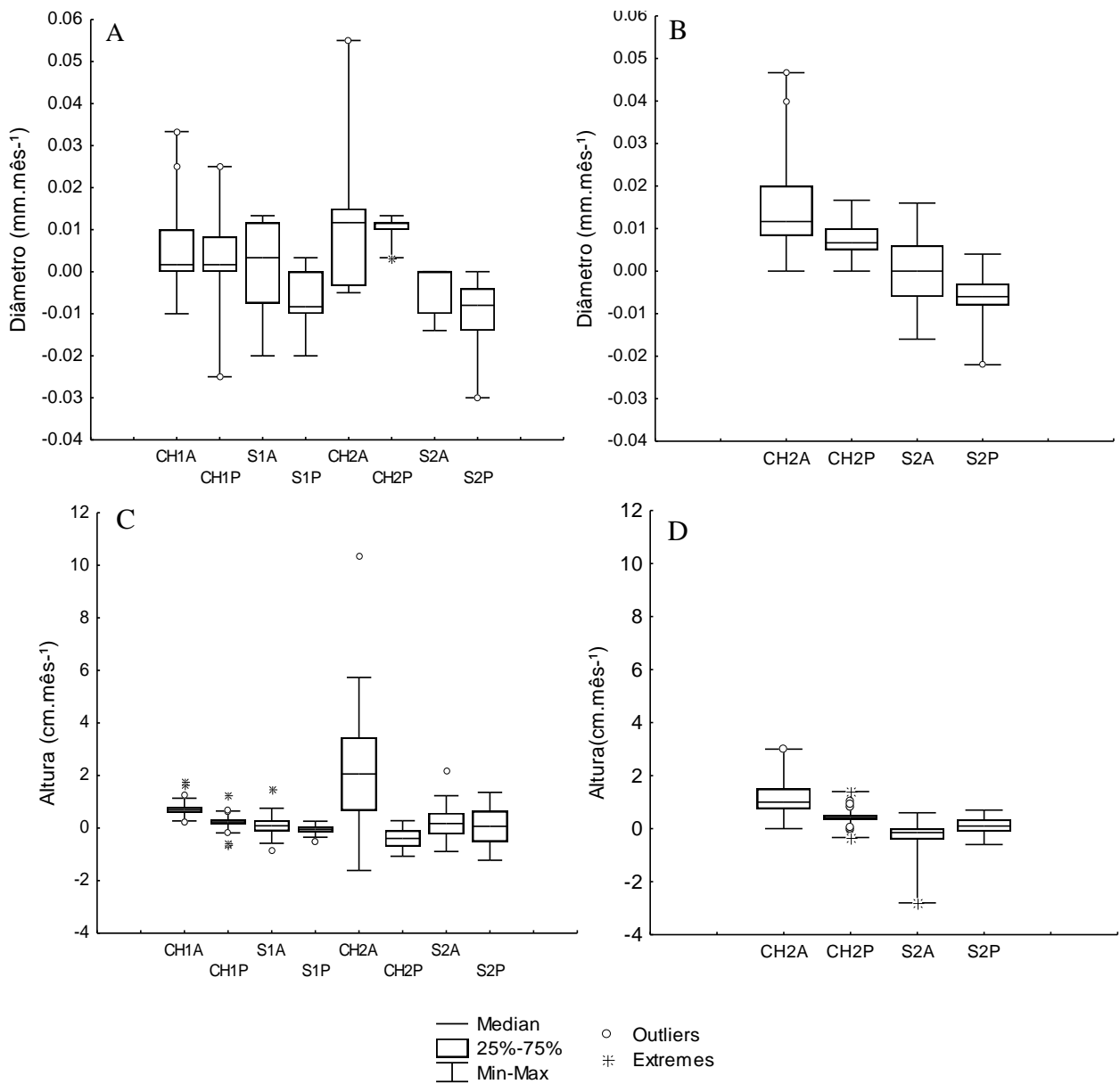


Fig. 2. Distribuição do crescimento mensal absoluto em diâmetro (mm) e altura (cm) das coortes de *Croton blanchetianus* Baill. (Euphorbiaceae) recrutadas em 2008 (A e C) e 2009 (B e D), em áreas de caatinga antropizada e preservada, Caruaru, Pernambuco, Brasil. CH - estação chuvosa; S - estação seca; A - área antropizada; P - área preservada; 1 - 2008; 2 - 2009.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

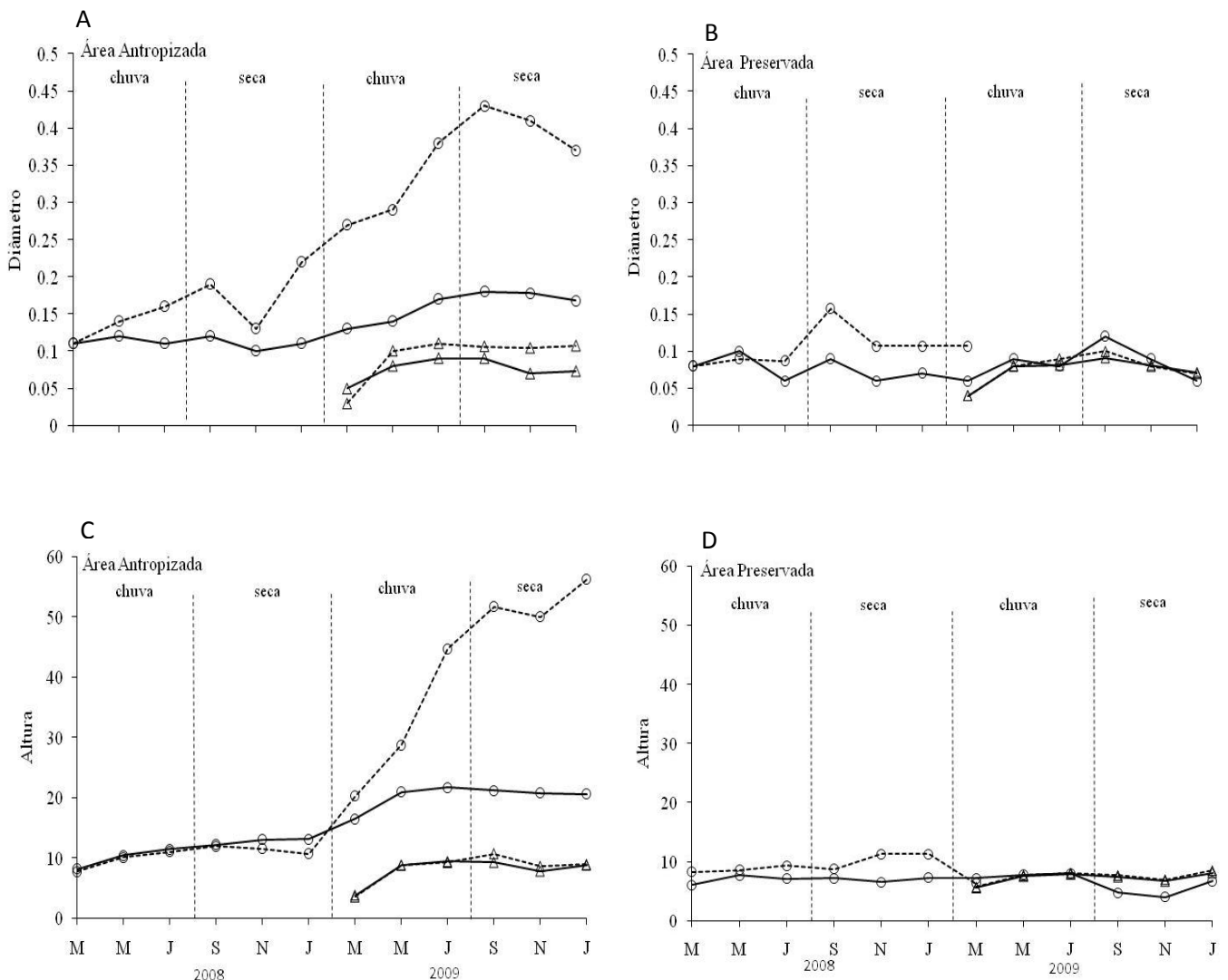


Fig. 3. Incremento médio em diâmetro (mm) e altura (cm) das coortes de *Croton blanchetianus* Baill. (Euphorbiaceae) recrutadas no início da estação chuvosa, em áreas de caatinga antropizada e preservada, Caruaru, Pernambuco, Brasil. (—) com herbáceas; (---) sem herbáceas; (o) – 2008; (Δ) – 2009.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

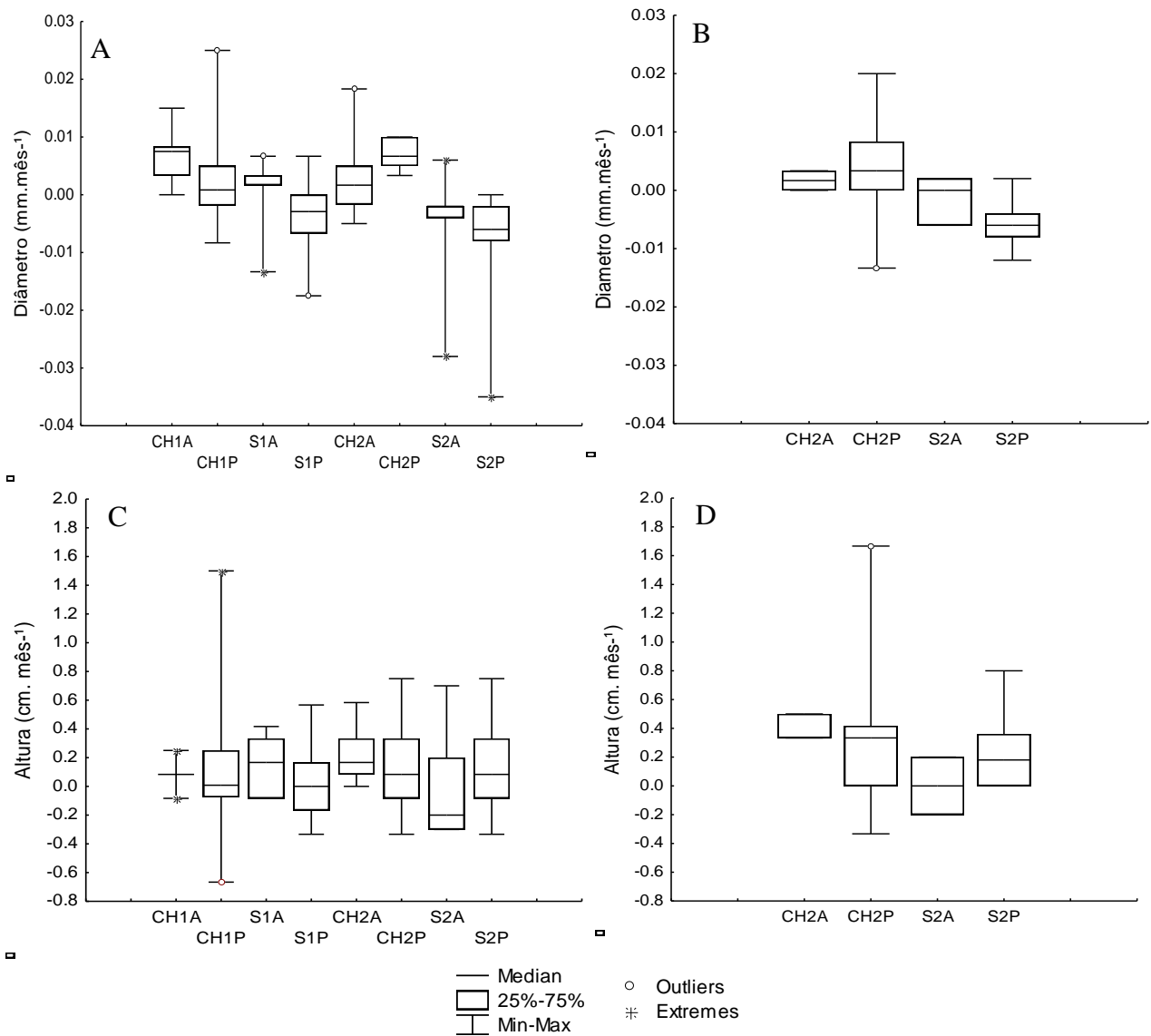


Fig. 4 - Distribuição do crescimento mensal absoluto em diâmetro (mm) e altura (cm) das coortes de *Poincianella pyramidalis* Tul. L.P. Queiroz (Fabaceae) recrutadas em 2008 (A e C) e 2009 (B e D), em áreas de caatinga antropizada e preservada, Caruaru, Pernambuco, Brasil. CH - estação chuvosa; S - estação seca; A - área antropizada; P - área preservada; 1 - 2008; 2 - 2009.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

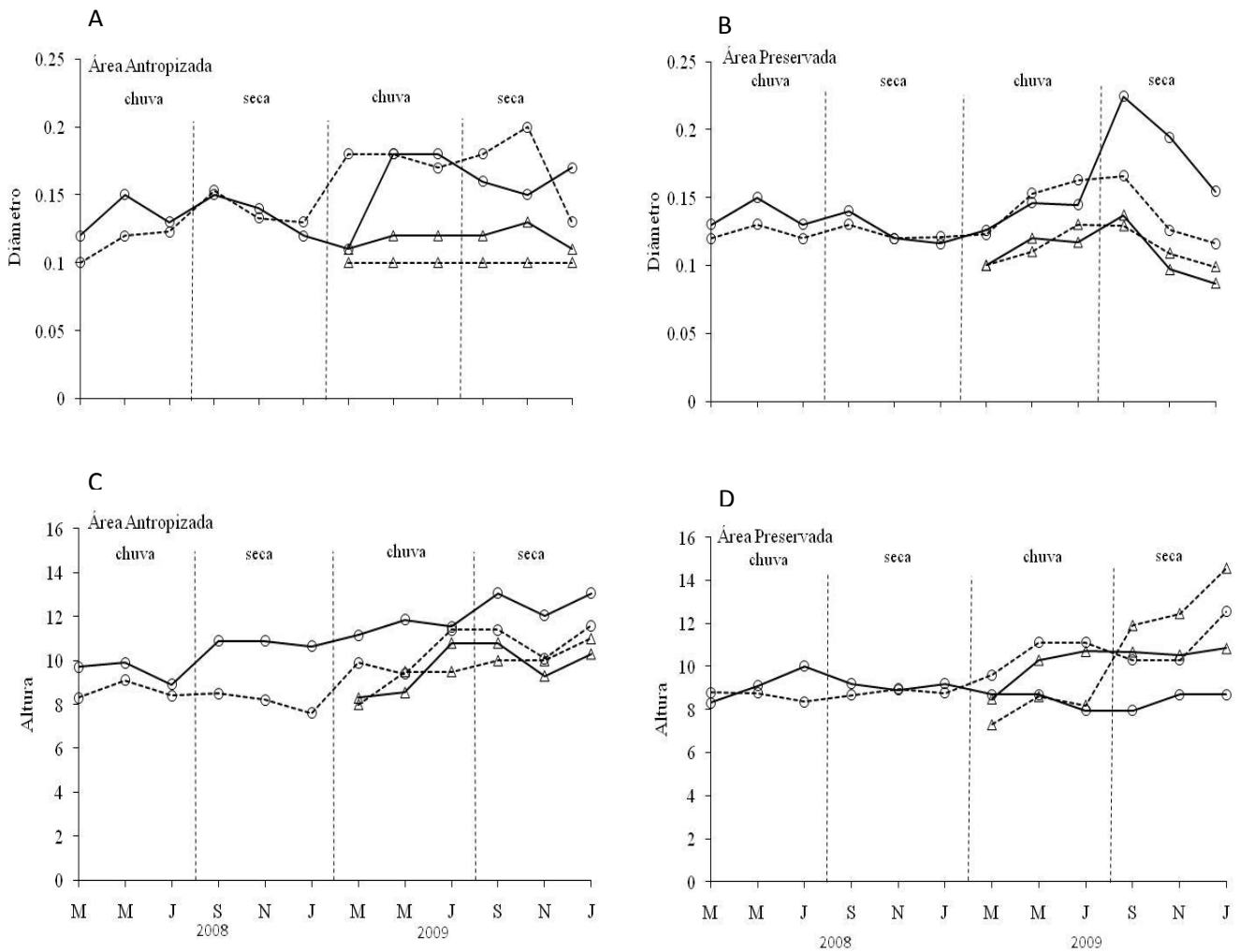


Fig. 5. Incremento médio em diâmetro (mm) e altura (cm) das coortes de *Poincianella pyramidalis* Tul. L.P. Queiroz (Fabaceae) recrutadas no início da estação chuvosa, em áreas de caatinga antropizada e preservada, Caruaru, Pernambuco, Brasil. (—) com herbáceas; (---) sem herbáceas; (o) – 2008; (Δ) – 2009.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo evidenciou a existência da influência do componente herbáceo na regeneração do componente lenhoso da caatinga e que o *status* de conservação do habitat pode induzir variação no tipo de interação planta-planta. Na área antropizada, aparentemente, ervas e regenerantes competem por espaço no período chuvoso e por água no período seco. Na área preservada, a densidade relativamente baixa das ervas permitiu o nascimento de plântulas. Na área antropizada a interação erva-plântula parece ser mais negativa do tipo competição, enquanto na área preservada a interação parece ser positiva do tipo facilitação, resultando em maior recrutamento e sobrevivência das coortes na presença das herbáceas. Os resultados também mostraram que a sobrevivência das coortes foi dependente da época de recrutamento das plântulas e na literatura pouco foi encontrado sobre isso, apesar de ser uma variável importante para a sobrevivência e o estabelecimento das plantas, influenciando a taxa de renovação das populações e a estrutura da comunidade.

Quando analisadas populações diferentes, foi constatado que a influência das interações planta-planta na dinâmica das populações lenhosas de ambientes secos é complexa e depende da espécie e do *status* de conservação dos habitats. Como visto para a espécie *Croton blanchetianus*, em habitats preservados, a manutenção da camada herbácea favoreceu a sobrevivência das plântulas, porém, em habitats antropizados o papel das ervas na sobrevivência dessa população variou entre anos. Para a espécie, *Poincianella pyramidalis*, o baixo número de indivíduos recrutados não permitiu discutir sobre o papel das ervas na dinâmica dessa população na área antropizada.

Apesar dos resultados encontrados, ainda não está claro o papel que as ervas exercem sobre as plântulas e regenerantes lenhosos na caatinga e outras variáveis devem ser observadas, como por exemplo, o efeito cumulativo do sombreamento devido à copa das plantas lenhosas. Mais trabalhos sobre interações planta-planta em áreas de caatinga devem ser realizados para que possam ser identificados os mecanismos que regem os processos ecológicos neste tipo de vegetação tão particular da nossa região, principalmente trabalhos de longa-duração formando um banco de dados que permita identificar modelos e conhecimento para servir como base para projetos de restauração e conservação e, quem sabe, até prever conseqüências das mudanças climáticas nas populações e comunidades de plantas de caatinga.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

5. ANEXOS

5.1. Anexo 1 – Normas para publicação na Revista Plant Ecology

Guide for Authors

Plant Ecology publishes original scientific papers that report and interpret the findings of pure and applied research into the ecology of vascular plants in terrestrial and wetland ecosystems. Empirical, experimental, theoretical and review papers reporting on ecophysiology, population, community, ecosystem, landscape, molecular and historical ecology are within the scope of the journal.

The journal publishes peer-reviewed Research Papers (maximum length of 6000 words) and Research Communications (maximum length of 2500 words, maximum of four tables/figures), reviews and special issues by submission and by invitation. Long monographs (up to 9000 words) may be accepted by the Editor-in-Chief where a case is made by the authors in relation to work of the highest quality. Research Communications can report on any area within the Scope of the journal, but are particularly sought in relation to topical issues in plant ecology, especially pertaining to theory and methodology. The journal does not publish book reviews.

Manuscript Submission

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

Permissions

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

Online Submission

Authors should submit their manuscripts online. Electronic submission substantially reduces the editorial processing and reviewing times and shortens overall publication times. Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

Title Page

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

The title page should include:

- The name(s) of the author(s)
- A concise and informative title
- The affiliation(s) and address(es) of the author(s)
- The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author

Abstract

Please provide an abstract of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

- Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.
- Use italics for emphasis.
- Use the automatic page numbering function to number the pages.
- Do not use field functions.
- Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.
- Use the table function, not spreadsheets, to make tables.
- Use the equation editor or MathType for equations.

Note: If you use Word 2007, do not create the equations with the default equation editor but use the Microsoft equation editor or MathType instead.

- Save your file in doc format. Do not submit docx files.
- Word template

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

- LaTeX macro package

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols. Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the reference list. The names of funding organizations should be written in full.

Citation

Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples:

- Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).
- This result was later contradicted by Becker and Seligman (1996).
- This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1993).

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work.

- Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. doi: 10.1007/s00421-008-0955-8

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al” in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 341:325–329

- Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med*. doi:10.1007/s001090000086

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

- Book

South J, Blass B (2001) The future of modern genomics. Blackwell, London
- Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) The rise of modern genomics, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257
- Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007
- Dissertation

Trent JW (1975) Experimental acute renal failure. Dissertation, University of California

Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see

- www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of in-text citations and reference list.

- EndNote style
- All tables are to be numbered using Arabic numerals.
- Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.
- For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.
- Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.
- Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

For the best quality final product, it is highly recommended that you submit all of your artwork – photographs, line drawings, etc. – in an electronic format. Your art will then be produced to the highest standards with the greatest accuracy to detail. The published work will directly reflect the quality of the artwork provided.

Electronic Figure Submission

- Supply all figures electronically.
- Indicate what graphics program was used to create the artwork.
- For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MS Office files are also acceptable.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.
- Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Line Art

- Definition: Black and white graphic with no shading.
- Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
- All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
- Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have a minimum resolution of 1200 dpi.
- Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Halftone Art

- Definition: Photographs, drawings, or paintings with fine shading, etc.
- If any magnification is used in the photographs, indicate this by using scale bars within the figures themselves.
- Halftones should have a minimum resolution of 300 dpi.

Combination Art

- Definition: a combination of halftone and line art, e.g., halftones containing line drawing, extensive lettering, color diagrams, etc.
- Combination artwork should have a minimum resolution of 600 dpi.

Color Art

- Color art is free of charge for online publication.
- If black and white will be shown in the print version, make sure that the main information will still be visible. Many colors are not distinguishable from one another when converted to black and white. A simple way to check this is to make a xerographic copy to see if the necessary distinctions between the different colors are still apparent.
- If the figures will be printed in black and white, do not refer to color in the captions.
- Color illustrations should be submitted as RGB (8 bits per channel).

Figure Lettering

- To add lettering, it is best to use Helvetica or Arial (sans serif fonts).
- Keep lettering consistently sized throughout your final-sized artwork, usually about 2–3 mm (8–12 pt).
- Variance of type size within an illustration should be minimal, e.g., do not use 8-pt type on an axis and 20-pt type for the axis label.
- Avoid effects such as shading, outline letters, etc.
- Do not include titles or captions within your illustrations.

Figure Numbering

- All figures are to be numbered using Arabic numerals.
- Figures should always be cited in text in consecutive numerical order.
- Figure parts should be denoted by lowercase letters (a, b, c, etc.).

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

- If an appendix appears in your article and it contains one or more figures, continue the consecutive numbering of the main text. Do not number the appendix figures, "A1, A2, A3, etc." Figures in online appendices (Electronic Supplementary Material) should, however, be numbered separately.

Figure Captions

- Each figure should have a concise caption describing accurately what the figure depicts. Include the captions in the text file of the manuscript, not in the figure file.
- Figure captions begin with the term Fig. in bold type, followed by the figure number, also in bold type.
- No punctuation is to be included after the number, nor is any punctuation to be placed at the end of the caption.
- Identify all elements found in the figure in the figure caption; and use boxes, circles, etc., as coordinate points in graphs.
- Identify previously published material by giving the original source in the form of a reference citation at the end of the figure caption.

Figure Placement and Size

- When preparing your figures, size figures to fit in the column width.
- For most journals the figures should be 39 mm, 84 mm, 129 mm, or 174 mm wide and not higher than 234 mm.
- For books and book-sized journals, the figures should be 80 mm or 122 mm wide and not higher than 198 mm.

Permissions

If you include figures that have already been published elsewhere, you must obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format. Please be aware that some publishers do not grant electronic rights for free and that Springer will not be able to refund any costs that may have occurred to receive these permissions. In such cases, material from other sources should be used.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your figures, please make sure that

- All figures have descriptive captions (blind users could then use a text-to-speech software or a text-to-Braille hardware)
- Patterns are used instead of or in addition to colors for conveying information (color-blind users would then be able to distinguish the visual elements)
- Any figure lettering has a contrast ratio of at least 4.5:1

Springer accepts electronic multimedia files (animations, movies, audio, etc.) and other supplementary files to be published online along with an article or a book chapter. This feature can add dimension to the author's article, as certain information cannot be printed or is more convenient in electronic form.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Submission

- Supply all supplementary material in standard file formats.
- Please include in each file the following information: article title, journal name, author names; affiliation and e-mail address of the corresponding author.
- To accommodate user downloads, please keep in mind that larger-sized files may require very long download times and that some users may experience other problems during downloading.

Audio, Video, and Animations

- Always use MPEG-1 (.mpg) format.

Text and Presentations

- Submit your material in PDF format; .doc or .ppt files are not suitable for long-term viability.
- A collection of figures may also be combined in a PDF file.

Spreadsheets

- Spreadsheets should be converted to PDF if no interaction with the data is intended.
- If the readers should be encouraged to make their own calculations, spreadsheets should be submitted as .xls files (MS Excel).

Specialized Formats

- Specialized format such as .pdb (chemical), .wrl (VRML), .nb (Mathematica notebook), and .tex can also be supplied.

Collecting Multiple Files

- It is possible to collect multiple files in a .zip or .gz file.

Numbering

- If supplying any supplementary material, the text must make specific mention of the material as a citation, similar to that of figures and tables.
- Refer to the supplementary files as “Online Resource”, e.g., “... as shown in the animation (Online Resource 3)”, “... additional data are given in Online Resource 4”.
- Name the files consecutively, e.g. “ESM_3.mpg”, “ESM_4.pdf”.

Captions

- For each supplementary material, please supply a concise caption describing the content of the file.

Processing of supplementary files

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

- Electronic supplementary material will be published as received from the author without any conversion, editing, or reformatting.

Accessibility

In order to give people of all abilities and disabilities access to the content of your supplementary files, please make sure that

- The manuscript contains a descriptive caption for each supplementary material
- Video files do not contain anything that flashes more than three times per second (so that users prone to seizures caused by such effects are not put at risk)

Upon acceptance of your article you will receive a link to the special Author Query Application at Springer's web page where you can sign the Copyright Transfer Statement online and indicate whether you wish to order OpenChoice, offprints, or printing of figures in color.

Once the Author Query Application has been completed, your article will be processed and you will receive the proofs.

Open Choice

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer's online platform SpringerLink. We regret that Springer Open Choice cannot be ordered for published articles.

- [Springer Open Choice](#)

Copyright transfer

Authors will be asked to transfer copyright of the article to the Publisher (or grant the Publisher exclusive publication and dissemination rights). This will ensure the widest possible protection and dissemination of information under copyright laws.

Open Choice articles do not require transfer of copyright as the copyright remains with the author. In opting for open access, they agree to the Springer Open Choice Licence.

Offprints

Offprints can be ordered by the corresponding author.

Color illustrations

Online publication of color illustrations is free of charge. For color in the print version, authors will be expected to make a contribution towards the extra costs.

Proof reading

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

The purpose of the proof is to check for typesetting or conversion errors and the completeness and accuracy of the text, tables and figures. Substantial changes in content, e.g., new results, corrected values, title and authorship, are not allowed without the approval of the Editor.

After online publication, further changes can only be made in the form of an Erratum, which will be hyperlinked to the article.

Online First

The article will be published online after receipt of the corrected proofs. This is the official first publication citable with the DOI. After release of the printed version, the paper can also be cited by issue and page numbers.

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

5.2 Anexo 2 – Normas para publicação na Revista *Journal of Arid Environments*.

The Journal of Arid Environments is an international journal publishing original scientific and technical research articles on physical, biological and anthropological aspects of arid, semi-arid, and desert environments. As a forum of multi-disciplinary and interdisciplinary dialogue it addresses research on all aspects of arid environments and their past, present and future use.

Research Areas include:

- Climate and Climate Change
- Hydrological processes and systems (i.e.. vadose, surface, environmental aspects, etc)
- Geomorphological processes and systems (Aeolian, fluvial, slope and weathering)
- Soils (physical and biological aspects) •Biological Sciences (basic and applied)
- Anthropology and human ecology (archaeology, sociology, ethnobotany, etc)
- Land use (agronomy, grazing, mining, tourism, etc)
- Conservation (theory, policy, economics)
- Land degradation (desertification) and rehabilitation
- Techniques for monitoring and management

Guide for Authors

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

Types of paper

Research Articles: reporting original and previously unpublished work. Research papers have a reference limit of 50 cites

Short Communications: These are concise, but complete descriptions of a limited investigation, which will not be included in a later paper. Examples include descriptive research on seed-germination conditions, plant responses to salinity, animal feeding habits, etc. Short communications have a reference limit of 20 cites

Short communications should not exceed 2400 words (six printed pages), excluding references and legends. Submissions should include a short abstract not exceeding 10% of the length of the communication and which summarizes briefly the main findings of the work to

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

be reported. The bulk of the text should be in a continuous form that does not require numbered sections such as Introduction, Materials and methods, Results and Discussion. However, a Cover page, Abstract and a list of Keywords are required at the beginning of the communication and Acknowledgements and References at the end. These components are to be prepared in the same format as used for full-length research papers. Occasionally authors may use sub-titles of their own choice to highlight sections of the text. The overall number of tables and figures should be limited to a maximum of three (i.e. two figures and one table).

Review Articles: Critical evaluation of existing data, defined topics or emerging fields of investigation, critical issues of public concern, sometimes including the historical development of topics. Those wishing to prepare a review should first consult the Editors or Associate Editors concerning acceptability of topic and length.

Think Notes: Short, one page notes describing new developments, new ideas, comments on a controversial subject, or comments on recent conferences will also be considered for publication.

Letter to the Editor: A written discussion of papers published in the journal. Letters are accepted on the basis of new insights on the particular topic, relevance to the published paper and timeliness.

Contact details for submission

Authors may send queries concerning the submission process, manuscript status, or journal procedures to the Editorial Office at jae@elsevier.com.

Ethics in Publishing

For information on Ethics in Publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/ethicalguidelines>.

Policy and ethics

The work described in your article must have been carried out in accordance with *The Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans* <http://www.wma.net/e/policy/b3.htm>; *EC Directive 86/609/EEC for animal experiments* http://ec.europa.eu/environment/chemicals/lab_animals/legislation_en.htm; *Uniform Requirements for manuscripts submitted to Biomedical journals* <http://www.icmje.org>. This must be stated at an appropriate point in the article.

Conflict of interest

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection software iThenticate. See also <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

Contributors

Each author is required to declare his or her individual contribution to the article: all authors must have materially participated in the research and/or article preparation, so roles for all authors should be described. The statement that all authors have approved the final article should be true and included in the disclosure.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright see <http://www.elsevier.com/copyright>). Acceptance of the agreement will ensure the widest possible dissemination of information. An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement. Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <http://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <http://www.elsevier.com/permissions>.

Retained author rights

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

As an author you (or your employer or institution) retain certain rights; for details you are referred to: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the paper for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated. Please see <http://www.elsevier.com/funding>.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

Language and language services

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission please visit <http://www.elsevier.com/languageediting> or our customer support site at <http://support.elsevier.com> for more information.

Submission

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail removing the need for a paper trail.

Referees

Please submit, with the manuscript, the names, addresses and e-mail addresses of 3 potential referees. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

Preparation

Use of wordprocessing software

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

It is important that the file be saved in the native format of the wordprocessor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the wordprocessor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. Do not embed "graphically designed" equations or tables, but prepare these using the wordprocessor's facility. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). Do not import the figures into the text file but, instead, indicate their approximate locations directly in the electronic text and on the manuscript. See also the section on Electronic illustrations. To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the "spell-check" and "grammar-check" functions of your wordprocessor.

Article structure

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to "the text". Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

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

Appendices

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

Essential title page information

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name, and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a "Present address" (or "Permanent address") may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Graphical abstract

A Graphical abstract is optional and should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership online. Authors must provide images that clearly represent the work described in the article. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. See <http://www.elsevier.com/graphicalabstracts> for examples.

Research highlights

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Research highlights are a short collection of bullet points that convey the core findings of the article. Research highlights are optional and should be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Research highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters per bullet point including spaces). See <http://www.elsevier.com/researchhighlights> for examples.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, "and", "of"). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Plant names

Authors and editors are, by general agreement, obliged to accept the rules governing biological nomenclature, as laid down in the *International Code of Botanical Nomenclature*.

Math formulae

Present simple formulae in the line of normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Footnotes

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

Table footnotes

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

Artwork

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as "graphics" or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.
- Submit each figure as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

⇒ <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

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

Formats

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

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

TIFF: color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

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

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

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

Please do not:

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

Non-electronic artwork

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

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

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

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

Figure captions

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

Tables

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

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either "Unpublished results" or "Personal communication" Citation of a reference as "in press" implies that the item has been accepted for publication.

Regular research papers have a reference limit of 50 cites and short communications should not exceed 20 cites.

Web references

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

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference style

Text: All citations in the text should refer to:

1. *Single author:* the author's name (without initials, unless there is ambiguity) and the year of publication;
2. *Two authors:* both authors' names and the year of publication;
3. *Three or more authors:* first author's name followed by "et al." and the year of publication.

Citations may be made directly (or parenthetically). Groups of references should be listed first alphabetically, then chronologically.

Examples: "as demonstrated (Allan, 1996a, 1996b, 1999; Allan and Jones, 1995). Kramer et al. (2000) have recently shown"

List: References should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters "a", "b", "c", etc., placed after the year of publication.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J.A.J., Lupton, R.A., 2000. The art of writing a scientific article. *J. Sci. Commun.* 163, 51–59.

Reference to a book:

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

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

Reference to a chapter in an edited book:

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

Video data

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a maximum size of 10 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

Supplementary data

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

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

Submission checklist

It is hoped that this list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal's Editor for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

One Author designated as corresponding Author:

- E-mail address
- Full postal address
- Telephone and fax numbers

All necessary files have been uploaded

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been "spellchecked" and "grammar-checked"
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)
- Color figures are clearly marked as being intended for color reproduction on the Web (free of charge) and in print or to be reproduced in color on the Web (free of charge) and in black-and-white in print
- If only color on the Web is required, black and white versions of the figures are also supplied for printing purposes.

For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.

After Acceptance

Use of the Digital Object Identifier

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

they have not yet received their full bibliographic information. The correct format for citing a DOI is shown as follows (example taken from a document in the journal *Physics Letters B*): doi:10.1016/j.physletb.2003.10.071 When you use the DOI to create URL hyperlinks to documents on the web, they are guaranteed never to change.

Proofs

One set of page proofs (as PDF files) will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post) or, a link will be provided in the e-mail so that authors can download the files themselves. Elsevier now provides authors with PDF proofs which can be annotated; for this you will need to download Adobe Reader version 7 (or higher) available free from <http://www.adobe.com/products/acrobat/readstep2.html>. Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs (also given online). The exact system requirements are given at the Adobe site: <http://www.adobe.com/products/acrobat/acrrsystemreqs.html#70win>. If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return them to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and return by fax, or scan the pages and e-mail, or by post. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Therefore, it is important to ensure that all of your corrections are sent back to us in one communication: please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility. Note that Elsevier may proceed with the publication of your article if no response is received.

Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

Author Inquiries

Lima, E. N. Influência da vegetação herbácea da caatinga na regeneração natural...

For inquiries relating to the submission of articles (including electronic submission where available) please visit this journal's homepage. You can track accepted articles at <http://www.elsevier.com/trackarticle> and set up e-mail alerts to inform you of when an article's status has changed. Also accessible from here is information on copyright, frequently asked questions and more. Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, will be provided by the publisher.