

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos
Trópicos/PPG-DIBICT

JULIANA BRAGA DA SILVA

**INTERAÇÕES INTRA E INTERESPECÍFICAS ENTRE PLÂNTULAS DE
ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA COM DIFERENTES
DISPONIBILIDADES DE NUTRIENTES**

MACEIÓ, Estado de Alagoas
Janeiro / 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos
Trópicos/PPG-DIBICT

JULIANA BRAGA DA SILVA

**INTERAÇÕES INTRA E INTERESPECÍFICAS ENTRE PLÂNTULAS DE
ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA COM DIFERENTES
DISPONIBILIDADES DE NUTRIENTES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Conservação da Biodiversidade Tropical.

**Orientador: Prof. Dr. Everardo V. S. B.
Sampaio**

MACEIÓ, Estado de Alagoas
Janeiro / 2012

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto

- S586i Silva, Juliana Braga da.
Interações intra e interespecíficas entre plântulas de espécies arbóreas da caatinga com diferentes disponibilidades de nutrientes / Juliana Braga da Silva. – 2011.
43 f. : il.
- Orientador: Everardo V. S. B. Sampaio.
Dissertação (mestrado em Diversidade Biológica e Conservação) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Maceió, 2011.
- Bibliografia: p. 26-28.
1. Alocação de recursos – Ecologia vegetal. 2. Ecologia vegetal – Competição de vizinhança. 3. Caatinga.

CDU: 582.852

DEDICATÓRIA

Dedico essa vitória principalmente aos meus pais, Noêmia e Antônio; aos meus irmãos, Ana e Luciano; e às minhas primas, Rita e Tânia.

Essas pessoas foram essências nessa jornada por não deixarem que eu esmorecesse nos momentos mais difíceis.

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores, Dra. Flávia Moura e Dr. Everardo Sampaio, pela confiança, compreensão, orientação, imensa paciência e sabedoria.

Ao programa de Pós Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos (DIBICT – UFAL) e seus professores, pela extensa contribuição para o meu crescimento profissional e pessoal.

A CNPq/FAPeAL pela bolsa concedida. Ao Centro de Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD– UFAL) e ao Museu de História Natural (MHN – UFAL) pelo apoio e infraestrutura.

Aos amigos biólogos: Jhonatan Santos (Gaio) e Ana Eduarda Campos (Dada) pela ajuda nas coletas de dados, e por estarem presentes a todo o momento. Aos parceiros de pesquisa: o doutorando Alexandre Rios, e a mestranda Micheline de Lima. Obrigada a todos!

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo geral verificar as interações intra e interespecíficas entre plantas jovens de espécies arbóreas da caatinga, para, assim, poder quantificar as proporções de alocação de massa para cada espécie nas presenças de pares intraespecíficos e interespecíficos; como também, quantificar a interferência de cada espécie em seus pares intra e interespecífico. O experimento foi realizado em casa de vegetação com sombreamento de 50%, com 168 vasos de 1 kg, contendo um par de cada espécie, durante 105 dias. Foram utilizadas seis espécies de plantas arbóreas em uma combinação fatorial incompleta 6 x 2, correspondendo às seis espécies e dois solos, com quatro repetições. As espécies utilizadas foram: *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschul; *Amburana cearensis* (Mart.) Gillett; *Schinopsis brasiliensis* Engl.; *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P.Queiroz; *Aspidosperma pyrifolium* Mart.; *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.. Dentre essas espécies, *Bauhinia cheilantha* e *Schinopsis brasiliensis* demonstraram ser fortes competidoras interespecíficas, enquanto *Amburana cearensis* e *Poincianella pyramidalis* fortes competidoras intraespecíficas. As alocações de massa diferiram por espécie e por disponibilidade de nutrientes. Trabalhos semelhantes com essas espécies e nessa abordagem são escassos na literatura, mas de importância relevante para o entendimento da estruturação de florestas secas.

Palavras-chave: alocação de recursos; Caatinga; competição de vizinhança.

ABSTRACT

INTRASPECIFIC AND INTERSPECIFIC INTERACTIONS BETWEEN TREE SEEDLINGS OF CAATINGA SPECIES IN DIFFERENT AVAILABILITY OF NUTRIENTS

This work's general purpose was to verify_intra- and interspecific interactions between seedlings of caatinga tree species, to quantify the mass allocation proportions for each species in the presence of intra- and interspecific pairs ; as also, quantify the interference of each species in their intra e inter pairs. The experiment was executed in a greenhouse with 50% shading, 168 pots of 1kg, each vase containing one pair of seedling, during 105 days. Six species of seedling trees were used in an incomplete factorial combination 6 x 2, corresponding to six species and two soils, with four repetitions. The species used were: *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschul; *Amburana cearensis* (Mart.) Gillett; *Schinopsis brasiliensis* Engl.; *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P.Queiroz; *Aspidosperma pyrifolium* Mart.; *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.. Among these species, *Bauhinia cheilantha* and *Schinopsis brasiliensis* demonstrated to be strong *interespecifics* competitors, while *Amburana cearensis* and *Poincianella pyramidalis* strong *intraespecifics* competitors. The mass allocations were differed by species and by nutrients availability. Similar papers utilizing these species and these approaches are scarce in the literature, but extremely important to understand the structure of dry tropical forests.

Keywords: Caatinga; neighborhood competition; resource allocation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Médias de massa seca aérea e de raízes, altura e diâmetro de cada espécie em relação ao tipo de substrato = A. colubrina; B = S. brasiliensis; C = P. pyramidalis; I = A. cearensis; M = B. cheilanta; P = A. pyriforme . T1 = substrato sem adição de composto orgânico; T2 = substrato com adição de composto orgânico.30

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1– Análise química dos solos: descrição dos nutrientes e suas quantidades presentes nas amostras.29
- Tabela 2– Biomassas da parte aérea e das raízes das plantas dominantes do par intraespecífico de cada espécie, nos dois tipos de substrato (sem adição de composto orgânico; e com adição composto orgânico)., média = média total nos dois substratos.29
- Tabela 3– Proporção de redução (números negativos) ou acréscimo (números positivos) de massa seca total entre os dominantes dos pares interespecífico e intraespecífico nos dois substratos.30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
REFERÊNCIAS.....	17
3. INTERAÇÕES INTRA E INTERESPECÍFICAS ENTRE PLANTAS JOVENS DE ESPÉCIES ARBÓREAS DA CAATINGA.....	19
INTRODUÇÃO	19
MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS.....	26
ANEXO 1.....	31
ANEXO 2.....	40

1. INTRODUÇÃO

Esta dissertação foi escrita em formato de artigo, onde os capítulos são independentes entre si e, por isso, possuem referencia bibliográfica própria.

O artigo científico fruto deste trabalho será publicado em uma revista científica com qualis b1 ou superior para ciências biológicas I. Inicialmente, a revista escolhida para submissão do artigo foi a “Plant Ecology”, de qualis A1 para ciências biológicas I, e alto fator de impacto. Tal escolha foi baseada na publicação de trabalhos anteriores a este com metodologia semelhante.

As instruções para os autores da ‘Plant Ecology’ foi adotada para construção do artigo que se encontra no capítulo 3 desta dissertação. As normas para citação e referencia bibliográfica dessa revista também foi adotada na construção da revisão bibliográfica (capítulo 2) para padronização do documento final.

Na revisão de literatura desta dissertação será abordada a evolução do conceito de competição e facilitação, a importância dessas interações e seu uso prático dentro da conservação da biodiversidade. Informações adicionais sobre as espécies escolhidas neste trabalho também estão nesse capítulo.

O tema “interações intra e interespecíficas em plantas” engloba uma extensa forma de obtenção de dados e interpretação dos mesmos. Essa complexidade existe devido a gama de formas e tipos de interações que as plantas, de modo geral, podem realizar durante todas as fases da vida, dentro de um sistema. Tendo em vista essa problemática, partiu-se do princípio que a competição por recursos é a interação mais elementar na fase de estabelecimento na maioria dos vegetais. Através da revisão bibliográfica no tema constatou-se que pouco se sabe como essas interações mudam em relação às espécies e à disponibilidade de nutrientes. Dentro da ecologia vegetal existem alguns trabalhos sobre interações de plântulas de espécies de clima temperado. Mas pouco se sabe como essas interações influencia a dinâmica de florestas tropicais, muito menos de florestas tropicais secas. Então, para execução do experimento, foi delimitado a seis espécies típicas de florestas tropicais secas, a fase de vida, a forma de interação (interação de vizinhança ou pareada), e a interferência ambiental foi minimizada pela casa de vegetação. Para execução do experimento foi escolhida uma das metodologias mais simples e bem sucedida dentro da literatura. Já nos resultados, foi verificada uma relação entre a alocação de recursos pelas espécies e a disponibilidade de

nutrientes. Essa relação interferiu diretamente nas interações do experimento. No artigo (capítulo 3) será encontrado o detalhamento da metodologia, o embasamento teórico que foi utilizado para a execução do trabalho, e também dos resultados á conclusões.

Ao fim, o anexo 1 (normas da revista 'Plant Ecology') servirá para maior entendimento das normas adotadas. E o anexo 2 (ata de defesa) cumpre as instruções do programa de pós graduação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Há séculos pesquisadores das ciências naturais estudam as interações dos seres vivos com o ambiente e os efeitos dessas interações na dinâmica dos sistemas naturais. Mas ainda existem muitos temas que continuam a suscitar discussões mesmo após a consolidação da 'Ecologia' enquanto ciência. A definição das relações competitivas entre os seres e como essas relações podem ser mensuradas e comparadas, são exemplos de temas que ainda incita bastante o debate científico.

Em sentido amplo, Odum and Barrett (2007) conceituaram a competição como uma interação entre dois organismos que disputam o mesmo recurso. Recentemente, BEGON *et al.* (2007) definiram a competição como uma interação negativa entre indivíduos, provocada por uma necessidade comum de recursos, e que leva à redução da sobrevivência, crescimento e/ou reprodução de pelo menos alguns dos indivíduos competidores envolvidos. Tendo em vista que as relações mudam de acordo com natureza das espécies e o nicho que ocupam, a definição de competição pode variar dentre as ciências que estudam plantas e animais, por exemplo.

Dentro da ecologia vegetal, Gurevitch *et al.* (2009) definiram a competição como uma redução no desempenho, devido ao uso compartilhado de um recurso que tem suprimento limitado, e está envolvida com a adaptação do indivíduo ao ecossistema. O conceito de competição possui uma ampla capacidade interpretativa em ecologia vegetal e é um conceito central para a maioria das hipóteses sobre a estrutura e dinâmica das comunidades vegetais (Damgaard and Fayolle 2010). Há 40 anos, Grime (1977) definiu a competição como a tentativa de vizinhos em capturar a mesma unidade de recurso. Naquela época já problematizava a definição conceitual de competição e de habilidades competitivas devido à variação que as plantas sofrem em seu crescimento de acordo com as condições ambientais.

Assim como a competição, a facilitação também está geralmente ligada ao efeito da proximidade entre os indivíduos vegetais. Mas, diferente da competição, a facilitação é o efeito positivo de plantas sobre o estabelecimento ou o crescimento de outras plantas, e também tem sido reconhecida como uma importante força motriz na sucessão primária e secundária (Connell and Slatyer 1977). Recentemente, tem havido um interesse sobre o tema nas pesquisas ecológicas

(Callaway 1995) e nas condições ambientais que a tornam possível (Bertness and Callaway 1994; Holmgren *et al.* 1997). Mesmo assim, a competição tem recebido muito mais atenção na pesquisa ecológica nas últimas décadas do que a facilitação (Biaou *et al.* 2011).

Apesar de existirem várias formas de estudar as interações e suas consequências (Jolliffe, 2000; Freckleton and Watkinson 2000), a forma mais simples para analisar as interações planta-planta é através de experimentos de indivíduos pareados. Alguns dos estudos experimentais sobre facilitação e competição concentram-se em interações de pares (Gurevitch *et al.* 1990; Goldberg *et al.* 2001; Callaway *et al.* 2002; Tanner *et al.* 2005; Blank 2010; Mangla *et al.* 2010; Devine and Harrington 2011) em casa de vegetação ou em campo com parcelas controladas. Apesar de oferecer conclusões limitadas, esses estudos de curta duração em casa de vegetação podem ser úteis para desenvolver compreensões iniciais das interações entre certo número de espécies (Gibson *et al.* 1999).

Junto com a crescente atenção sobre as relações individuais das espécies, questões maiores são desenvolvidas para compreender os contextos nos quais essas relações acontecem. Como exemplos podem ser citadas a relação da facilitação e/ou da competição com a pressão que o estresse ambiental exerce sobre o sistema (Holmgren *et al.* 1997; Liancourt *et al.* 2005) e a relação entre essas interações e a distância dos grupos filogenéticos envolvidos (Castillo *et al.* 2010).

2.1 Descrições das espécies presentes neste trabalho

As descrições a seguir são baseadas em Lorenzi (2009) e Maia (2004).

Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschul, pertencente a família Leguminosae, chamado comumente de 'Angico'. Pode ser facilmente reconhecido pela casca característica, o porte ereto e pela floração durante a estação seca. Árvore com copa espalhada, com galhos arqueados deixando passar bastante luz, ocupando no geral apenas um quarto do total da altura da árvore. Na caatinga, tem altura entre 3 a 15 m, em outros ecossistemas atinge 20 ou até 30 m com diâmetro (DAP) de até mais de um metro. Suas folhas são compostas bipinadas, com 15-20 julgas; folíolos opostos, de 4-6 mm de comprimento, com 20-80 jugos. Nos solos férteis e profundos, tem caule ereto, porém nos solos de tabuleiro, nas ladeiras, tem caule tortuoso. As raízes da planta

jovem forma tubérculos lenhosos pequenos na raiz principal, que é pivotante e acentuada em relação às laterais. Na planta adulta não se encontram mais tubérculos e raízes superficiais são mais desenvolvidas. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis. É uma das espécies de mais ampla distribuição no espaço das caatingas, mas habita também as florestas decíduas altas, a Mata Atlântica, o cerrado, o Pantanal Mato-Grossense (nas partes secas calcárias) e campos rupestres ou de altitude, ocorrendo desde o Maranhão até o norte da Argentina, Peru, Bolívia, Paraguai. Entre os angicos brasileiros é o que tem a maior abrangência geográfica e o que prefere as matas mais secas. Planta decídua, heliófila, que tolera sombreamento leve na fase juvenil, pioneira ou secundária inicial, de rápido crescimento, que vegeta indiferentemente à sombra ou ao sol, em solos secos e úmidos, preferindo solos férteis e profundos, mas com grande adaptabilidade a diferentes tipos de solos; tolera solos rasos e compactados, mas não gosta de solos inundados. Na região Nordeste, ocorre nos solos de origem sedimentar, principalmente areníticos, calcários e aluviais.

Amburana cearensis (Mart.) Gillett., família Leguminosae, subfamília Papilionoideae, intitulada vulgarmente como 'Cumaru' ou 'Imburana de Cheiro'. É uma árvore de copa achatada e curta na caatinga, e alta, larga e umbeliforme nas florestas úmidas. Sua altura é de 4-10 m na caatinga, e 10-20 m na mata pluvial e caducifolia. O tronco é marrom avermelhado, de 40-80 cm de diâmetro. Folhas compostas, de 10-15 cm de comprimento; folíolos em número de 11-15, com 1-2 cm de comprimento. É uma planta decídua, heliófita, seletiva xerófita, comum na vegetação secundária, característica de afloramentos calcários e terrenos secos em matas decíduas. Sua dispersão na caatinga é ampla, porém descontínua. Adapta-se a todos os tipos de solos, mas prefere as terras mais arenosas e profundas, embora se encontre facilmente em maior abundância nas meias encostas secas da caatinga e nos solos profundos de tabuleiro. Aparece em composição tipicamente xerófila. Ocorre nas regiões secas do Brasil, especialmente na caatinga do CE, RN, PB e PE, mas também se encontra desde MG até à Argentina (norte), Paraguai (nordeste), Bolívia (sul) e Peru (nordeste). A amplitude ecológica desta espécie no Brasil vai desde a caatinga até a floresta pluvial e abrange também os afloramentos calcários e matas decíduas do centro-oeste e sudeste do Brasil.

Aspidosperma pyrifolium Mart., família Apocynaceae, de nome popular 'Pereiro'. Planta lactescente, de altura muito variável, dependendo da região de ocorrência. Geralmente apresenta-se como uma árvore de 7-8 m em caatinga arbórea. Seu caule é bem desenvolvido, ereto e copa normal, em ambientes não degradados. Onde já foi cortado pelo homem, frequentemente tem copa ramificando-se já próximo a base. O pereiro é uma planta decídua, xerófita, e heliófita. Adapta-se a todos os tipos de textura e profundidades de solos, aguenta condições encharcadas e é capaz de crescer até em lugares muito erodido. Desenvolve-se lentamente formando agrupamentos nos espaços mais destituídos de outras árvores ou vegetação, nos locais mais duros e difíceis. É altamente resistente a longas e severas secas. Mesmo na caatinga seca, rebrota abundantemente quando cortada. Na caatinga arbustiva, rala, ocorre em forma nanificada, desenvolvendo uma copa de ramos muitos baixos que crescem logo próximos ao nível de solo e se desenvolvem circundando a base do caule em uma pequena saia, diminuindo, assim, a temperatura do solo, e a perda da água. Produz anualmente moderada quantidade de sementes viáveis que são dispersas pelo vento. Ocorre nos estados do nordeste até a BA e norte MG, na caatinga. Têm larga dispersão em toda a zona da caatinga, sendo geralmente encontrado na zona do baixo sertão do CE, RN, PE e PB, nas várzeas e baixios argilosos, meias encostas de solo de tabuleiro, rochosos ou não, e, também, entre pedras e rochedos. É considerada espécie endêmica da caatinga.

Bauhinia cheilantha (Bong.) Steud., família Leguminosae, subfamília Caesalpinioideae, de nome popular 'Moróró'. É uma árvore pequena ou arvoreta inerme, de 3-5 m de altura e 8-10 cm de diâmetro, na base. Ocorre do PI até BA, de preferência em solos férteis, argilosos, de áreas com pluviosidade não muito baixa, em comunidades arbóreo-arbustiva da caatinga e da mata seca. É indicada para recuperação dos solos, proteção contra a erosão e para a primeira fase de restauração florestal de áreas degradadas.

Poincianella pyramidalis (Tul.) L.P.Queiroz, família Leguminosae, subfamília Caesalpinioideae, conhecida popularmente como 'Catingueira'. Árvore de porte médio, sem espinhos, com 4-6 m de altura, podendo atingir 12 m., Copa aberta e irregular, ramos verdes, com abundantes lenticelas esbranquiçadas. Sua folhagem é decídua, de ramos verdes lenticelados e de tronco curto com 30 – 40 cm de

diâmetro, revestido por uma casca quase lisa de cor acinzentada e descamando em placas finas, o que confere ao tronco aspecto camuflado. A catingueira é uma espécie típica da caatinga, com ampla faixa de tolerância, sendo encontrada desde as áreas de caatinga arbórea até aquelas de condições extremadas. Prefere solos grossos, mas adapta-se a muitos tipos de solos, incluindo os mais pobres. As condições adversas do ambiente são retratadas por esta espécie com relação ao porte. Subordinada a melhores suprimentos d'água e solo mais profundo, a catingueira chega a 12 m de altura e tem caule retilíneo (30-35 cm de circunferência), que permite o aproveitamento de sua madeira para diversos fins. Em ambientes mais secos e solos rasos, chega apenas a 0,80-1,00 m de altura, tortuosa e com circunferência abaixo de 12 cm. Não é tolerante ao fogo. É uma das primeiras espécies a rebrotar após o início das chuvas, atingindo, após 30 dias, a plena vegetação. Tem ampla dispersão no semiárido nordestino. Ela pode ser encontrada em diversas associações vegetais, crescendo tanto nas várzeas úmidas, onde chega a atingir mais de 10 metros de altura e um diâmetro de até 50 cm, ou como arbustos de menos de dois metros e pouco centímetro de diâmetro na base. Ocorre nos Estados do PI, CE, RN, PB, PE, AL, SE e BA, sendo considerada endêmica da caatinga.

Schinopsis brasiliensis Engl., pertencente a família Anacardiaceae, com o nome popular 'Baraúna', é uma das maiores árvores da caatinga. É uma planta espinhenta de 10-12 m de altura, com tronco ereto e revestido por casca espessa, de 50-60 cm de diâmetro. Folhas compostas pinadas. A copa é quase globosa, não muito densa. Os ramos são providos de espinhos fortes de até 3,5 cm. A baraúna é planta decídua, heliófita e seletiva higrófito, característica de várzeas da região semiárida. Habita as terras altas da caatinga dominadas por solos de tabuleiro, férteis e profundos. É mais frequente em solos calcários, podendo ocorrer mesmo em afloramentos pedregosos, onde geralmente não cresce muito. Nos solos profundos arenosos das baixadas é raramente encontrada. Ocorre em locais de precipitação em torno do limite superior para a caatinga, desaparecendo em áreas de longo período seco, ou com precipitações muito baixas. Desenvolve-se lentamente, mas alcança muitos anos de vida. Não ocorre formando bosques puros, aparecendo junto com outras árvores da caatinga, como aroeira, pau d'arco-roxo, jucá, juazeiro e barriguda. Ocorre do nordeste do país até o norte de MG e GO,

penetrando a oeste até MT e RO. O corte sistemático a que é submetida torna hoje em dia mais difícil o conhecimento real da área de ocorrência e frequência da baraúna.

Referências

Aarssen LW, Epp GA (1990) Neighbour manipulations in natural vegetation a review. *Journal of Vegetation Science* 1: 13-30.

Begon M, Townsed CR, Harper J (2007) *Ecologia - De indivíduos a Ecossistemas*. Artmed, Porto Alegre

Bengtsson J, Fagerström T, Rydin H (1994) Competition and coexistence in plant communities. *Trends in Ecology and Evolution* 9: 246–250.

Bertness MD, Callaway RM (1994) Positive interactions in communities. *Trends in Ecology and Evolution* 9: 191–193.

Biaou SSH, Holmgren M, Sterck FJ, Mohren GMJ (2011) Stress-Driven Changes in the Strength of Facilitation on Tree Seedling Establishment in West African Woodlands. *BIOTROPICA* 43: 23–30.

Blank RR (2010) Intraspecific and interspecific pair-wise seedling competition between exotic annual grasses and native perennials: plant–soil relationships. *Plant and Soil* 326: 331-343.

Callaway RM (1995) Positive interactions among plants. *Botanical Review* 61:306–349.

Callaway RM, Reinhart KO, Moore GW, Moore DJ, Pennings SC (2002) Epiphyte host preferences and host traits: Mechanisms for species-specific interactions. *Oecologia* 132: 221-230.

Castillo JP, Verdú M, Valiente-Banuet A (2010) Neighborhood phylodiversity affects plant performance. *Ecology* 91: 3656-63.

Connell JH, Slatyer RO, (1977) Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *American Naturalist* 111: 1119–1145.

Damgaard C, Fayolle A (2010) Measuring the importance of competition: a new formulation of the problem. *Journal of Ecology* 98: 1–6.

Devine WD, Harrington TB (2011) Aboveground growth interactions of paired conifer seedlings in close proximity. *New Forests* 41:163–178.

Freckleton RP, Watkinson AR (2000) Designs for greenhouse studies of interactions between plants: an analytical perspective. *Journal of Ecology* 88: 386-391.

Gibson, D, Connolly J, Hartnett DC, Weidenhamer JD (1999) Designs for greenhouse plants studies of interactions between. *Journal of Ecology* 87: 1–16.

Goldberg DE, Turkington R, Olsvig-Whittaker L, Dyer AR (2001) Density dependence in an annual plant community: Variation among life history stages. *Ecological Monographs* 71: 423-446.

Grime JP (1977) Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *American Naturalist* 111: 1169–1194.

Gurevitch J, Scheiner SM, Fox GA (2009) *Ecologia Vegetal*. Artmed, Porto Alegre.

Gurevitch J, Wilson P, Stone J L, Teese P, Stoutenburgh R J (1990) Competition Among Old-Field Perennials at Different Levels of Soil Fertility and Available Space. *The Journal of Ecology* 78: 727 – 744.

Holmgren M, Scheffer M, Huston MA (1997) The interplay of facilitation and competition in plant communities. *Ecology* 78: 1966–1975.

Jolliffe PA (2000) The replacement series. *Journal of Ecology* 88: 371-385.

Liancourt P, Callaway RM, Michalet R (2005) Stress Tolerance and Competitive-Response Ability Determine the Outcome of Biotic Interactions. *Ecology* 86: 1611-1618.

Lorenzi, H (2009) *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Instituto Plantarum, Nova Odessa.

Maia GN (2004) *Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades*. D&Z Computação gráfica e Editora, São Paulo.

Mangla S, Sheley RL, James JJ, Radosevich SR (2011) Intra and interspecific competition among invasive and native species during early stages of plant growth. *Plant Ecol* 212:531–542.

Odum EP, Barrett GW (2007) *Fundamentos de Ecologia*. Cengage Learning, São Paulo.

Tanner EVJ, Teo VK, Coomes DA, Midgley JJ (2005) Pair-wise competition-trials amongst seedlings of ten dipterocarp species; the role of initial height, growth rate and leaf attributes. *Journal of Tropical Ecology* 21:317–328.

Tilman D (1994) Competition and biodiversity in spatially structured habitats. *Ecology*. 75: 2-16.

Referências de acordo com as normas da revista Plant Ecology (anexo 1).

3. Interações intra e interespecíficas entre plantas jovens de espécies arbóreas da Caatinga

Silva JB^{1*}, Sampaio EVSB², Moura FBP³

^{1,3} PPG DiBCT, ICBS – UFAL. Praça Afrânio Jorge S/N – Prado. CEP 57.010-02 Maceió-AL, Brasil. ² DEN – UFPE. Av. Prof. Luiz Freire, 1000 - Cidade Universitária. CEP 50.740-540 – Recife – PE, Brasil.

*julianabrg@gmail.com

Resumo

As Florestas Tropicais Secas (FTS) possuem um alto índice de biodiversidade, e estão sobre pressões simultâneas de degradação. A Caatinga brasileira é um exemplar desse tipo de floresta. Trabalhos competição vegetal de espécies de Caatinga são escassos na literatura, mas de relevante importância para o entendimento da estrutura vegetacional das FTS. No presente trabalho, interações intra e interespecíficas entre seis espécies da caatinga foram medidas em pares de plantas crescidas por 105 dias, em vasos com solo de caatinga ou solo enriquecido com composto orgânico, em casa de vegetação *Bauhinia cheilantha* e *Schinopsis brasiliensis* foram fortes competidoras interespecíficas, enquanto *Amburana cearensis* e *Poincianella pyramidalis* fortes competidoras intraespecíficas. As alocações de massa para parte aérea foram maiores em *S. brasiliensis* e *A. pyrifolium*; e maior para as raízes *B. cheilantha*, *A. colubrina* e *A. cearensis*.

Palavras-chave: alocação de recursos; casa de vegetação; competição.

Introdução

Em quase qualquer tipo de vegetação as plantas estão em contato físico com outras plantas da vizinhança (Aarssen and Epp 1990) e é mais provável que interajam com as vizinhas do que com as mais distantes (Tilman 1994). Estudos que focam indivíduos e seus vizinhos diretos podem oferecer ideias sobre os mecanismos pelos quais as plantas de diferentes espécies são capazes de adquirir recursos na presença de um competidor e têm demonstrado que as interações podem determinar o desempenho da planta (Gurevitch *et al.* 1990). Muitos trabalhos têm observado que interações positivas também são frequentes em experimentos projetados para examinar as interações negativas (Bengtsson, Fagerström and Rydin 1994).

A forma mais simples de uma interação competitiva é entre um par de indivíduos (Gurevitch *et al.* 1990), que podem competir por espaço, luz, nutrientes, água e polinizadores. Por outro lado, podem proteger um ao outro dos impactos dos herbívoros, de potenciais

concorrentes ou extremos do clima, e fornecer recursos adicionais por meio de lixiviação do dossel, redes micorrízicas e pressão hidráulica (Brooker *et al.* 2008).

Dentre as fases de vida de uma planta, os primeiros estádios são decisivos para a sobrevivência e para a distribuição espacial de uma população, pois uma espécie somente é capaz de ocupar de maneira permanente um habitat no qual o indivíduo supere os estádios mais sensíveis do ciclo de vida (Larcher 2000). Para superar essas dificuldades, as espécies adotam várias estratégias de acordo com a posição que ocupam no perfil da floresta (Swaine and Whitmore 1988) e com as características ambientais onde ocorrem normalmente (Almeida *et al.* 2010).

Devido à amplitude do tema ‘competição’, existem muitas possibilidades de desenho experimental para testar as consequências da competição entre os indivíduos mais próximos. Uma dessas formas é o experimento com pares de plântulas e plantas jovens. Atualmente, muitos estudos com pares de plântulas e plantas jovens estão endereçados às relações competitivas entre espécies exóticas e nativas (Thomsen, Corbin and D’Antonio 2006; Blank 2010; Mangla *et al.* 2011). Alguns trabalhos foram feitos com plântulas de espécies herbáceas (Gurevitch *et al.* 1990) e arbóreas (Tanner *et al.* 2005; Devine and Harrington 2011), mas nenhum foi encontrado sobre a competição de pares de espécies arbóreas de florestas tropicais secas.

As florestas tropicais secas são caracterizadas pela sazonalidade pronunciada na distribuição de chuvas, com vários meses de seca, e alto índice de biodiversidade (Miles *et al.* 2006). Segundo estes autores, o bioma Caatinga é um remanescente substancial de floresta tropical seca na América do Sul e, como os demais, está sujeito a múltiplas pressões simultâneas, o que indica a necessidade de proteção para esta área. Trabalhos relacionados à competição planta-planta são importantes para compreensão da estrutura da vegetação e aprimoramento de técnicas de revegetação.

Este trabalho teve como objetivo quantificar as alocações de massa entre parte aérea (caule e folhas) e raízes de espécies da caatinga cultivadas em pares intraespecíficos e interespecíficos e avaliar as interferências das espécies em seus pares intraespecíficos e interespecífico.

Materiais e métodos

Para o experimentos foram escolhidas seis espécies arbóreas típicas do bioma

Caatinga: *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschul; – Angico (A); *Amburana cearensis* (Mart.) Gillett – Imburana de Cheiro (I); *Schinopsis brasiliensis* Engl. – Baraúna (B); *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L.P. Queiroz – Catingueira (C); *Aspidosperma pyrifolium* Mart. – Pereiro (P); e *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. – Mororó (M).

Indivíduos maduros das espécies supracitadas foram identificados e suas sementes coletadas em campo, em várias localidades do semiárido alagoano. As sementes foram semeadas no ‘Arboretum’ da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), em Maceió, em canteiros contendo matéria orgânica proveniente da decomposição de serapilheira e torta de filtro de cana de açúcar. As plântulas permaneceram nos canteiros até aproximadamente dois meses após a germinação, quando foram repicadas para sacos plásticos (15 cm x 25 cm), com 1 kg de substrato, e transportadas para casa de vegetação, com sombreamento de 50% da luz incidente obtido com tela no teto e nos lados da casa.

Cada vaso continha duas plantas da mesma espécie (par intraespecífico) ou uma planta de duas espécies diferentes (par interespecífico ou misto). No total, havia 21 combinações de pares, geradas a partir de um fatorial incompleto (eliminando as repetições) das seis espécies. As combinações foram superpostas a dois tipos de substrato.

Cada combinação foi cultivada em dois tipos de substrato: solo de caatinga, e solo de caatinga mais composto orgânico, numa proporção de 4:1. O solo de caatinga foi coletado no município de São José da Laje, em Alagoas, da camada superficial (20 cm) de um Argissolo Vermelho-Amarelo. O composto orgânico foi formado por material de compostagem de serapilheira e torta de filtro de cana de açúcar. Ambos os substratos foram peneirados antes de ir para os vasos. Amostras dos substratos foram submetidas a análises químicas e revelaram que ambos tinham níveis adequados dos nutrientes analisados, embora fósforo (P), potássio (K), ferro (Fe) e matéria orgânica fossem em solo enriquecido com composto orgânico (Tabela 1).

Os indivíduos mortos em até duas semanas após o início do experimento foram substituídas por outras da mesma espécie e idade semelhante. Durante o experimento foram realizadas regas regulares a fim de manter o substrato úmido e feitas duas aplicações de inseticida sistêmico (a base de Rotenona) e três aplicações de formicida (com princípio ativo sulfluramida GX-439) para combater as pragas surgidas. Os vasos foram rearrumados periodicamente para diminuir possíveis efeitos de localização.

As plantas foram mantidas na casa de vegetação durante 105 dias (de 29 de janeiro a

14 de maio de 2011). De cada planta foram medidas a altura (do colo à gema apical) e o diâmetro (do colo) no início do experimento (dia 1), 45 dias depois e no final do experimento (105 dias). Ao final, as plantas foram colhidas, as raízes lavadas para retirada de substrato, e as plantas separadas em partes aéreas (caule e folha) e raízes. Cada parte foi seca em estufa de circulação de ar forçada a 60° C, por ± 36 horas e pesada. A média da temperatura ambiental do município de Maceió, no período, oscilou entre 25° e 26,5° C (INPE) e a umidade relativa provavelmente manteve-se acima de 50%, como é usual na área.

Para avaliar a interação intraespecífica, a planta maior de cada par foi considerada a dominante e a menor considerada a dominada. Na avaliação interespecífica, a planta de uma espécie dos pares mistos foi comparada com a planta dominante do par intraespecífico. As médias desses valores foram comparadas pelo teste de qui-quadrado. Para observar a resposta das espécies à adição de composto orgânico, foi feita uma comparação entre as médias de massa seca dos indivíduos dominantes do par intraespecífico nos dois solos (tabela 2).

Os dados de altura, diâmetro e biomassa foram submetidos à análise de variância, considerando um delineamento inteiramente casualizado em um esquema fatorial 2 x 6, correspondendo aos dois substratos, à influência da interação entre as seis espécies no par de plantas. As médias foram comparadas pelo teste de Student a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Espécies e solo

A. colubrina respondeu positivamente à maior disponibilidade de nutrientes do substrato com composto, com aumento significativo em todos os parâmetros analisados, em relação aos do solo sem composto. O diferencial dessa espécie em relação às outras é ela ser uma leguminosa fixadora de nitrogênio (Freitas et al. 2010), o que pode ter contribuído para melhor aproveitamento dos nutrientes do solo com composto.

P. pyramidalis e *B. cheilantha* também responderam positivamente ao composto, mas apenas aumentando suas massas aéreas (tabela 2). Hodge (2004) verificou que a alocação de recursos entre partes aéreas e raízes pode variar com a disponibilidade de nutrientes no solo: quando a disponibilidade de nutrientes é baixa a planta investe mais nas raízes que na parte aérea. O oposto ocorre quando existe maior disponibilidade de nutrientes. Assim, as plantas destas espécies no solo sem composto poderiam ter recursos suficientes para um bom crescimento das raízes, mas não para o crescimento da parte aérea. Com a adição do

composto, as raízes não se beneficiaram, mas a parte aérea liberou-se da limitação e cresceu mais.

A. pyrifolium respondeu negativamente ao composto, com um decréscimo significativo na massa de raízes. Não há uma explicação convincente para este fato e não foram encontrados registros na literatura sobre comportamento semelhante nessa espécie. As outras espécies não responderam significativamente à adição de composto.

A. colubrina foi a espécie com maior média de altura (24,3 cm) e a menor média de diâmetro de caule (figura 1). A espécie é umas das maiores árvores da caatinga e também se destaca em ambientes mais úmidos (Lorenzi 2009). É possível que a característica de grande crescimento já se manifeste nos indivíduos mais jovens. De outro lado, *A. pyrifolium* destacou-se com o maior diâmetro do caule (4,87 mm) e a menor altura (figura 1). Dentre as espécies estudadas, é a que possui folhas maiores e mais espessas e o maior diâmetro pode ser uma adaptação para poder sustentá-las.

Comparando as médias gerais de todos os pares intraespecíficos (tabela 2), as espécies com mais biomassa aérea foram *S. brasiliensis* e *A. pyrifolium* e com mais biomassa de raízes foram *B. cheilantha*, *A. colubrina* e *A. cearensis*. Santos (2010) em um estudo sobre quebra de dormência e germinação de sementes de *S. brasiliensis*, registrou maior média de massa seca para parte aérea de plântulas cultivadas por 20 dias após a semeadura. Barbosa (2003) também registrou maior alocação de massa seca para parte aérea, especificamente o caule, em plantas jovens de *A. pyrifolium*.

É comum que plantas resistentes a seca aloquem mais recursos para suas raízes (Novoplansky and Goldberg 2001), como as espécies estudadas nesse trabalho, no entanto, apenas três espécies apresentaram esse comportamento de maior alocação de recursos para as raízes. Na literatura há outros registros de maior alocação de recursos para massa de raízes de *B. cheilantha* e *A. cearensis*: Silva et al. (2009) encontrou maior massa de raízes de *B. cheilantha* em campos de consorcio com gramíneas; Ramos et al. (2004) registraram 80% da biomassa total no sistema radicular de *A. cearensis*. Isso talvez possa ser explicado pela formação de tubérculos no sistema subterrâneo dessa espécie (Barbosa, 2003). Nos trabalhos de Barbosa (2003) foi constatada maior alocação de biomassa para as raízes que para a parte aérea de *Anadenanthera macrocarpa* em plantas jovens de até cinco meses de idade. No entanto, Gomes et al. (2004) e Brondani et al. (2008) encontraram maior massa aérea que subterrânea em plantas jovens de *A. colubrina* de desta mesma idade e crescidas em diferentes

níveis de adubação. *P. pyramidalis* teve biomassas da parte aérea e nas raízes com valores semelhantes.

As maiores massas totais foram de *A. colubrina* e *B. cheilantha*, ambas alocadoras de mais massa para raízes que para parte aérea. As massas totais não parecem relacionadas com as massas das sementes. *A. colubrina*, com a maior massa total, tem as menores sementes – aproximadamente 0,05g semente⁻¹ (Rego *et al.* 2007). Já *A. cearensis* é a espécie com maiores sementes – aproximadamente 0,37g semente⁻¹ (Siqueira-Filho *et al.* 2009) – e não teve as maiores biomassas totais. O maior crescimento de *A. colubrina*, apesar de iniciar com a menor semente, talvez possa ser explicado por ela ser uma leguminosa fixadora de nitrogênio. Nas condições desse experimento, as competições podem ter sido causadas principalmente pela disponibilidade de nutrientes do solo e por sombreamento dos indivíduos sobre/por seus pares nos vasos. As diferenças de resposta das plantas entre os solos com e sem adição de composto orgânico apontam para o efeito dos nutrientes. Dos nutrientes, um dos mais influenciados deve ter sido o nitrogênio, por sua presença no composto e porque os outros macronutrientes estavam presentes em proporções relativamente altas já no solo da caatinga sem adição de composto.

Interações intraespecíficas

Os competidores intraespecíficos mais fortes, nos dois tipos de substrato, foram a *P. pyramidalis* e a *A. cearensis*, e os mais fracos foram a *A. pyrifolium* e a *S. brasiliensis*. Nas duas primeiras espécies, as biomassas totais das plantas dominadas foram 30 a 78% menores que as biomassas das dominantes. Nas duas últimas, as diferenças variaram de 15 a 21% (tabela 3). As competidoras mais fortes são ambas leguminosas não fixadoras de nitrogênio (Freitas *et al.* 2010), e talvez isso possa ter interferido no melhor desempenho dessas espécies.

Em quatro das espécies, a diferença de biomassa da dominada em relação à biomassa da dominante foi pouco afetada pelo tipo de substrato. Como, em geral, houve maiores biomassas no substrato com a adição de composto, isto quer dizer que a maior disponibilidade de nutrientes foi aproveitada proporcionalmente pelas duas plantas. Em *P. pyramidalis*, a biomassa da dominada foi proporcionalmente muito menor no substrato com adição de composto que sem a adição (78 contra 30% menos). Portanto, nesta espécie a planta dominante apropriou-se da maior parte dos nutrientes aportados pelo composto e de tal forma que a biomassa neste substrato foi até menor que no solo sem composto. O menor

crescimento da dominada provavelmente foi causado pelo sombreamento da dominante, reduzindo a menor disponibilidade de luz. Já em *B. cheilantha* ocorreu o oposto: a diferença foi menor no substrato com composto (24 contra 44%). Assim, aparentemente, o aporte extra de nutrientes serviu mais para suprir a planta dominada, indicando que a dominante havia atingido sua capacidade de crescimento ou que tinha limitação de algum outro fator não disponibilizado em quantidade suficiente pelo composto.

Interações interespecíficas

Comparando as biomassas totais dos indivíduos dominantes de cada espécie nos pares intraespecíficos com as biomassas totais dos indivíduos de cada espécie na presença dos pares interespecíficos (tabela 3), pode-se fazer as seguintes observações: *B. cheilantha* e *S. brasiliensis* foram as que mais afetaram negativamente seus pares interespecíficos e *P. pyramidalis* e *A. cearensis* foram as mais afetadas negativamente na presença de todas as outras espécies.

B. cheilantha pode ter se beneficiado na competição interespecífica devido a suas folhas largas, mas não há maiores informações sobre essa espécie na literatura. Em relação a *S. brasiliensis*, Tavares (1982) constatou que extratos de suas folhas inibiam a germinação de sementes de várias espécies, indicando a presença de substâncias alelopáticas nas.

De maneira geral, o solo sem adição de composto apresentou as maiores diferenças entre as médias de massa dos pares interespecíficos, talvez mostrando uma maior pressão competitiva (tabela 3).

De acordo com a teoria clássica, a competição intraespecífica é maior do que a competição interespecífica, pois os indivíduos da mesma espécie partilham necessidades semelhantes de recursos (Tilman 1982; Fowler 1986). Nesse trabalho, foi verificado que a competição intraespecífica foi forte e atuante em todos os pares intraespecíficos. No entanto, levando-se em consideração indivíduos de espécies diferentes, possuindo diferentes capacidades de obtenção de recursos, a espécie que tiver maior capacidade em relação a um recurso escasso terá melhor desempenho que as outras. Com isso, a pressão interespecífica pode ser maior do que a competição intraespecífica, dependendo das espécies competidoras e do recurso em maior escassez. Os resultados desse trabalho demonstram que há fortes interações tanto intra quanto interespecíficas, e que seus valores foram variáveis com a espécie e com a disponibilidade de nutrientes no solo.

Conclusões

A competição é fortemente influenciada pela disponibilidade de nutrientes.

Bauhinia cheilantha e *Schinopsis brasiliensis* são fortes competidoras interespecíficas e *Amburana cearensis* é uma fraca competidora interespecífica.

Amburana cearensis e *Poincianella pyramidalis* são fortes competidoras intraespecíficas.

A *Aspidosperma pyrifolium* responde negativamente a adição de composto orgânico.

Referências

Aarssen LW, Epp GA (1990) Neighbour manipulations in natural vegetation a review. *Journal of Vegetation Science* 1: 13-30.

Almeida HS, Gonzaga APD, Nunes YRF, Sousa H, Cipriani HN (2010) Cotyledon integrity on *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (Fabaceae - Mimosoideae) germination and early establishment. *Cerve* 16: 227–234.

Barbosa DCA (2003) Estratégias de germinação e crescimento de espécies lenhosas da caatinga com germinação rápida. In: Leal IR; Tabarelli M; Silva JMC (Ed.). *Ecologia e conservação da caatinga*. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, pp.625-656.

Bengtsson J, Fagerström T, Rydin H (1994) Competition and coexistence in plant communities. *Trends in Ecology and Evolution* 9: 246–250.

Blank RR (2010) Intraspecific and interspecific pair-wise seedling competition between exotic annual grasses and native perennials: plant–soil relationships. *Plant and Soil* 326: 331-343.

Brondani GE, Silva AJC, Rego SS, Grisi FA, Nogueira AC, Wendling I, Araujo MA (2008) Fertilização De Liberação Controlada No Crescimento Inicial De Angico-Branco. *Scientia agraria* 9: 167-176.

Brooker RW, Maestre FT, Callaway RM, Lortie CL, Cavieres LA, Kunstler G, *et al.* (2008). Facilitation in plant communities: The past, the present, and the future. *Journal of Ecology* 96: 18-34.

Devine WD, Harrington TB (2011) Aboveground growth interactions of paired conifer seedlings in close proximity. *New Forests* 41:163–178.

Embrapa Solos (2006). UEP Recife. www.uep.cnps.embrapa.br/solos Acessado em 01 de Agosto de 2011.

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

Freitas ADS, Sampaio EVSB, Santos CERS, Fernandes A R (2010) Biological nitrogen fixation in tree legumes of the Brazilian semi-arid caatinga. *Journal of Arid Environments* 74: 344–349.

Gomes KCO, Paiva HN, Neves JCL, Barros NF, Silva SR (2004) Influência da saturação por bases e do fósforo no crescimento de mudas de Angico-branco. *R. Árvore*.28:785-792.

Gurevitch J, Wilson P, Stone JL, Teese P, Stoutenburgh RJ (1990) Competition Among Old-Field Perennials at Different Levels of Soil Fertility and Available Space. *The Journal of Ecology* 78: 727 – 744.

Hodge A (2004) The plastic plant: root responses to heterogeneous supplies of nutrients. *New Phytologist* 162: 9–24

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) <http://www.cptec.inpe.br/> . Acessado 27 de Junho de 2011.

Larcher W, (2000) *Ecofisiologia vegetal*. Rima, São Carlos.

Lorenzi, H (2009) *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Instituto Plantarum, Nova Odessa.

Mangla S, Sheley RL, James JJ, Radosevich SR (2011) Intra and interspecific competition among invasive and native species during early stages of plant growth. *Plant Ecol* 212:531–542.

Miles L, Newton AC, DeFries RS, Ravilious C, May I, Blyth S *et al.* (2006) A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *Journal of Biogeography* 33: 491-505.

Novoplansky A, Goldberg D (2001) Interactions between neighbour environments and drought resistance. *Journal of Arid Environments* 47: 11-32.

Oliveira MCP, Oliveira GJ (2008) Superação da dormência de sementes de *Schinopsis brasiliensis*. *Ciência Rural* 38: 251-254.

Ramos KMO, Felfili JM, Fagg CW, Sousa-Silva JC, Fanco AC (2004) Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, em diferentes condições de sombreamento *Acta bot. bras.* 18: 351-358.

Rego SS, Ferreira MM, Nogueira AC, Grossi F (2007) Influência de Potenciais Osmóticos na Germinação de Sementes de *Anadenanthera colubrina* (Velloso) Brenan (Angico-branco) – Mimosaceae. *Revista Brasileira de Biociências* 5: 549-551.

Santos SRN (2010) Qualidade de diásporos de *Schinopsis brasiliensis* engl. de uma área da caatinga paraibana. Dissertação, Universidade Federal da Paraíba.

Silva GS, Dubeux Jr JCB, Melo VS, Lira Júnior MA, Nascimento GVC, Machado FA, Lira MA (2009) Estabelecimento de leguminosas arbustivas em consórcio com pastagens de *B. decumbens* Stapf. *Jornada de Pesquisa e Extensão da UFRPE* <http://www.eventosufrpe.com.br/eventosufrpe/jepex2009/cd/resumos/R0785-1.pdf>. Acessado em 20 de Julho de 2011.

Siqueira-Filho JA, Santos APB, Nascimento MFS, Santo FSE (2009) Guia de Campo de Árvores da Caatinga. Editora e Gráfica Franciscana, Petrolina.

Swaine MD, Whitmore TC (1988) On the definition of ecological species groups in Tropical Rain Forest. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht.

Tanner EVJ, Teo VK, Coomes DA, Midgley JJ (2005) Pair-wise competition-trials amongst seedlings of ten dipterocarp species; the role of initial height, growth rate and leaf attributes. *Journal of Tropical Ecology* 21:317–328.

Tavares MCR (1982) Ocorrência de inibidores de germinação em espécies da caatinga. Dissertação Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Thomsen MA, Corbin JD, D'Antonio CM (2006) The effect of soil nitrogen on competition between native and exotic perennial grasses from northern coastal California. *Plant Ecology* 186:23 –35.

Tilman D (1982) Resource competition and community structure. *Monographs in Population Biology* 17: 1-296.

Tilman D (1994) Competition and biodiversity in spatially structured habitats. *Ecology*. 75: 2-16.

Tabela 1 – Análise química dos solos: descrição dos nutrientes e suas quantidades presentes nas amostras

Determinações	Sem composto	Com composto
pH (em água)	6,8	6,4
Na (ppm)	41	68
P (ppm)	41	188
K (ppm)	97	205
Ca + Mg (meq/100mL)	4,2	13,9
Ca (meq/100mL)	3,4	11,1
Mg (meq/100mL)	0,8	2,8
Al (meq/100mL)	0,02	0
H + Al (meq/100mL)	0,6	2
S (Soma das Bases)	4,63	14,72
C.T.C Efetiva	4,65	14,72
C.T.C (Cap. Troc. De Cations - pH 7,0	5,23	16,72
% V (Ind. De Sat de Bases)	88,5	88
% M (Ind. Sat. De Al)	0,4	0
Sat. Em K (%)	4,9	3,2
Mat. Org. Total (%)	1,82	5,69
Ferro (ppm)	44,31	123,2
Cobre (ppm)	1,78	3,05
Zinco (ppm)	5,73	15,57
Manganês (ppm)	27,31	35,48

Tabela 2 - Biomassas da parte aérea e das raízes das plantas dominantes do par intraespecífico de cada espécie, nos dois tipos de substrato (sem adição de composto orgânico; e com adição composto orgânico)., média = média total nos dois substratos.

Aérea	Sem composto org.	Com composto org.	Média
<i>A. colubrina</i>	0,91	1,43,	1,17
<i>S. brasiliensis</i>	0,91	1,22	1,06
<i>P. pyramidalis</i>	1,12	1,18	1,15
<i>A. cearensis</i>	0,63	0,80	0,71
<i>B. cheilanta</i>	0,99	1,60	1,29
<i>A. pyriformis</i>	1,15	1,27	1,21

Raízes	Sem composto org.	Com composto org.	Média
<i>A. colubrina</i>	1,52	2,20	1,86
<i>S. brasiliensis</i>	0,83	0,94	0,88
<i>P. pyramidalis</i>	1,17	0,75	0,96
<i>A. cearensis</i>	1,28	1,57	1,42
<i>B. cheilanta</i>	1,85	2,10	1,97
<i>A. pyriformis</i>	0,81	0,66	0,74

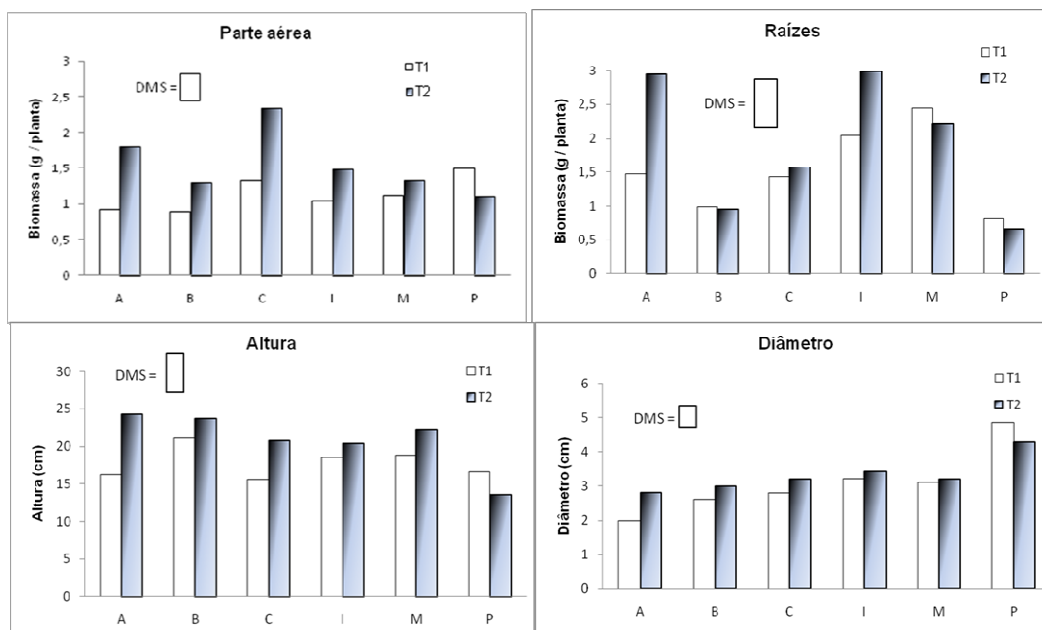


Figura 1 – Médias de massa seca aérea e de raízes, altura e diâmetro de cada espécie em relação ao tipo de substrato = A. *colubrina*; B = *S. brasiliensis*; C = *P. pyramidalis*; I = *A. cearensis*; M = *B. cheilanta*; P = *A. pyriformis*. T1 = substrato sem adição de composto orgânico; T2 = substrato com adição de composto orgânico.

Tabela 3– Proporção de redução (números negativos) ou acréscimo (números positivos) de massa seca total entre os dominantes dos pares interespecífico e intraespecífico nos dois substratos.

Em presença de	Planta de					
	<i>A. colubrina</i>	<i>S. brasiliensis</i>	<i>P. pyramidalis</i>	<i>A. cearensis</i>	<i>B. cheilanta</i>	<i>A. pyriformis</i>
sem adição de composto						
<i>A. colubrina</i>	-0,35	0,17	-0,17	-0,21	-0,29	-0,27
<i>S. brasiliensis</i>	-0,15	-0,21	0,01	-0,92	-0,60	-0,33
<i>P. pyramidalis</i>	0,09	-0,29	-0,30	-0,43	0,15	-0,33
<i>A. cearensis</i>	0,34	0,72	0,36	-0,40	-0,20	-0,37
<i>B. cheilanta</i>	0,19	-0,01	-0,44	-0,78	-0,44	-0,32
<i>A. pyriformis</i>	0,10	0,10	-0,36	-0,31	0,11	-0,15
com adição de composto						
<i>A. colubrina</i>	-0,35	0,08	-0,43	-0,48	0,3	0,43
<i>S. brasiliensis</i>	-0,73	-0,19	-0,68	-0,55	-0,06	-0,23
<i>P. pyramidalis</i>	-0,04	-0,12	-0,78	-0,43	0,60	0,49
<i>A. cearensis</i>	-0,02	-0,19	-0,49	-0,48	0,12	0,61
<i>B. cheilanta</i>	-0,30	-0,38	-0,70	-0,87	-0,24	-0,19
<i>A. pyriformis</i>	-0,07	0,05	-0,53	-0,44	-0,19	-0,15

Anexo 1

(Instruções da revista 'Plant Ecology' para seus autores)



Plant Ecology

An International Journal

Editor-in-Chief: Neal J. Enright

ISSN: 1385-0237 (print version)

ISSN: 1573-5052 (electronic version)

Journal no. 11258

Instructions for Authors

Instructions for Authors

Word count

Maximum word count is 6,000. Authors should include their final word count at the top of the manuscript when submitting.

Manuscripts exceeding the word limit will be returned to the author without review. The word count should include all text including Abstract, body of the text, and references, but excluding figures and tables and on-line supplementary materials.

Research Communications: Maximum word count 2,500.

MANUSCRIPT SUBMISSION

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

Title Page

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

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 (zip, 154 kB)

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

LaTeX macro package (zip, 182 kB)

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

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

Footnotes

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.

REFERENCES

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* 985:325-329

Article by DOI

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

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 28 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 (zip, 3 kB)

TABLES

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.

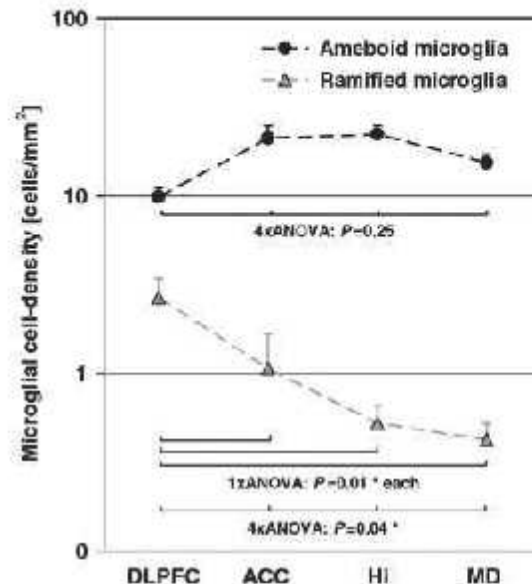
ARTWORK

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.

Line Art

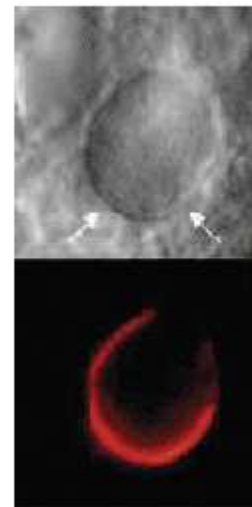


- Definition: Black and white graphic with no shading.
- Do not use faint lines and/or lettering and check that all lines and lettering within the figures are legible at final size.
All lines should be at least 0.1 mm (0.3 pt) wide.
Scanned line drawings and line drawings in bitmap format should have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

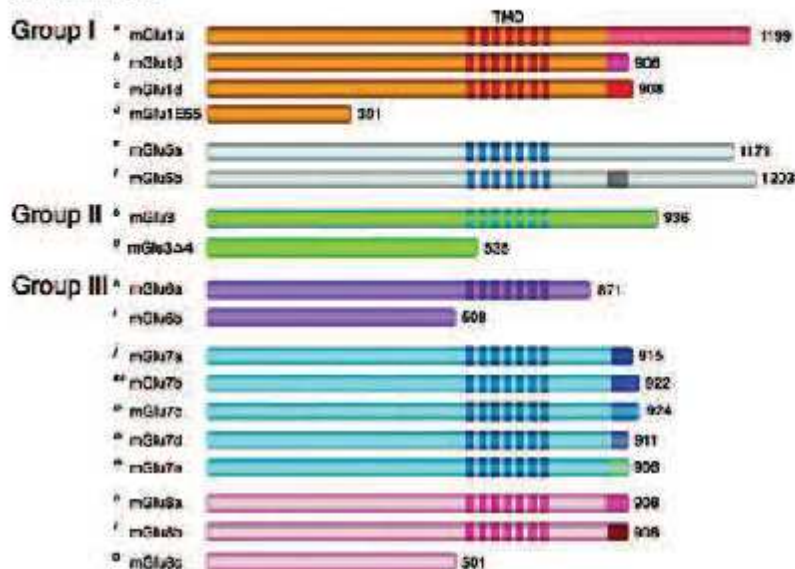
Halftone Art

- 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.).
- 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

ELECTRONIC SUPPLEMENTARY MATERIAL

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.

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), .vrl (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

- ♦ 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)

AFTER ACCEPTANCE

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

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.

Anexo 2

(Cópia da ata de defesa)