

ALYSON LUIZ SANTOS DE ALMEIDA

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *SPONDIAS TUBEROSA* ARRUDA
(ANACARDIACEAE) SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE MANEJO EM UMA
ÁREA DE CAATINGA DE PERNAMBUCO

Recife

2009

ALYSON LUIZ SANTOS DE ALMEIDA

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *SPONDIAS TUBEROSA* ARRUDA
(ANACARDIACEAE) SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE MANEJO EM UMA
ÁREA DE CAATINGA DE PERNAMBUCO

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Botânica da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Botânica.

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Cibele Cardoso de Castro

Co-orientador:

Prof. Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque

Recife

2009

FICHA CATALOGRÁFICA

A447b Almeida, Alyson Luiz Santos de
Biologia reprodutiva de *Spondias tuberosa* arruda (Anacardiaceae) sob diferentes condições de manejo em uma área de caatinga de Pernambuco / Alyson Luiz Santos de Almeida. -- 2009.
75 f. : il.

Orientadora : Cibele Cardoso de Castro
Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Biologia.
Inclui anexo e bibliografia

CDD 574.522 2

1. Manejo da biodiversidade
2. Florestas secas
3. Recursos nativos
4. Caatinga
5. Abelhas exóticas
6. Polinização
7. Pernambuco (BR)
 - I. Castro, Cibele Cardoso de
 - II. Título

BIOLOGIA REPRODUTIVA DE *SPONDIAS TUBEROSA* ARRUDA
(ANACARDIACEAE) SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE MANEJO EM UMA
ÁREA DE CAATINGA DA PERNAMBUCO

Alyson Luiz Santos de Almeida

Dissertação apresentada e _____ em _____/_____/_____

Orientadora:

Prof^a. Dr^a. Cibele Cardoso de Castro

Examinadores:

Prof^a. Dr^a. Isabel Cristina S. Machado

Prof^a. Dr^a. Ana Virgínia de Lima Leite

Prof^a. Dr^a. Margareth Ferreira de Sales

Suplente:

Prof^a. Dr^a. Suzene Izídio da Silva

Recife

2009

AGRADECIMENTOS

Ao grandioso Deus, pela dádiva da vida no seio de minha família.

À Dra. Cibele Cardoso de Castro que tão rapidamente fez-se parte importante na minha formação pessoal e profissional.

Ao Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque, grande profissional e amigo que impele carreiras para águas profundas do conhecimento científico, muito obrigado pelos aprendizados!

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Botânica (PPGB) pelos serviços prestados com muita boa vontade e ao CNPq pela imensa ajuda com a concessão da bolsa de mestrado, sem a qual não seria possível a execução desta pesquisa.

A todos os colegas do laboratório coordenado pela Profa. Cibele Castro e todos do Laboratório de Etnobotânica Aplicada coordenado pelo Prof. Ulysses Albuquerque, por participarem comigo durante esse período de crescimento pessoal e profissional.

Ao Dr. Adriano Vicente dos Santos pelas conversas construtivas e ensinamentos que me valeram boas notas na minha graduação, além do seu apoio durante o momento de transição já no início de minha carreira na iniciação científica.

Aos meus pais, a quem dedico todo este esforço e a quem devo meus sinceros votos de felicidades eternas. À minha avó Lindalva Alves Costa, meio pelo qual tenho aprendido a ser mais compreensivo e paciente nesta vida. Aos meus avós paternos, por acreditarem no meu potencial, me apoiando sempre nas minhas decisões.

Aos meus irmãos Anderson Luis e Alexsandro Luiz pelo socorro em horas difíceis.

Ao meu padraсто Amaro Jorge pelo patrocínio de muitas atividades nesta vida de viajante.

À minha namorada e parceira Patrícia Muniz de Medeiros pela fundamental ajuda tanto no desenvolvimento desta pesquisa quanto na melhoria da minha condição pessoal e social.

Aos moradores da comunidade do Carão, em especial a Alexandre pelo companheirismo nas atividades de campo me deixado sempre a par das notícias do mundo com o seu rádio à pilha.

Por fim agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

DEDICATÓRIA

*Ao meu pai, Luiz Cláudio de Almeida (in memoriam)
e minha mãe, Dione Santos de Almeida,
referências de caráter e bases sólidas para minha formação,
dedico.*

Quando em tronco encontrares teu corpo feito,
já teus pés em raízes vão estar
procurando na terra,
da água, o leito,
e não mais braços, sim galhos
pra se abraçar!

Em árvore transmutado,
poderás entender
o que a força do mato
já começa a dizer!

Muito além do humano
conceito “respeito”,
mais do que teus países hão de dar,
há um todo completo,
um feito perfeito, fazes parte,
impossível separar!

Planta, enfim, com cuidado
tudo o que hás de colher,
todo ato é um parto,
vida é ser o aprender!

Não és dono do mundo,
não és Deus, nem o topo da tua evolução!

Sérgio Cassiano

RESUMO

A ação humana sobre ambientes naturais tais como a alteração de habitats para desenvolvimento de agricultura e pecuária, é considerada uma das maiores causas de perda de biodiversidade e da ruptura de processos ecológicos. Tais ações podem afetar direta e indiretamente aspectos da reprodução de espécies vegetais como, por exemplo, a floração, a frutificação, e as interações com polinizadores e dispersores. O presente estudo verificou a influência de diferentes formas de manejo do ambiente em uma área de caatinga sobre a reprodução de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), uma espécie andromonóica e endêmica desse ecossistema. Nesta área foram identificadas distintas condições de manejo, caracterizadas pelas diferentes coberturas vegetais, frequência e intensidade de uso, e nas quais os indivíduos de *S. tuberosa* foram mantidos após a supressão da vegetação. Estas áreas foram denominadas como unidades de manejo (UMs): “serra” e “base da serra” (com vegetação em regeneração), “pasto” (pastagens) e “cultivo” (cultura de milho e feijão, principalmente). Foram comparadas entre as UMs a produção média de flores, a proporção entre tipos de flores (hermafroditas e masculinas), a formação média de frutos por inflorescência, a composição da guilda de polinizadores e a frequência de visitas. Em média, os indivíduos da UM “cultivo” produziram mais flores por inflorescência do que os das demais UMs. Na “serra” e no “pasto” foram produzidas mais flores hermafroditas do que masculinas por inflorescência. A produção média de frutos não foi diferente entre as UMs. A única diferença encontrada nas médias de visitas entre as UMs foi entre “cultivo” ($65,83 \pm 38,49$) e “serra” ($11,5 \pm 12,8$). A análise de agrupamento com relação ao número de visitas mostrou que: a) “cultivo” está muito distante das outras unidades de manejo; b) pasto e base da serra estão bem próximas formando um grupo com serra e c) dentre os visitantes, os polinizadores são os responsáveis pelo delineamento das distâncias acima descritas. As visitas foram feitas por 19 morfo-espécies de insetos, dentre elas abelhas (31,6%), borboletas (31,6%), vespas (26,3%) e moscas (10,5%), que coletavam principalmente néctar. A análise de similaridade dos polinizadores mostrou uma clara separação entre áreas manejadas e não manejadas em função de seus polinizadores, sugerindo que a ação humana influenciou o comportamento dos polinizadores nativos, os quais foram rechaçados por espécies exóticas. No entanto, esta alteração aparentemente não afetou o sucesso reprodutivo pré-emergente.

ABSTRACT

Human action under natural environments, such as habitat alteration for the development of agriculture and cattle breeding, is considered one of the major causes of species loss and rupture of ecological processes. Such actions can directly and indirectly affect reproduction aspects of plant species such as blooming, fruiting, dispersion and interaction with pollinators and dispersors. The present work verified the influence of different forms of environment managements in an area of caatinga on the reproduction of *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), an andromonoic and endemic species from this ecosystem. In this area distinct soil management conditions were identified, being them characterized by different plant covers, use frequencies and intensities, and where individuals of *S. tuberosa* were maintained after deforestation. For this work these areas were named as soil management units (MU's): "serra" and "base da serra" (with regenerating vegetation), "pasto" (pasture) and "cultivo" (mainly maize and bean cultures). Mean floral production, proportion between floral types (hermaphroditic or male), mean fruit production per inflorescence, the composition of pollinators guild and the visitation frequency were investigated in these areas. On average, individuals from the UM "cultivo" produced more flowers per inflorescence than the other UMs. In "serra" and "pasto", more hermaphroditic flowers were produced in relation to male flowers. Average fruit production was not different among UMs. The only difference in the average number of visits among the UMs was found between "cultivo" (65.83 ± 38.49) and "serra" (11.5 ± 12.8). Cluster analysis concerning number of visits showed that: a) "cultivo" is very far from the other UMs; b) "pasto" and "base da serra" are very close to each other and they are also grouping with "serra" and c) among the visitants, pollinators are the responsible for drawing the differences described above. Visits were made by 19 insect morpho-species, such as bees (31.6%), butterflies (31.65%), wasps (26.3%) and flies (10.5%), which mainly collected nectar. Analysis of similarity with pollinators showed a clear separation among the managed and non-managed areas because of their pollinators, suggesting that human action influenced native pollinators behavior, who might have been overlapped by exotic species.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
DEDICATÓRIA	vi
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Alterações dos ambientes naturais: causas e conseqüências para a reprodução de plantas	14
2.2 Estudos de biologia reprodutiva com plantas nativas da caatinga	17
2.3 O umbuzeiro (<i>Spondias tuberosa</i> Arruda)	18
REFERÊNCIAS	20
3. ARTIGO	25
Resumo	26
Introdução	27
Material e métodos	29
Área de estudo	29
Coleta de dados	32
Produção de flores e frutos nas UMs	32
Guilda de polinizadores entre as UMs	33
Análise dos dados	33
Resultados	34
Flores	34
Frutos	34
Visitantes florais e guilda de polinizadores	35
Discussão	38
Produção de flores e frutos	38
Visitantes florais	41

Agradecimentos	43
Referências	43
4. ANEXOS	68

1. INTRODUÇÃO

A agricultura e a pecuária são algumas das atividades mais antigas empreendidas pela humanidade. Para desenvolvê-las, grandes extensões de terra em todo o planeta têm sido convertidas para suprir demandas cada vez maiores. O avanço das fronteiras produtivas para o desenvolvimento de atividades agrícolas e pastoris é hoje considerado a principal causa do desaparecimento de muitas espécies em toda sorte de ecossistemas (CASCANTE et al., 2002; AGUILAR et al., 2006). Como consequência deste mal necessário, várias formações vegetais têm sido fragmentadas em manchas que variam em tamanho e qualidade (LEAL et al., 2003) e muitas vezes não estão próximas o bastante para proporcionar o restabelecimento ou mesmo a continuidade de populações vegetais (QUESADA et al., 2004). Em outras palavras, processos-chave são rompidos e afetam negativamente a reprodução de plantas, diminuindo a aptidão reprodutiva das mesmas (SAUNDRES et al., 1991). Nesse sentido, muitos estudos têm sido desenvolvidos no intuito de elucidar questões relacionadas ao processo de alteração de ambientes naturais (fragmentação de ecossistemas) e suas influências em aspectos reprodutivos de angiospermas (PALIK e MURPHY, 1990; GHAZOUL e MCLEISH, 2001; FISCHER e LINDENMAYER, 2007).

Todavia, a interpretação dos efeitos da alteração do ambiente, não pode ser encarada apenas sob o prisma da relação do ambiente físico com o meio biótico, pois essa alteração é feita majoritariamente pela ação do homem, o qual atua sobre o meio ambiente usando as possibilidades existentes para aperfeiçoar o potencial da natureza de acordo com sua vontade (ALBUQUERQUE, 1999). Portanto, é preciso agregar a ação modeladora do ser humano como uma variável para a compreensão da influência da fragmentação sobre processos ecológicos (ALBUQUERQUE, 1999; ARAÚJO et al., 2007).

A caatinga, domínio exclusivamente brasileiro, é um grande laboratório de experiências humanas acumuladas por séculos de relações entre pessoas e plantas (BISPO, 1999). A seleção das pessoas sobre espécies em particular proporcionou um cenário interessante para o desenvolvimento de investigações acerca relação entre a ação humana e a ecologia de espécies de planta, o que tem sido pouco estudado neste ecossistema (ARAÚJO et al., 2007).

Uma espécie importante no semi-árido no nordeste do Brasil é *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), conhecida localmente como umbuzeiro, endêmica da caatinga e com alto potencial para se consolidar no mercado da fruticultura internacional (CAVALCANTI et al., 2001; GIULIETTI et al., 2002). O extrativismo é única forma de obtenção de seus frutos (LINS NETO, 2008), os quais são símbolo da fertilidade de um ambiente tão severo (BISPO, 1999), uma vez que floresce e frutifica na estação seca, quando a maioria das espécies

lenhosas está decídua. Uma peculiaridade que cerca esta espécie é o fato de não ser cortada quando áreas são abertas para o desenvolvimento de atividades agrícolas e pastoris, sendo encontradas tanto populações em áreas de vegetação nativa quanto isoladas na paisagem modificada pelas atividades produtivas (BARRETO, 2007; BISPO, 1999; LINS NETO, 2008).

O presente estudo visou investigar a influência de diferentes formas usuais de manejo da caatinga sobre aspectos reprodutivos de *S. tuberosa*. O ponto norteador desta investigação foi a busca pelo histórico de uso da área, diferenciando estratégias de manejo do ambiente por pequenos produtores rurais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Alterações dos ambientes naturais: causas e conseqüências para a reprodução de plantas

Em muitas partes do mundo o avanço de fronteiras produtivas, modificando áreas naturais, vem ocorrendo mais intensamente nos períodos recentes da história da humanidade, principalmente no sudeste Asiático e no continente sul americano (MYERS, 1988 *Apud* SAUNDERS, 1991). Práticas para ampliar as fronteiras produtivas e suprir demandas cada vez mais crescentes por alimentos de origem vegetal e animal, produtos madeireiros, lenha e carvão (SAMPAIO, 2002; BARRETO, 2007) são consideradas como algumas das principais ameaças à biodiversidade e causas de desequilíbrio ambiental no planeta (SAUNDERS, 1991; AIZEN e FEINSINGER, 1994a,b; GHAZOUL e MCLEISH, 2001; FISCHER e LINDENMAYER, 2007). Tais ações vêm se desenvolvendo em diversos níveis, chegando a destruir completamente ambientes e paisagens¹, deixando áreas, antes contínuas, reduzidas a pequenas manchas de habitats fragmentados (LEAL et al., 2003).

Para o desenvolvimento da agricultura e principalmente da pecuária, são realizadas várias estratégias de manejo do solo para ajustar a cultura a ser desenvolvida às condições do ambiente (SAMPAIO, 2002). Inúmeras estratégias antigas ainda hoje são usadas, como é o caso do corte raso da vegetação e a posterior queima da vegetação para conferir fertilidade aos solos. Há ainda outras práticas que mantêm as atividades em consórcio com a vegetação nativa, usando a terra num tipo de manejo silvicultural que utiliza atributos e serviços do ambiente em favor da produtividade das culturas (SALICK, 1995).

A despeito da magnitude das atividades agrícolas² e pastoris, o principal resultado dessas práticas é a fragmentação de habitats, vista como uma das maiores ameaças à conservação da biodiversidade. A discussão em torno deste processo vem tomando corpo na comunidade científica, sendo o foco de muitas pesquisas sobre conservação biológica nos últimos tempos (FISCHER e LINDENMAYER, 2007). A fragmentação pode levar a conseqüências ecológicas para reprodução das plantas, influenciando a atividade de animais com os quais elas estão associadas direta ou indiretamente (AIZEN e FEINSINGER, 1994a,b; CUNNINGHAM, 2001; MURREN, 2002; SAMEJIMA et al., 2004; FISCHER e LINDENMAYER, 2007), pois o isolamento de indivíduos na paisagem se apresenta como-

¹ Paisagem constitui-se em uma heterogeneidade de ambientes funcionais interconectados, onde as unidades de paisagens resultantes da atividade humana mostram-se como um mosaico de áreas funcionais distintas entre si devido às diferentes atividades exercidas, como pasto, cultivo, fixação de residências dentre outras.(METZGER, 2001; LINS NETO, 2008).

uma barreira à polinização e dispersão de espécies (LATOUCHE-HALLÉ et al., 2004). Como consequência da fragmentação, pode haver redução da deposição de pólen nos estigmas, insuficiente formação de frutos e dispersão insatisfatória de sementes que possam assegurar a continuidade de populações (SAUNDERS, 1991; AIZEN e FEINSINGER, 1994a,b, FISCHER e LINDENMAYER, 2007). Alterações no fluxo de pólen e de sementes representam alterações no fluxo gênico, o que afeta a composição genética das populações (COUVET, 2001).

Parâmetros reprodutivos de espécies vegetais tais como polinização, sistemas reprodutivos e sexuais e sucesso reprodutivo têm sido usados para tentar compreender as respostas de plantas frente às alterações ambientais. Aizen e Feinsinger (1994a) mostraram que quanto mais exposta uma área estivesse à influência da borda de fragmentos florestais, menor seria a deposição polínica sobre suas flores havendo, conseqüentemente, uma baixa formação de frutos e/ou sementes de três espécies de floresta seca na Argentina. Outro estudo mostrou que a maior frequência de visitantes florais exóticos como *Apis mellifera* L. representa uma simplificação da guilda (*sensu* ODUM, 1988) de polinizadores principalmente em fragmentos pequenos, sugerindo que a alteração de habitats prejudica o comportamento e o raio de abrangência dos polinizadores nativos da região, que ficam confinados às áreas contínuas de vegetação (AIZEN e FEINSINGER, 1994b).

Apesar da maioria dos estudos supracitados apontarem as conseqüências negativas da fragmentação sobre a reprodução de plantas, podem existir diferentes repostas de uma mesma espécie arbórea frente às alterações de habitat. Fuchs et al. (2003) mostraram uma maior produção de flores em indivíduos isolados na paisagem fragmentada, o que poderia compensar a diminuição da aptidão reprodutiva em relação a populações de áreas contínuas. No entanto, a vantagem representada pelo maior *display* floral muito provavelmente será suplantada pelos efeitos genéticos deletérios da geitonogamia ou do cruzamento entre indivíduos aparentados. Como exemplo, podemos citar a diminuição do vigor de germinação de sementes e da produção de biomassa de plântulas em populações isoladas (CASCANTE et al., 2002). No entanto, ainda são poucas as pesquisas sobre a avaliação dos efeitos da alteração de habitats e aspectos reprodutivos de espécies arbóreas, pois a maioria dos estudos está concentrada em espécies herbáceas e arbustivas (CASCANTE et al., 2002).

² para efeito deste estudo é necessário que se diferenciem as escalas em que estes eventos ocorrem, sendo contempladas aqui as ações humanas de médio e pequeno porte que são desenvolvidas dentro dos limites da caatinga, as quais atingem não mais do que 10 Km². Em boa parte dos casos a atividade agrícola está associada ao manejo da vegetação nativa das proximidades (SAMPAIO, 2002).

Existe um fator que ora é negligenciado (SAUNDERS et al., 1991; PALIK e MURPHY, 1990; CASCANTE et al., 2002), ora é considerado (CASAS et al., 1999; CASCANTE et al., 2002; FISCHER e LINDENMAYER, 2007) em estudos que abordam as influências da conversão da paisagem natural em áreas onde ocorrem atividades humanas: a interação entre o ser humano e o ambiente natural influenciando processos biológicos e ecológicos. Albuquerque (1999) cita que, embora muito tenha sido dito sobre os aspectos negativos da ação humana sobre a biodiversidade, pouco tem sido feito a fim de verificar as influências dos critérios de seleção das espécies que farão parte de uma nova paisagem delineada. A introdução da atividade humana como variável pode ser valiosa para a incorporação de mais uma abordagem para que possam ser feitas inferências mais pertinentes a respeito das interações das pessoas com o ambiente (ALBUQUERQUE, 1999; ARAÚJO et al., 2007). Além disso, Wyman et al. (2007) citaram que é preciso incorporar uma análise dos fatores que levam determinadas áreas a se prestarem a certas atividades, ou seja, levar em consideração o histórico de uso da terra e os padrões de ocupação das mesmas para melhor compreender os efeitos da ação humana no ambiente.

Na região central do México são investigados processos de domesticação de algumas espécies de Cactaceae, cujos frutos são amplamente apreciados e produzidos em escala comercial. O diferencial destes estudos é que a ação humana sobre o ambiente é vista sob uma perspectiva evolutiva, que investiga como a manipulação de plantas em áreas silvestres tem interferido em seus aspectos reprodutivos (CASAS et al., 1999; ROJAS-ARÉCHIGA et al., 2001; CRUZ e CASAS, 2002; OTERO-ARNAIZ et al., 2003; OAXACA-VILA et al., 2006). As mudanças nos padrões fenológicos e nas interações entre plantas e polinizadores tem sido relacionadas às transformações promovidas no ambiente (ARIAS-CÓYOITL et al., 2006) e à domesticação, processo regido pela ação do homem que promove alterações com fins de fixação de características desejáveis em espécies (LIRA e CASAS, 1998).

Casas et al. (1999) mostraram que populações de *Stenocereus stellatus* (Pfeiffer) (Cactaceae) estão aparentemente em processo de domesticação. Esta espécie recebe diferentes tipos de manipulação, sendo encontradas em manejo silvicultural, cultivada, além de ainda restarem populações em condições silvestres. Entre as populações não foram registradas alterações em seus padrões fenológicos (floração e frutificação). Porém, foi notada uma falha no fluxo gênico e exogamia entre as populações cultivadas e silvestres. Arias-Cóyotl et al. (2006), que também estudaram *S. stellatus*, verificando a efetividade de morcegos como polinizadores dessa espécie, registraram menos visitas na população silvestre com relação à cultivada, além de maiores deposição polínica e taxa de frutificação nas cultivadas. Tais resultados indicam que os indivíduos cultivados apresentavam-se mais atrativos, embora

bastante distantes dos locais de reprodução das espécies de morcegos. Os autores creditam esses resultados ao fato de os indivíduos cultivados apresentarem mais ramificações, o que lhes conferiu um número maior de flores abertas, sendo registrado um aumento significativo no número de visitas recebidas por estes indivíduos.

Oaxaca-Villa et al. (2006) estudaram populações silvestres e cultivadas de *Escontria chiotila* (F. A. C. Weber) F. Buxb (Cactaceae) na mesma região do México. Verificaram que, apesar da distância de oito quilômetros entre as populações silvestres e cultivadas, o fluxo gênico ainda está acontecendo. Dessa forma, descartou-se a hipótese de haver uma barreira espacial entre as populações devido ao alto poder de vôo de seus polinizadores, que são principalmente morcegos.

Esses são alguns dos poucos exemplos de estudos que incluem o aspecto da ação humana sobre a reprodução de plantas. No Brasil, até o momento, se tem conhecimento de apenas um, realizado por Barreto (2007) em uma área de caatinga da Bahia, que versa também sobre espécie alvo deste estudo, porém é um estudo muito focado na biologia floral da espécie. Barreto (2007) inicia a discussão sobre a variação do habitat onde estão localizadas as populações de *Spondias tuberosa* Arruda, mas é patente a necessidade de mais estudos que incorporem ferramentas metodológicas e teóricas de várias disciplinas, principalmente em ecossistemas tão ameaçados como a caatinga.

2.2 Estudos de biologia reprodutiva com plantas nativas da caatinga

A caatinga é um ecossistema cujos limites estão totalmente encerrados dentro do território brasileiro, abrangendo uma área de aproximadamente 800.000 km² (LEAL et al., 2003) que atravessa todos os estados do nordeste do Brasil e norte de Minas Gerais (ANDRADE-LIMA, 1981; LEAL et al., 2003). Variáveis climáticas das mais diversas e condições rústicas de solo proporcionaram o aparecimento de inúmeras formações vegetais na caatinga, variando desde a caatinga arbórea alta até a chamada caatinga arbustiva aberta, crescendo em solos rasos e pedregosos (ANDRADE-LIMA, 1981; ARAÚJO et al., 2007). Porém, como um todo, são consideradas formações características de um só ecossistema (ANDRADE-LIMA, 1981; BISPO, 1999). Atualmente já são conhecidas mais de 900 espécies de plantas lenhosas, sendo que cerca de 300 são endêmicas desta formação (GIULIETTI et al., 2002; LEAL et al., 2003).

Com relação a estudos de biologia reprodutiva de espécies da caatinga, mais de 140 espécies já foram estudadas, dos quais se podem destacar as investigações feitas por Quirino e Machado (2001), Kiill e Ranga (2003), Machado e Lopes (2004), Machado et al. (2006) e Leite (2006). Machado et al. (2006) discutem que, apesar das restrições climáticas, na

caatinga existe uma diversificação de sistemas de polinização, sendo a entomofilia o mais freqüente, e de padrões de disponibilidade e consumo de recursos semelhantes a outras grandes formações vegetais do mundo com altos índices pluviométricos.

Machado e Lopes (2004) destacaram que a baixa frequência de espécies generalistas em relação ao sistema de polinização na caatinga indica a necessidade de estratégias de conservação que evitem a perda de espécies-chave para a reprodução da plantas (MACHADO e LOPES, 2004).

2.3 O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda)

Umbuzeiro, imbu, umbu, ambu e ombu, são vernáculos para *S. tuberosa*. O nome “y-um-ú”, é originário da língua tupi guarani, e significa “árvore que dá de beber”, como uma alusão às raízes que contêm água (BRAGA, 1953). *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) é uma espécie endêmica da caatinga (GIULIETTI et al., 2002), pertencente a um gênero de distribuição pantropical de grande importância econômica e que apresenta várias espécies frutíferas ocorrentes no Brasil (BARROSO, 1991). Apresenta características peculiares de sobrevivência em condições severas de disponibilidade hídrica: perde as folhas no período seco e exerce controle sobre a transpiração pelo fechamento dos estômatos nas horas mais quentes, economizando água (PEREIRA et al., 2003).

Suas flores são brancas, pentâmeras e diplostêmones, sua inflorescência é andromonóica (flores masculinas na metade inferior e as hermafroditas na metade superior da inflorescência), as quais encerram em média 150 flores, mas com grande variação (MACHADO e LOPES, 2004; NADIA et al., 2007; BARRETO, 2007). Quanto à sua antese há certa discordância, pois Pereira et al. (2003) e Barreto (2007) observaram início de antese nas primeiras horas do dia (2:00h-4:00h), mas sem a abertura das anteras, as quais começavam a liberar o pólen às 5:00h. Nadia et al. (2007) registraram início de antese dos dois tipos florais às 05h00. Os três estudos registraram as primeiras visitas às 5:00h.

As flores masculinas duram um dia e as hermafroditas duram de dois a três dias, estando seus estigmas receptivos todo o tempo (NADIA et al., 2007). Também se registrou a liberação de odor adocicado pelas flores e alta viabilidade de pólen nos dois tipos florais (NADIA et al., 2007). Além do pólen, o néctar é o outro recurso floral, sendo oferecido $0,61 \pm 0,23$ μ l pelas flores hermafroditas e $0,56 \pm 0,21$ μ l pelas masculinas (BARRETO, 2007), mas a autora não indica se houve diferenças significativas entre esses valores. No entanto, cita que as flores masculinas podem ser mais atrativas porque se apresentam em maior quantidade, diferindo um pouco das observações de Nadia et al. (2007), que não verificaram diferenças

significativas na produção dos tipos florais (60% de hermafroditas e 40% de flores masculinas).

S. tuberosa é uma espécie auto-incompatível (LEITE, 2006), melitófila, sendo caracterizada como generalista com relação a seu sistema de polinização, sendo registrados vários insetos visitantes, tais como abelhas, moscas, vespas, borboletas e formigas (MACHADO e LOPES, 2004; BARRETO, 2007; NADIA et al., 2007). Abelhas das espécies *Apis mellifera* L. e *Trigona spinipes* (Fabr.), e vespas das espécies *Polistes canadensis* (L.) e *Polybia* spp. foram consideradas os principais polinizadores (BARRETO, 2007; NADIA et al., 2007). Os estudos relacionados à biologia reprodutiva de *S. tuberosa* indicaram que, independentemente da área estudada, espécies invasoras de insetos foram mais importantes no processo de polinização. Este resultado foi obtido tanto por dados de densidade de amostras coletadas e percentual de grãos de pólen aderidos aos corpos dos insetos (BARRETO, 2007), quanto por dados de frequência de visitas obtida por observação focal (NADIA et al., 2007).

Devido à sua importância no contexto cultural e econômico da região semi-árida, além dos estudos sobre biologia reprodutiva supracitados, muitos estudos foram empreendidos sobre *S. tuberosa*, incluindo aspectos genéticos (SANTOS, 1997), fisiológicos (CAVALCANTI et al., 2001), sobre conservação e comercialização de seus derivados (CAVALCANTI et al., 2000a,b) e etnoentomológicos (BARRETO, 2007). Porém, existe uma lacuna referente à ação do histórico de uso e do manejo diferenciado do ambiente sobre a biologia reprodutiva de populações de *S. tuberosa*, tendo como ponto chave a sua interface com aspectos da ação humana.

REFERÊNCIAS

AGUILAR, R. et al. Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis. **Ecology Letters**, Paris, v. 9, p. 968-980, 2006.

AIZEN, M. A.; FEINSINGER, P. Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina, **Ecology**, Durham, v. 75, n 2, p. 330-351, 1994a.

AIZEN, M. A.; FEINSINGER, P. Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral honey bees in Argentine “Chaco Serrano”. **Ecological Applications**. v. 4, n 2, p. 378-392, 1994b.

ALBUQUERQUE, U. P. Manejo tradicional de plantas em regiões neotropicais. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 13, n 1, p. 307-315, 1999.

ANDRADE-LIMA, D. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**, Porto Alegre, v. 4, n 2, p. 149-153, 1981.

ARAÚJO, E. L.; CASTRO, C. C.; ALBUQUERQUE, U. P. Dynamics of Brazilian caatinga – a review concerning plants, environment and people. **Funcional Ecosystems and Communities**, Ikenobe, v. 1, n 1, p.15-28, 2007.

ARIAS-CÓYOTL, E.; STONER, K. E.; CASAS, A. Efectiveis of bats as pollinators of *Etenocereus stellatus* (Cactaceae) in wild, managed in situ, and cultivated populations in La Mixteca Baja, central Mexico. **American Journal of Botany**, Columbus. v. 93, n 11, p. 1675-1683, 2006.

BARRETO, L. S. **Plano de manejo para conservação do umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) e de seus polinizadores no Território Indígena Pankararé, Raso da Catarina, Bahia, Brasil**. 2007. 76f. (Mestrado em Botânica) Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.

BARROSO, G. M. **Sistemática de Angiospermas do Brasil**, Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 1991.

BISPO, G. M. L. Vegetação e fauna da caatinga no cotidiano do sertanejo umbuzeiro do matuto – Porto da Folha/SE. **Curitiba**, v. 2, n 1, p. 84-97, 1999.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**, Natal, EDUFRRN, 1976.

CASAS, A.; VALIENTE-BANUET; A.; ROJAS-MARTÍNEZ, A. et al. Reproductive biology and the process of domestication of the columnar cactus *Stenocereus stellatus* in Central México. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 86, n 4, p. 534-542, 1999.

CASCANTE, A. et al. Effects of dry tropical fragmentation on the reproductive success and genetic structure of the tree *Samanea saman*. **Conservation biology**, Washington, v. 16, n 1, p. 137-147, 2002.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. Processamento do fruto do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 24, p. 252-259, 2000a.

CAVALCANTI, N. B. et al. Ciclo reprodutivo do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) no semi-árido do Nordeste Brasileiro. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 47, n 272, p. 421-439, 2000b.

CAVALCANTI, N. B.; RESENDE, G. M.; BRITO, L. T. L. **Emergência e crescimento de plântulas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) em diferentes substratos**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 2001, (Boletim de pesquisa).

COUVET, D. Deleterious effects of restricted gene flow in fragmented populations. **Conservation Biology**, Washington, v. 16, n 2, p. 369-376, 2001.

CRUZ M.; CASAS A. Morphological variation and reproductive biology of *Polaskia chende* (Cactaceae) under domestication in central Mexico. **Journal of Arid Environments**, London, v. 51, p. 561-576, 2002.

CUNNINGHAM S. A. Effects of habitat fragmentation on the reproductive ecology of four plant species in Mallee woodland. **Conservation Biology**, Washington, 14:758-768, 2001.

FISCHER, J.; LINDENMAYER, D. B. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. **Global Ecology and Biogeography**, Danvers, v. 16, n 3, p. 265-280, 2007.

FUCHS, E. J.; LOBO, J. A.; QUESADA, M. Effects of forest fragmentation and phenology on the reproductive success and mating patterns of the tropical dry forest tree *Pachira quinata*. **Conservation Biology**, Washington, v. 17, n 1, p. 149-157, 2003.

GHAZOUL, J.; MCLEISH, M. Reproductive ecology of tropical Forest tree in logged and fragmented habitats in Thailand and Costa Rica. **Plant Ecology**, Dordrecht, v.153, n 1/2, p. 335-345, 2001.

GIULIETTI, A. M. et al. Espécies endêmicas da Caatinga. 2002. In: SAMPAIO, E. V. S. B. et al. **Vegetação e flora da Caatinga**. Recife: APNE/CNIP, 2002.

KIILL, L. H. P; RANGA, N. T. Ecologia da polinização de *Ipomoea asarifolia* (Ders.) roem. & Schult. (Convolvulaceae) na região Semi-Árida de Pernambuco. **Acta Botânica Brasilica**, Porto Alegre, v. 17, n 3, p. 355-362, 2003.

LATOUCHE-HALLÉ, C. et al. Long-distance pollen flow and tolerance to selfing in a neotropical tree species. **Molecular Ecology**, Oxford, v. 13, n 5, p. 1055-1064, 2004.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. Ecologia e conservação da caatinga: uma introdução ao desafio. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. (ORG) **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: EDUFPE, 2003.

LEITE, A. V. L **Sistema reprodutivo de plantas da caatinga**: evidências de um padrão. 2006. (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

LINS NETO, E. M. F. **Usos tradicionais e manejo incipiente de *Spondias tuberosa* Arruda no semi-árido do nordeste do Brasil**. 2008. 100f. (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

LIRA R.; CASAS A. Uso y manejo de *Ibervillea millspaughii* (Cogn.) C. Jeffrey, *Melothria pendula* L. y otras especies silvestres de la familia Curcubitaceae: posibles procesos de domesticación incipiente. **Boletín de la Sociedad Botánica de México**, Mexico City, v. 62, p. 77-89, 1998.

MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Floral traits and pollination systems in the caatinga, a brazilian tropical dry forest. **Annals of Botany**, London, v. 94, n 3, p. 365-376, 2004.

MACHADO, I. C.; LOPES, A. V.; SAZIMA, M. Plant sexual systems and a review of the breeding system studies in the caatinga, a brazilian tropical dry forest. **Annals of Botany**, London, v. 97, p. 277-287, 2006.

METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagens? **Biota neotropica**, São Paulo, v. 1, p. 1-9, 2001.

MURREN, C. Effects of habitat fragmentation on pollination: pollinators, pollinia viability and reproductive success. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 90, n 1, p. 100–107, 2002.

NADIA, T. C. L.; MACHADO, I. C.; LOPES, A. V. Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.30, n 1, p. 89-100, 2007.

OAXACA-VILLA, B; CASAS, A.; VALIENTE-BANUET, A. Reproductive biology in wild and silvicultural managed populations of *Escontria chiotilla* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. **Genetic Resources and Crop Evolution**, Dordrecht. v. 53, p. 277-287, 2006.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara S.A, 1988.

PALIK, B. J.; MURPHY, P. G. Disturbance versus edge effects in sugar-maple/beechn forest fragments. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.32, p. 187-202, 1990.

PEREIRA, S. C. et al. **Plantas úteis do Nordeste do Brasil**. Recife: Centro Nordestino de Informações sobre Plantas – CNIP/APNE, 2003.

QUESADA, M. et al. Effects of forest fragmentation on pollinator activity and consequences for plant reproductive success and mating patterns in bat-pollinated Bombacaceous trees. **Biotropica**, Washington, US, v. 36, n 2, p. 131-138, 2004.

QUIRINO, Z. G. M.; MACHADO, I. C. Biologia da polinização e da reprodução de três espécies de *Combretum loefl.* (Combretaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v 24, n 2, p. 181-193, 2001.

SALICK, J. Toward an integration of evolutionary ecology and economic botany: personal perspectives on plant/people interactions. **Annals of Missouri Botanical Garden**, Saint Louis, v. 82, p. 25-33, 1995.

SAMEJIMA, H. et al. The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. **Biological Conservation**, Essese, v. 120, p. 577-587, 2004.

SAMPAIO, E. V. S. B. Uso das plantas da caatinga, In: SAMPAIO, E. V. S. B. et al. (ORG) **Vegetação e flora da caatinga**. Recife: APNE/CNIP, 2002.

SANTOS, C. A. F. Dispersão da variabilidade fenotípica do umbuzeiro no semi-árido brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.32, n. 9, p. 923-930, 1997.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, Washington, v. 5, n 1, p. 18-32, 1991.

WYMAN, M.; GOMEZ VILLEGAS, Z.; MIRANDA OJEDA, I. Land-use/land-cover change in Yucatán State, Mexico: an examination of political, socioeconomic, and biophysical drivers in Peto and Tzucacab. **Ethnobotany Research and applications**, Manoa, v. 5, p. 59-66, 2007.

3. ARTIGO

Biologia reprodutiva de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) sob diferentes condições de manejo em uma área de caatinga de Pernambuco

**Nas normas para publicação em *Biodiversity and Conservation*
(Anexo 1)**

Título resumido: Reprodução de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) em ambientes alterados.

Biologia reprodutiva de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) sob diferentes condições de manejo em uma área de caatinga da Pernambuco

Alyson Luiz Santos de Almeida, Ulysses Paulino de Albuquerque & Cibele Cardoso de Castro*

* Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia / Área de Botânica. R. Dom Manoel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, Recife/PE - Brasil. CEP 52171-900 - * cibelecastro@hotmail.com

Resumo - Grande parte da pressão antrópica sobre habitats naturais está relacionada ao estabelecimento de agricultura e pastagem, utilizando-se diferentes estratégias de manejo, mas sempre causando algum impacto no ambiente, a qual pode afetar aspectos da reprodução das plantas. Este estudo teve como objetivo investigar a biologia reprodutiva de *S. tuberosa* (Anacardiaceae) em diferentes condições de manejo em uma área da caatinga no nordeste brasileiro. As áreas sujeitas a diferentes condições de manejo (unidades de manejo, UMs) foram: serra (em regeneração há 50 anos), base da serra (em regeneração há 15 anos), cultivo (plantação de milho) e pasto. Foram comparados entre as UMs a produção de flores, os visitantes florais e frequência de visitas, e o sucesso reprodutivo pré-emergente. Os indivíduos do “cultivo” produziram mais flores por inflorescência, e a produção média de frutos não foi diferente entre as UMs. A única diferença encontrada nas médias de visitas entre as UMs foi entre “cultivo” ($65,83 \pm 38,49$) e “serra” ($11,5 \pm 12,8$). A análise de agrupamento com relação ao número de visitas mostrou que “cultivo” está muito distante das outras UMs, “pasto” e “base da serra” estão próximas a “serra” e que os polinizadores são responsáveis pelas distâncias acima descritas. As visitas foram feitas por 19 espécies, dentre abelhas (31,6%), borboletas (31,6%), vespas (26,3%) e moscas (10,5%). A análise de similaridade dos polinizadores mostrou clara separação entre áreas mais e menos manejadas, sugerindo que a

ação humana causou a substituição dos polinizadores nativos pelas espécies exóticas. No entanto, esta alteração aparentemente não afetou o sucesso reprodutivo pré-emergente.

Palavras-chave – Florestas secas; recursos nativos da caatinga; manejo da biodiversidade; abelhas exóticas; polinização.

Abreviações - UMs – Unidades de manejo.

Introdução

O homem tem moldado o ambiente de acordo com suas necessidades, gerando alterações de diversos tipos nos habitats naturais (Albuquerque 1999, Casas et al. 1999, Pesci 2004). Para o desenvolvimento da agricultura e da pecuária são realizadas várias estratégias de manejo do solo para ajustar a cultura a ser desenvolvida às condições do ambiente (Sampaio 2002). Essas estratégias vão desde métodos totalmente destrutivos e, infelizmente, mais frequentemente utilizados, tais como o desmatamento usando o corte raso da vegetação (Salick 1995), até o consórcio com a vegetação nativa (Albuquerque 1999).

O desmatamento gera a fragmentação de habitats (Saunders et al. 1991, Aizen e Feinsinger 1994a, b, Fischer e Lindenmayer 2007), considerada uma das maiores ameaças à conservação da biodiversidade (Fischer e Lindenmayer 2007), que pode causar modificações abióticas (Saunders et al. 1991, Cunningham 2001), bióticas (Tabarelli et al. 2004), até alterações e/ou interrupções de processos ecológicos, tais como aqueles relacionados à reprodução das plantas. O isolamento de indivíduos na paisagem constitui uma barreira à polinização e à dispersão de sementes de espécies que necessitam de agentes bióticos para tais serviços (Aizen e Feinsinger 1994a, b; Silva e Tabarelli 2000; Cunningham 2001; Latouche-Hallé et al. 2004; Fischer e Lindenmayer 2007), comprometendo o fluxo gênico e a estrutura genética das populações (Couvét 2001).

Parâmetros reprodutivos de espécies vegetais tais como polinização, sistemas reprodutivos e sexuais e sucesso reprodutivo têm sido usados para tentar compreender as

respostas das plantas frente às alterações ambientais (Aizen e Feinzinger 1994a, b; Cunningham 2001; Ghazoul e McLeish 2001; Cascante et al. 2002; Murren 2002; Aguilar e Galetto 2003; Fuchs et al. 2003; Johnson e Collin 2004; Quesada et al. 2004; Kolb e Diekmann 2005; Aguilar et al. 2006). Em sua maioria, estes estudos apontam para conseqüências negativas sobre o sucesso reprodutivo. Por outro lado, existem registros de espécies que podem ter aspectos de sua biologia reprodutiva aparentemente beneficiados pela fragmentação, tal como o aumento da produção de flores (Murren 2002; Fuchs et al. 2003; Quesada et al. 2004).

Embora muitos trabalhos descrevam os aspectos negativos da ação humana sobre a biodiversidade, poucos incorporam aspectos da mesma, tais como critérios de seleção de espécies, histórico de uso da terra e padrões de ocupação (Wyman et al. 2007), como uma variável para a compreensão da influência da fragmentação sobre processos ecológicos (Albuquerque 1999; Araújo et al. 2007). Como exemplo, podemos citar algumas pesquisas envolvendo o uso de espécies da família Cactaceae como recurso alimentício na região central do México desenvolvidos por Oaxaca-Villa et al. (2006), Arias-Cóyotl et al. (2006), Casas et al. (1999) e Lira e Casas (1998).

A caatinga é um ecossistema exclusivamente brasileiro que ocupa uma área de ca. de 800.000Km² na região nordeste do Brasil (Leal et al. 2003) e se constitui em um excelente laboratório para estudo das relações humanas com plantas (Bispo 1999). Na caatinga são desenvolvidas, há séculos, diversas atividades que transformaram o ambiente, principalmente relacionadas à agricultura, pecuária e extração de produtos madeireiros (Sampaio 2002). Muito provavelmente estas atividades interferem na reprodução das plantas da caatinga, como já registrado para outros tipos de ecossistemas no mundo (Casas et al. 1999; Lira e Casas 1998).

Spondias tuberosa (Anacardiaceae), localmente conhecida como “umbuzeiro” é uma espécie endêmica da Caatinga (Giulietti et al. 2002), andromonóica, auto-incompatível e

generalista em relação a seu sistema de polinização, sendo abelhas e vespas os principais grupos de polinizadores (Machado e Lopes 2004; Nadia et al. 2007; Barreto 2007). Os frutos de *S. tuberosa* representam uma complementação da renda para as pessoas que vivem na Caatinga, sendo muito apreciado pelas pessoas e também usado como alimento para animais de criação (Cavalcanti et al. 2000a), fato que lhe confere importância no contexto cultural e econômico da região (Barreto 2007; Nadia et al. 2007; Lins Neto 2008). Além disso, a espécie floresce e frutifica durante a estiagem na caatinga (Nadia et al. 2007), o que concede à *S. tuberosa* grande importância ecológica, pois oferece recursos florais aos seus visitantes em um período em que a maioria das espécies têm perdido todas as suas folhas e/ou estão em estágio de latência reprodutiva (Araújo et al. 2007).

Apesar de existirem estudos relacionados à genética (Santos 1997), à fisiologia (Cavalcanti et al. 2001), à conservação e comercialização de seus derivados (Cavalcanti et al. 2000a, b), à etnoentomologia (Barreto 2007) e à biologia reprodutiva (citados anteriormente) de *S. tuberosa*, nenhum estudo investigou a influência de diferentes tipos de manejo sobre a biologia reprodutiva desta espécie, tendo como ponto chave a sua interface com aspectos da ação humana.

Este estudo objetivou testar variações na produção de flores e de frutos, na guilda de visitantes e na frequência de visitas de *S. tuberosa* em função de diferentes tipos de manejo em uma área de caatinga na região nordeste do Brasil.

Material e métodos

Área de estudo

A pesquisa foi desenvolvida na comunidade rural de Carão, distante 16 km do centro do município de Altinho, mesorregião do agreste pernambucano (S 08° 29' 23'' e W 36° 03' 34'') (Fig. 1), em altitude de 450m (CONDEPE/FIDEM 2007), com clima semi-árido quente (BSh *sensu* Köppen), temperatura média anual em torno dos 23°C e marcante

sazonalidade climática, que se reflete na sua vegetação característica de caatinga hipoxerófila (CONDEPE/FIDEM 2007).

A região onde está inserida a comunidade do Carão apresenta marcantes transformações no que diz respeito à cobertura vegetal, essas relacionadas ao tipo de uso do solo para a implantação de pastos, lavouras permanentes e/ou temporárias e extração de recursos florestais madeireiros. Nesta paisagem podem ser identificadas quatro unidades funcionais, diferenciadas entre si pelo tipo de uso que se faz da terra e/ou pela cobertura vegetal. Para o presente estudo foram denominadas de “unidades de manejo” (UMs). Em todas essas UMs existem indivíduos de *S. tuberosa*. No entanto, naquelas onde existem lavouras e/ou pastagens, ocorre uma característica preocupação em preservar árvores de *Spondias tuberosa* do corte, as quais ficam praticamente isoladas na paisagem. Dessa forma, a distinção entre as UMs pôde ser facilmente percebida, sendo reforçada por indicações dos próprios moradores da comunidade.

As áreas foram selecionadas usando como base as informações obtidas em uma atividade de mapeamento comunitário realizado por Lins Neto (2008). Segue abaixo uma breve descrição de cada uma das UMs:

Serra – encosta da *Serra do letreiro* (690m de altitude), uma elevação montanhosa adjacente à comunidade do Carão (fig. 2), que apresenta vegetação de caatinga hipoxerófila (Lins Neto 2008), onde predominam os estratos arbustivos e arbóreos com cerca de dez metros de altura e árvores chegando a mais de 50 cm de diâmetro ao nível do solo. Dentre os elementos arbóreos pode-se destacar *Myracrodruon urundeuva* (Engl.) (Anacardiaceae), *Schinopsis brasiliensis* Engl. (Anacardiaceae) e *Anadenanthera colubrina* (Vell.) (Mimosaceae); dentre os arbustivos encontram-se *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Caesalpinaceae) e *Croton blanchetianus* Baill. (Euphorbiaceae). Partes desta área foram desmatadas há cerca de 60 anos para plantio de culturas de subsistência. No entanto, de acordo com os moradores do local, cessaram-se as atividades produtivas nas partes inclinadas da serra, as quais têm idades de

regeneração que variam entre 30 e 50 anos. Atualmente estas áreas ainda são freqüentemente acessadas para extração de recursos florestais como madeira para lenha e carvão e plantas medicinais (Alencar 2008).

Base da Serra – área de transição entre a serra e as regiões exploradas para agricultura e pastagem, que ficam na planície. A altitude varia de 460 a 520 metros de um terreno ligeiramente inclinado a plano. Além da altitude, a fisionomia e o aparente grau menos avançado de regeneração (ocorrendo desde os últimos 10-15 anos depois do abandono dessas áreas) são as principais diferenças com relação à vegetação encontrada na “serra”. Apresenta uma cobertura vegetal de caatinga hipoxerófila arbustiva de cerca de 3m de altura com alguns elementos arbóreos, destacando-se *C. blanchetianus* como a espécie mais freqüente. Atualmente a vegetação da “base da serra” é acessada para retirada de madeira para lenha principalmente para uso doméstico para lenha e pequenas construções rurais.

Pasto – localizadas nas áreas mais planas, em altitudes variando de 440 até 460m, correspondem a regiões de vegetação predominantemente herbácea com pastagem, onde são conduzidas criações de bovinos e caprinos. A vegetação de caatinga foi suprimida há cerca de 30 anos, com corte raso, para dar espaço ao crescimento do capim. Freqüentemente é feito o corte dos indivíduos arbustivos e arbóreos. No entanto, os indivíduos de *S. tuberosa* e de algumas espécies de cactáceas são poupados do corte, pois podem servir de alimento para os animais durante a estação seca, quando a pastagem já foi totalmente consumida.

Cultivo – como as pastagens, situam-se nos baixios, diferindo da unidade anterior por serem utilizadas mais freqüentemente para o cultivo de milho, feijão e palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill – Cactaceae). As práticas de preparação do solo para o plantio ocorrem todos os anos no final da estação seca, quando é feito o corte raso e queima dos poucos elementos lenhosos e dos herbáceos, bem como a aragem do solo no início da estação chuvosa. Dentre as plantas que são preservadas do corte estão algumas espécies da família Cactaceae e os indivíduos de *S. tuberosa* presentes na área.

Em cada uma das UMs foram encontrados e marcados cerca de 30 indivíduos de *S. tuberosa* em idade reprodutiva com diâmetro ao nível do solo variando de 32,28 cm (“serra”) a 62,36cm (“pasto”) e altura média em torno de sete metros (Lins Neto 2008). Destes, 15 foram selecionados para o estudo, tendo como parâmetro o porte (foram escolhidos indivíduos de tamanho semelhante), a distância entre o solo e o início da copa de até 3m (para permitir acesso às flores) e distância mínima de 50m entre indivíduos para evitar amostragem de clones, pois a espécie também se reproduz vegetativamente (Araújo e Oliveira 2008).

Coleta de dados

Produção de flores e frutos nas UMs

O número médio de flores por inflorescência foi estimado a partir da contagem em campo de botões e flores de 15 inflorescências ainda jovens em cada um dos 60 indivíduos recrutados. A estimativa da proporção entre flores hermafroditas e masculinas foi obtida através de acompanhamento por cinco dias consecutivos da abertura dos botões florais de duas inflorescências por indivíduo (em estágio de pré antese) em cinco indivíduos diferentes aleatoriamente selecionados em cada UM (Barreto 2007; Nadia et al. 2007). As flores que não abriram neste período foram dissecadas em campo no último dia de acompanhamento para identificação do tipo sexual. Optou-se pelo acompanhamento da abertura das flores porque os botões muito jovens apresentavam-se muito pequenos, o que impossibilitava uma identificação segura do tipo sexual.

A produção média de frutos por inflorescência foi estimada a partir da marcação e contagem das flores hermafroditas de cinco inflorescências em estágio de pré-antese e verificação da produção de frutos após 15 dias nos 60 indivíduos recrutados (Barreto 2007; Nadia et al. 2007). A partir do número médio de flores hermafroditas registradas foi calculado o sucesso reprodutivo pré-emergente (“PERS”) para cada uma das UMs (adaptado de Wiens et al. 1987).

Guilda de polinizadores entre as UMs

A frequência e o comportamento dos visitantes florais foram acompanhados entre os meses de outubro de 2007 a março de 2008 (contemplando todo o período de floração da espécie (Nadia et al. 2007), a partir de observações focais em regiões da copa, observando-se dez inflorescências de cinco indivíduos de cada UM. As observações ocorreram entre 5:00h e 17:00h, em períodos de 30 minutos consecutivos de observação, nas horas ímpares, em uma viagem, e nas horas pares na viagem seguinte. Desta forma foi possível realizar observações pela manhã e tarde em cada UM, registrando-se um total de 18 horas de observação durante todo o período de floração em cada UM.

Durante as visitas foram registrados a morfo-espécie visitante, o número de flores visitadas e o comportamento durante a visita, tais como contato com elementos sexuais, recurso utilizado e interação com outros visitantes. A partir dos dados de frequência e comportamento de visita, os visitantes foram classificados como polinizadores efetivos, ocasionais e pilhadores (ver Nadia et al. 2007). Devido ao fato de visitantes invertebrados serem sensíveis a variações de temperatura (Corbet et al. 1993), e que as UMs têm diferentes coberturas vegetais, o que pode interferir na temperatura ambiente, esta foi aferida ao início de cada evento de observação.

Os visitantes invertebrados foram coletados com rede entomológica, montados a seco e identificados com auxílio de especialistas. Os espécimes testemunho foram depositados na coleção do Laboratório de Biologia Reprodutiva de Angiospermas da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Análise dos dados

As comparações da produção média de flores e de frutos por inflorescência entre as quatro UMs foram realizadas utilizando-se o teste não paramétrico Kruskal-Wallis (Zar 1996). Para verificar diferenças na proporção de flores hermafroditas e masculinas, usou-se o

teste *t* de student para dados pareados, os quais tiveram a normalidade verificada pelo teste Shapiro-Wilk (Zar 1996) com dados transformados em Log n.

Diferenças no número de espécies visitantes entre as UMs foram verificadas através do teste Qui-Quadrado (Zar 1996). Para testar diferenças no número médio de visitas e para verificar se a frequência de visitas de alguns visitantes variou em função da unidade de manejo foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis (Zar 1996).

Para testar se havia correlação entre as temperaturas médias e a frequência de visitação, usou-se o coeficiente de correlação de Spearman (Zar 1996). A similaridade de visitantes florais entre as UMs foi verificada realizando-se análises de agrupamento (modo UPGMA), sendo uma das análises feitas com dados de presença e ausência de espécies (utilizando-se o coeficiente de Jaccard), e a outra com os totais de visitação de cada visitante floral, utilizando-se a distância euclidiana (Valentin 2000).

Todas as análises, exceto o PCA (feita com o programa MVSP), foram realizadas com o programa Bioestat versão 4.0 (Ayres et al. 2003), considerando α de 5% de probabilidade.

Resultados

Flores

A média de produção de flores por inflorescência foi significativamente maior nos indivíduos do "cultivo" ($175,70 \pm 39,53$) do que naqueles do "pasto" ($135,32 \pm 39,81$), "base da serra" ($137,76 \pm 34,26$) e da "serra" ($151,48 \pm 49,55$), as quais apresentaram valores semelhantes entre si (Tabela 1).

A proporção entre os tipos florais foi estatisticamente diferente apenas no "pasto" ($59,9 \pm 32,46$ flores hermafroditas e $34,1 \pm 10,31$ masculinas, $t=2,66$; $p=0,012$) e na "serra" ($58,9 \pm 19,95$ hermafroditas e $41,7 \pm 17,5$ masculinas, $t=2,08$; $p=0,033$).

Frutos

Não houve diferenças com relação ao número médio de frutos formados por inflorescência entre as UMs ($H=2,47$; $p=0,47$) (fig.3). Nas inflorescências marcadas houve

alta incidência de insucessos, pois mais de 50% delas não formaram frutos. Dentre as que formaram frutos, a maioria tinha apenas um fruto. Na "serra" e no "pasto" ainda foram registrados 8% e 4% de inflorescências com dois frutos, respectivamente. Nas outras áreas não foram registradas ocorrências de formação de mais de um fruto por panícula. A relação fruto/flor hermafrodita foi semelhante para todas as UMs (Tabela 2).

Visitantes florais e guilda de polinizadores

Foram registradas 772 visitas às flores de *S. tuberosa*, assim distribuídas: 51.3% no "cultivo", 21.7% no "pasto", 18% na "base da serra" e 9% na serra. A única diferença encontrada nas médias de visitas foi entre "cultivo" ($65,83 \pm 38,49$) e "serra" ($11,5 \pm 12,8$), $H=7,41$; $p=0,006$).

A análise de agrupamento mostrou que o "cultivo" está muito distante das outras unidades de manejo no que diz respeito ao número de visitas, e que "pasto" e "base da serra" estão bem próximos entre si, formando um grupo com "serra". Quando foram retirados os pilhadores dessa análise, o quadro não sofreu alteração alguma, o que indica que a contribuição dos pilhadores não foi suficientemente forte para promover alterações no padrão formado, sendo os polinizadores os verdadeiros responsáveis pelo delineamento das distâncias no número de visitas entre as UMs (fig. 4).

A média de visitas variou entre os meses nas UMs, sendo maiores as médias nos primeiros meses de floração (fig. 5).

As visitas foram feitas ao longo do dia por 19 morfo-espécies de invertebrados (Tabela 3), dentre elas seis espécies de abelhas (31,6%), seis de borboletas (31,6%), cinco de vespas (26,3%) e duas de moscas (10,5%). O número de morfo-espécies observadas em cada UM foi 10 na "serra" e no "cultivo" e 13 na "base da serra" e no "pasto", não sendo encontradas diferenças significativas no número de morfo-espécies visitantes entre as UMs ($\chi^2=0,78$; $p=0,85$).

Embora muitas tenham sido as espécies visitantes de *S. tuberosa*, o grupo das abelhas foi responsável por mais de 73,5% das visitas, sendo seguidas pelas vespas (18,9%), moscas (4,1%) e borboletas (3,4%) (fig. 6). Quando se avaliou a distribuição das frequências de visitação de diferentes grupos de insetos entre as UMs, verificou-se o mesmo padrão geral, ou seja, o predomínio de visitas por abelhas. No entanto, quando se analisa as espécies isoladamente, as maiores contribuições foram das abelhas *A. mellifera*, *Trigona* sp e da vespa *Polistes canadensis* (L.).

Muitas espécies (13) estavam presentes em mais de uma UM e, nestes casos, tratavam-se de UMs contíguas (exceto para Lepidoptera indet. 4). Sete espécies (36%) foram registradas em apenas uma UM, sendo que a "base da serra" foi onde ocorreu o maior número de ocorrências exclusivas (21%).

Apis mellifera L., *Trigona* sp.e Apidae 1 foram as únicas abelhas comuns a todas as UM's, sendo a última considerada um polinizador ocasional, pois era pequena e tocava os elementos sexuais apenas eventualmente. *Apis mellifera* fazia cair várias flores durante a visita, comportamento não observado para outras abelhas. A contribuição relativa de *A. mellifera* foi maior no "pasto" (53,3%) e na "base da serra" (48,9%) e menor na "serra" e no "cultivo", sendo de 29 e 25,3% respectivamente (fig.7). Já a frequência de *Trigona* sp., foi maior no "cultivo" e na "serra"(42 e 30,4%) e menor no "pasto" e base da serra" (21 e 12,2% respectivamente).

Centris (Trachina) fuscata Lepeletier, 1841 e *Frieseomelita* sp. tocavam as partes reprodutivas das flores, portanto consideradas polinizadoras. A abelha *Plebeia* sp. não toca os elementos sexuais das flores porque é muito diminuta, sendo considerada pilhadora.

As vespas estavam presentes em todas as UMs, tendo sido registradas mais visitas no "pasto" e no "cultivo". Devido ao grande tamanho em relação às flores e ao padrão de movimentação nas inflorescências, elas promoviam a polinização e algumas vezes se perceberam grãos de pólen aderidos aos seus corpos, principalmente nas partes bucais. Para *P.*

canadensis, um dos polinizadores mais frequentes de *S. tuberosa*, verificou-se que essa espécie realizou mais visitas no “cultivo” e na “serra” (17,7 e 15,9%) e menos na “base da serra” e no “pasto” (6,5 e 6% respectivamente) com relação ao total de visitas para cada UM.

As duas morfo-espécies da ordem Diptera foram consideradas polinizadoras, pois contatavam os elementos sexuais das flores ao caminhar pela inflorescência. A espécie de Sarcophagidae foi observada em todas as unidades de manejo, e a segunda espécie (Diptera 1), tocava nos estigmas ocasionalmente, enquanto caminhava pela inflorescência. As moscas foram bem mais frequentes no “pasto” (12,9%) e pouco no “cultivo” (1%). Na “serra” e “base da serra” os percentuais ficaram bastante próximos (4,3 e 4,2%).

Os integrantes da ordem Lepidoptera foi considerado como um grupo pilhador de recursos florais de *S. tuberosa*. Estes visitaram mais na “serra” (10,1%) do que em qualquer outra UM, sendo registradas poucas visitas no “pasto” (1,8%). Um comportamento comum a todas foi o longo período de duração de cada visita (em média um minuto por flor) e o pequeno número de flores visitadas por inflorescência (no máximo três).

A similaridade geral em relação às espécies de visitantes florais entre as UMs foi de 48% (coeficiente de Jaccard = 0,489), mas “pasto” e “cultivo” apresentaram mais de 80% de similaridade de visitantes. Quando retirados os pilhadores da análise, outro cenário foi delineado: áreas mais manejadas continuaram com cerca de 80% de similaridade, mas houve a formação de outro grupo por “serra” e “base da serra”, com 77% (figuras 8 e 9). Os resultados mostram, portanto, que as áreas apresentam uma mesma tendência de diferenciação em função dos seus visitantes, sejam polinizadores ou pilhadores.

A maioria (15 espécies ou 79%) coletou néctar das flores, e as outras quatro, que são abelhas, coletaram tanto néctar quanto pólen (Tabela 3).

Às 5h00 já havia visitantes florais em *S. tuberosa*. Apesar da maioria das visitas ter ocorrido nos horários de temperaturas médias mais amenas, os períodos de pico de visita foram diferentes entre as UM's ("cultivo" das 8h00min às 9h00min, "serra" e "pasto" das

6h00 às 7h00min e "base da serra" das 7h00min às 8h00min) (fig. 5). Na "serra" não foram observadas visitas no período da tarde (fig. 5).

No "cultivo" registrou-se uma relação negativa inversa entre a temperatura e a média de visitas florais ($r_s = -0.619$; $p = 0.03$). Nas outras UMs as relações não foram significativas ("serra": $r_s = -0.44$, $p = 0.15$; "base da serra": $r_s = -0.16$, $p = 0.63$; "pasto": $r_s = -0.19$; $p = 0.54$).

Discussão

Produção de flores e frutos

A alta produção de flores de *Spondias tuberosa* registrada em todas as UMs estudadas corrobora os dados existentes para a família Anacardiaceae, que de forma geral é caracterizada pela produção de muitas flores (Barroso 1991, Lorenzi 1998).

A produção de flores encontrada no presente estudo é também semelhante ao registrado por Nadia et al. (2007) para *Spondias tuberosa*. No entanto, a produção floral para todas as UMs é inferior aos achados de Barreto (2007), que registrou uma produção maior por inflorescência, e com uma variação também maior (205.16 ± 180.31). Outro ponto de discordância entre o presente estudo e o de Barreto (2007) diz respeito à área de maior produção floral: no estudo da referida autora, a maior produção de flores ocorreu na área silvestre e, no presente estudo, na área mais manejada ("cultivo"). No entanto, a autora não ofereceu comparações estatísticas para seus dados e nem explicou o que poderia determinar tal diferença.

O fato de os indivíduos do "cultivo" apresentar maior produção floral pode ser resultado da atenção que é dada a eles, e que favoreceria maior investimento em reprodução sexuada, tais como corte e queima da vegetação competidora, retirada de epífitas, revolvimento do solo e poda dos galhos velhos (Lins neto 2008). Outra explicação para a maior produção floral no "cultivo" é a possibilidade desta característica ter sido resultado de seleção artificial de fenótipos mais atrativos existentes nas áreas onde são desenvolvidas atividades produtivas. A maior produção de flores por indivíduos submetidos a condições de

manejo já foi documentada para outras espécies arbóreas (Murren 2002, Fuchs et al. 2003, Quesada et al. 2004) e para espécies de Cactaceae como *Stenocereus stellatus* (Casas et al. 1999). As diferenças encontradas no último estudo foram interpretadas como sendo resultado de processos de seleção intencional de indivíduos que produziam mais ramos e mais flores, e conseqüentemente mais frutos, que são o foco da atenção para a espécie.

Além da produção de flores, a fenologia de floração também foi comparada entre populações de *Escontria chiotilla* (Cactaceae) selvagens e manejadas, e apresentaram padrões muito parecidos (Oaxaca-Villa et al. 2006).

A maior a produção de flores hermafroditas nas UMs “serra” e “pasto” coincidiram com os dados de Barreto (2007), que registrou mais flores hermafroditas (2:1), mas sem apontar se a diferença foi significativa estatisticamente nem em relação ao todo de sua amostragem nem em relação às diferentes condições de manejo às quais as populações estavam submetidas. Por outro lado, Nadia et al. (2007) registraram uma proporção de duas flores masculinas para cada flor hermafrodita, porém sem diferenças significativas para a população estudada na caatinga da Paraíba. É possível que o grande desvio padrão encontrado para a média de produção de flores da espécie tenha impossibilitado a identificação de um padrão, sendo necessárias amostras maiores para se chegar a alguma conclusão mais consistente.

O alto número de flores formadas aliado ao fato de que em ambos os tipos florais os estames apresentam grande quantidade de pólen altamente viável (Barreto 2007; Nadia et al. 2007) é visto como uma estratégia da espécie para aumentar a aptidão masculina (Nadia et al. 2007) e suas chances de reprodução e formação de frutos (Barreto 2007).

Apesar da alta produção floral, todas as UMs apresentaram uma produção semelhante e relativamente baixa de frutos. Sutherland e Delph (1984) mostraram, em levantamento sobre padrões de produção de frutos, que existem muitas plantas com taxa de frutificação em torno de 1%. Esta característica também apresentada por *S. tuberosa* é comum em plantas com alto

investimento na atração de polinizadores (Stephenson 1981, Diggle 1993), e interpretada como uma consequência da pressão evolutiva representada pelos fatores limitantes do próprio ambiente rústico da caatinga (Nadia et al. 2007). Barreto (2007), no entanto, registrou uma maior formação de frutos em áreas manejadas, representado neste estudo pela UM “cultivo”, sendo duas vezes maior do que nas áreas não manejadas que correspondiam a áreas de vegetação nativa de caatinga.

Pachira chinata (Jacq.) Alverson (Malvaceae), assim como *S. tuberosa*, também é uma espécie auto-incompatível e produziu mais flores em indivíduos isolados em áreas abertas quando comparados com os de populações de floresta contínua (Fuchs et al. 2003). No entanto, sua frutificação foi duas vezes maior em indivíduos de áreas de vegetação contínua. Neste caso, a alteração do ambiente, ou seja, a fragmentação e conseqüentemente o isolamento de indivíduos desta espécie na paisagem, afetaram negativamente a produção de frutos. Os autores acreditam que o ambiente seco também pode interferir na quantidade de frutos que se desenvolveriam, sendo a umidade o principal fator limitante para as populações isoladas (Fuchs et al. 2003).

Outro exemplo de sucesso reprodutivo alterado por ações antrópicas é o de *Shorea siamensis* Miq.(Dipterocarpaceae) e *Anacardium excelsum* Skeels (Anacardiaceae), que vivem em distintos ambientes e são sujeitas a diferentes regimes de extração para fins madeireiros, apresentando baixo sucesso reprodutivo (Ghazoul e McLeish 2001). A exploração das espécies resultou na diminuição das densidades de suas populações, e o aumento da distância entre as populações das duas espécies fez com que as visitas dos polinizadores ficassem concentradas em indivíduos próximos, realizando fluxo de pólen entre indivíduos aparentados (Ghazoul e McLeish 2001).

Visitantes florais

As maiores taxas de visitação observadas na UM “cultivo”, e realizadas principalmente por polinizadores exóticos ou de ampla distribuição, mostram que as marcantes diferenças entre áreas mais manejadas e menos manejadas não se constituem em uma barreira espacial para a movimentação dos insetos. Apesar de estes tenderem a manter seus ninhos em áreas menos manejadas (Samejima et al. 2004), podem se deslocar para outras áreas mais abertas devido ao seu amplo raio de atividade (Oaxaca-Villa et al. 2006).

A alta frequência de visitas pela abelha exótica *A. mellifera* e espécies do gênero *Trigona*, que são reconhecidas na literatura por causar ruptura de relações entre plantas e seus polinizadores nativos, além de infestações com sérios riscos para a reprodução de plantas cultivadas (Boiça Jr. et al. 2004), pode ter sido positiva para *S. tuberosa*, principalmente com relação aos indivíduos do “cultivo” e do “pasto”. A alta frequência e atividade das abelhas em todas as UMs é respaldada pelo fato de *S. tuberosa* ser uma espécie melitófila (Barreto 2007, Nadia et al. 2007) e isso pode também explicar a formação semelhante de frutos para todas as áreas. Outros estudos apontam a contribuição dessas abelhas para a polinização de muitas outras espécies frutíferas do Brasil (Castro 2006) e de outras espécies nativas da caatinga como *Ziziphus joazeiro* Mart.(Rhamnaceae) (Nadia et al. 2007). Portanto, é patente a necessidade de estudos que investiguem a influência de *A. mellifera* sobre polinizadores nativos.

A partilha de polinizadores com outras plantas pode ser uma das possíveis explicações para a diminuta frequência de visita pela manhã e ausência de visitas à tarde observada na “serra”. Nesta UM foi registrado um número grande de insetos nas flores de *Myracrodruon urundeuva* Alemão (aroeira). A falta de outras espécies em flor nesta UM pode ter contribuído para que estes visitantes se deslocassem para outras UMs.

No “pasto” e no “cultivo”, além de *M. urundeuva*, havia vários indivíduos de *Prosopis juliflora* (SW.) DC. (algaroba), uma espécie que parecia exercer forte atração sobre os insetos,

principalmente *A. mellifera* e *Trigona* sp., em detrimento das flores do umbuzeiro. Outras espécies partilhavam os visitantes florais com *S. tuberosa*, mas não foram tão intensas ao ponto de chamar a atenção, tais como *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (pinhão-bravo), *Lantana camara* L. (chumbinho), *Cnidocolus urens* (L.) Arthur (urtiga braba), *Senegalia bahiensis* (Benth.) Seigler & Ebinger (espinheiro branco), *Mimosa tenuiflora* Benth. (jurema preta), *Chloroleucon extortum* Barneby & J.W. Grimes (jurema branca), *Caesalpinia ferrea* Mart. (jucá), *Erythrina velutina* Willd. (mulungu) e *Ziziphus joazeiro* Mart. (juazeiro). Na caatinga foi registrada a baixa competição por polinizadores entre *S. tuberosa* e *Z. joazeiro*, por causa da baixa similaridade entre suas guildas de polinizadores, o que foi considerado um fator positivo para as duas espécies pelo fato de ambas serem auto-incompatíveis e necessitarem de agentes bióticos para sua fertilização (Leite 2006, Nadia et al. 2007). A diminuição da taxa de visitação a partir do terceiro mês de floração também pode ser explicada pelo início de floração de outras espécies da comunidade, que aparentemente foram preferidas pelos visitantes florais em detrimento de *S. tuberosa*, tais como *M. urundeuva*, *P. juliflora* e *M. tenuiflora*.

A maior similaridade de visitantes florais nas áreas com condições de manejo semelhantes (“cultivo”/”pasto” e “serra”/”base de serra”) pode indicar que estas apresentam semelhanças em relação a fatores que influenciam acesso de visitantes florais, tais como condições abióticas e disponibilidade de recursos no nível de comunidade.

Apesar dos indivíduos do “cultivo” e do “pasto” terem apresentado taxa de formação de frutos semelhante aos das demais UMs, o isolamento desses indivíduos pode, no longo prazo, ser negativo porque proporciona maior insolação e influência de ventos (Saunders et al. 1991), o que pode diminuir as chances de visitação por insetos sensíveis a estas condições. É importante lembrar que no “cultivo” a taxa de visitação foi inversamente proporcional à temperatura, corroborando essa hipótese. Além disso, o isolamento pode dificultar o acesso de

visitantes com raio de atuação curto (Barreto 2007) ou mesmo de insetos nativos que sejam competidores piores que *A. mellifera*.

Conclui-se que, independentemente do tipo de manejo empregado às populações de *S. tuberosa*, aspectos reprodutivos intrínsecos à espécie (floração e frutificação) apresentaram poucos indícios de um processo de separação entre as UMs. No entanto, o aspecto da interação com os polinizadores foi o que se mostrou mais promissor no sentido de compreender como a espécie está sendo afetada pela alteração de habitats, interferindo nos padrões de comportamento e movimentação dos insetos que a visita. Neste sentido, sugere-se uma investigação mais específica sobre o seu principal recurso atrativo de visitantes (néctar) entre as UMs a fim de verificar e estimar a produção desse recurso e sua influência sobre a visitação e competição com outras espécies de plantas.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Prefeitura Municipal do Altinho na figura de Sr. Miguel de Andrade Jr., secretário de Agricultura e Abastecimento, pelo suporte logístico; ao CNPq pela bolsa de Mestrado dada ao primeiro autor, bem como pelo apoio financeiro e bolsa de produtividade em pesquisa dada a U.P. Albuquerque; à Patrícia Muniz de Medeiros, pela contribuição em campo e nas análises estatísticas; Aos alunos do laboratório PLEBEIA (UFPE) pela ajuda na identificação dos insetos; à comunidade do Sítio Carão pela solicitude e receptividade, em especial ao Sr. Alexandre pela fiel companhia em campo.

Referências

Aguilar R, Galetto L (2003) Effects of forest fragmentation on male and female reproductive success in *Cestrum parqui* (Solanaceae). *Oecologia* 138:513-520.

Aguilar R, Asworth L, Galetto L et al (2006) Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and sintesys through a meta-analysis. *Ecol Let* 9:968-980.

Aizen MA, Feinzinger P (1994a) Forest fragmentation, pollination, and plant reproduction in a chaco dry Forest, Argentina. *Ecology* 75:330-351.

Aizen MA, Feinzinger P (1994b) Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral honey bees in Argentine “Chaco Serrano”. *Ecological applications* 4:378-392.

Albuquerque UP (1999) Manejo tradicional de plantas em regiões neotropicais. *Acta Bot Bras* 13: 307-315.

Alencar NL (2008) O papel das plantas exóticas em farmacopéias tradicionais. Dissertação, Universidade Federal de Pernambuco.

Araújo FP, Oliveira VR (2008) Produção de mudas de algumas espécies do gênero *Spondias*: uma alternativa na diversificação da fruticultura de sequeiro. In: Lederman IE, Lira Júnior JS, Silva Júnior, JS (eds) *Spondias* no Brasil: umbu, cajá e espécies afins. Empresa pernambucana de Pesquisa Agropecuária- IPA/UFRPE, Recife.

Araújo EL, Castro CC, Albuquerque UP (2007) Dynamics of Brazilian caatinga – a review concerning plants, environment and people. *Funcional ecosystems and communities* 1:15-28.

Arias-Cóyotl E, Stoner KE, Casas A (2006) Efetiveis of bats as pollinators of *Estenocereus stellatus* (Cactaceae) in wild, managedinsitu, and cultivated populations in La Mixteca Baja, central Mexico. *Am. J Bot* 93: 1675-1683.

Ayres M, Ayres-Jr M, Ayres DL et al (2003) BioEstat 3.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil de Mamirauá, Belém.

Barreto LS (2007) Plano de manejo para conservação do umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) e de seus polinizadores no Território Indígena Pankararé, Raso da Catarina, Bahia, Brasil. Dissertação, Universidade Estadual de Feira de Santana.

Barroso GM (1991) Sistemática de Angiospermas do Brasil. vol. 2. Imprensa Universitária, Viçosa.

Bispo GML (1999) Vegetação e fauna da caatinga no cotidiano do sertanejo umbuzeiro do matuto – Porto da Folha/SE. Curitiba 2: 84-97.

Boiça Júnior AL, Santos TM, Passilongo J (2004) *Trigona sp.spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae) em Espécies de Maracujazeiro: Flutuação Populacional, Horário de Visitação e Danos às Flores. Neotrop Entomol 33:135-139.

Casas A, Valiente-Banuet A, Rojas-Martínez A et al (1999) Reproductive biology and the process of domestication of the columnar cactus *Stenocereus stellatus* in Central México. Am J Bot 86:534-542.

Cascante A, Quesada M, Lobo JJ et al (2002) Effects of dry tropical fragmentation on the reproductive success and genetic structure of the tree *Samanea saman*. Conserv Biol. 16:137-147.

Castro MS (2006) Bee fauna of some tropical and exotic fruits: potential pollinators and their conservation. In: Kevan PG, Imperatriz-Fonseca VL (eds.) Pollinating bees: the conservation link between agriculture and nature. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.

Cavalcanti NB, Resende GM, Brito LTL (2000a) Processamento do fruto do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). Ciência e Agrotecnologia 24:252-259.

Cavalcanti NB, Lima JB, Resende GM et al. (2000b) Ciclo reprodutivo do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) no semi-árido do Nordeste Brasileiro. Revista Ceres 47:421-439.

Cavalcanti NB, Resende GM, Brito LTL (2001) Emergência e crescimento de plântulas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) em diferentes substratos. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA (Boletim de pesquisa).

CONDEPE/FIDEM (2007). Perfil Municipal, Municípios da Região Agreste Central. Disponível em <http://www.municipios.pe.gov.br>. Acessado em 10 de setembro de 2007.

Corbet SA, Fussell M, Ake R et al. (1993) Temperature and the pollinating activity of social bees. Ecol Entomol 18: 17-30.

Couvet D (2001) Deleterious effects of restricted gene flow in fragmented populations. Conserv Biol 16:369-376.

Cunningham SA (2001) Effects of habitat fragmentation on the reproductive ecology of four plant species in Mallee woodland. Conserv Biol 14:758-768.

Diggle PK (1993) Developmental plasticity, genetic variation, and the evolution of andromonoecy in *Solanum hirtum* (Solanaceae). *Am J Bot* 80: 967–973.

Fischer J, Lindenmayer DB (2007) Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. *Global Ecology and Biogeography* 16:265-280.

Fuchs EJ, Lobo JA, Quesada M (2003) Effects of Forest fragmentation and phenology on the reproductive success and mating patterns of the tropical dry forest tree *Pachira quinata*. *Conserv Biol* 17:149-157.

Ghazoul J, McLeish M (2001) Reproductive ecology of tropical forest trees in logged and fragmented habitats in Thailand and Costa Rica. *Plant Ecol* 153:335-345.

Giulietti AM, Harley RM, Queiroz LP et al. (2002) Espécies endêmicas da Caatinga. In: Sampaio EVSB, Giulietti AM, Virginio J et al. (eds.) *Vegetação e Flora da Caatinga*. APNE/CNIP. Associação de Plantas do Nordeste, Recife.

Johnson SD, Collin CL (2004) Factors contributing to variation in seed production among remnant populations of the endangered daisy *Gerbera aurantiaca*. *Biotropica* 36:148-155.

Kolb A, Diekmann M (2005) effects of life-history traits on responses of plant species to forest fragmentation. *Conserv Biol* 19:929-938.

Latouche-Hallé C, Ramboer A, Bandou E et al. (2004) Long-distance pollen flow and tolerance to selfing in a neotropical tree species. *Molecular Ecology* 13:1055-1064.

Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (2003). Ecologia e conservação da caatinga: uma introdução ao desafio. 2003. In: Leal IR, Tabarelli M, Silva JMC (orgs.) Ecologia e conservação da caatinga. Recife: Ed. Universitária da UFPE.

Leite AVL (2006) Sistema reprodutivo de plantas da caatinga: evidências de um padrão. Tesis, Universidade Federal de Pernambuco.

Lins Neto EMF (2008) Usos tradicionais e manejo incipiente de *Spondias tuberosa* Arruda no semi-árido do nordeste do Brasil. Dissertação, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Lira R, Casas A (1998) Uso y manejo de *Ibervillea millspaughii* (Cogn.) C. Jeffrey, *Melothria pendula* L. y otras especies silvestres de la familia Curcubitaceae: posibles procesos de domesticación incipiente. Bol Soc Bot Méx 62:77-89.

Lorenzi H (1998) Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. vol.1. Editora Plantarum, Nova Odessa.

Machado IC, Lopes AV (2004) Floral traits and pollination systems in the caatinga, a brazilian tropical dry forest. Annals of Botany 94:365-376.

Murren C (2002) Effects of habitat fragmentation on pollination: pollinators, pollinia viability and reproductive success. J Ecology 90:100–107.

Nadia TCL, Machado IC, Lopes AV (2007) Polinização de *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae) e análise da partilha de polinizadores com *Ziziphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae), espécies frutíferas e endêmicas da caatinga. Rev Bras Bot 30:89-100.

Oaxaca-Villa B, Casas A, Valiente-Banuet A (2006) Reproductive biology in wild and silvicultural managed populations of *Escontria chiotilla* (Cactaceae) in the Tehuacán Valley, Central Mexico. *Genet Resour Crop Evol* 53:277-287.

Pesci R (2004) Um novo humanismo e planejamento ambiental. In: Menegat R, Almeida G, Satterthwaite D et al. (eds.) *Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades: estratégias a partir de Porto Alegre*. Editora da UFRGS, Porto Alegre.

Quesada M, Stoner KE, Lobo JA et al (2004) Effects of Forest fragmentation on pollinator activity and consequences for plant reproductive success and mating patterns in bat-pollinated bombacaceous trees. *Biotropica* 36:131-138.

Salick, J (1995) Toward an integration of evolutionary ecology and economic botany: personal perspectives on plant/people interactions. *Ann. Missouri Bot. Gard* 82:25-33.

Samejima H, Marzuki M, Nagamitsu T et al. (2004) The effects of human disturbance on a stingless bee community in a tropical rainforest. *Biol Conserv* 120:577-587.

Sampaio EVSB *Uso das plantas da caatinga* (2002). In: Sampaio EVSB, Giuliatti AM, Virgínio J et al. (Orgs.) *Vegetação e flora da caatinga*. Associação Plantas do Nordeste – APNE; Centro Nordestino de Informações sobre Plantas – CNIP, Recife.

Santos, CAF (1997) Dispersão da variabilidade fenotípica do umbuzeiro no semi-árido brasileiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 32:923-930.

Saunders DA, Hobbs RJ, Margules CR (1991) Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conserv Biol* 5:18-32.

Silva JMC, Tabarelli M, (2000) Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. *Nature*, 404:72-73.

Stephenson AG (1981) Flower and fruit abortion: proximate causes and ultimate functions. *Annu Rev Ecol Syst* 12:253-279.

Sutherland S. L. Delph LF (1984) On the importance of male fitness in plants: patterns of fruit-set. *Ecology* 65:1093-1104.

Tabarelli M, Silva JMC, Gascon C (2004). Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. *Biodiversity Conserv*,13:1419-1425.

Valentin JL (2000) *Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Interciência, Rio de Janeiro.

Wiens D, Calvin CL, Wilson CA et al. (1987) Reproductive success, spontaneous embryo abortion, and genetic load in flowering plants. *Oecologia*, 71:501-509.

Wyman M, Gomez Villegas Z, Miranda Ojeda I (2007) Land-use/land-cover change in Yucatán State, Mexico: an examination of political, socioeconomic, and biophysical drivers in Peto and Tzucacab. *Ethnobot Research Applic*, 5:59-66.

Zar JH (1996) Bioestatistical analysis. Prentice-Hall, New Jersey.

LEGENDAS DAS FIGURAS

Fig. 1 – Localização do Município de Altinho, Pernambuco, Brasil.

Fig. 2 – Vista parcial da comunidade do Carão, destacando as unidades de manejo “serra”, “base da serra”, “pasto” e “cultivo” durante a estação seca em Altinho, Pernambuco, Brasil.

Fig. 3 – Formação média de frutos por inflorescência em populações de *Spondias tuberosa* Arruda submetidas a diferentes regimes de manejo em uma área de caatinga em Altinho, Pernambuco, Brasil.

Fig. 4– Análise de agrupamento para a matriz de dados no número total de visitas florais das em populações de *Spondias tuberosa* Arruda. submetidas a diferentes regimes de manejo em uma área de caatinga em Altinho, Pernambuco, Brasil.

Fig. 5- Número médio de visitas florais em populações de *Spondias tuberosa* Arruda submetidas a diferentes regimes de manejo em uma área de caatinga em Altinho, Pernambuco, Brasil.

Fig. 6 – Porcentagem de visitas florais de diferentes grupos de insetos em populações de *Spondias tuberosa* Arruda submetidas a diferentes regimes de manejo em uma área de caatinga em Altinho, Pernambuco, Brasil.

Fig. 7 – Frequência de visitas dos principais polinizadores de populações de *Spondias tuberosa* Arruda submetidas a diferentes regimes de manejo em uma área de caatinga em Altinho, Pernambuco, Brasil.

Fig. 8 – Similaridade das Unidades de Manejo do Solo em função dos visitantes florais registrados em populações de *Spondias tuberosa* Arruda submetidas a diferentes regimes de manejo em uma área de caatinga em Altinho, Pernambuco, Brasil.

Fig. 9 – Similaridade das Unidades de Manejo do Solo em função dos polinizadores em populações de *Spondias tuberosa* Arruda submetidas a diferentes regimes de manejo em uma área de caatinga em Altinho, Pernambuco, Brasil.

Fig. 10 – Percentual de visitação e temperatura média em populações *Spondias tuberosa* Arruda submetidas a diferentes regimes de manejo em uma área de caatinga em Altinho, Pernambuco, Brasil.

Tabela 1 – Comparação da produção de flores por inflorescência (F) e de flores hermafroditas e masculinas de *Spondias tuberosa* Arruda sob diferentes regimes de manejo em uma área de caatinga em Altinho, Pernambuco, Brasil. H: flores hermafroditas; M: flores masculinas.

	F ($\bar{x} \pm D.P.$)	H ($\bar{x} \pm D.P.$)	M ($\bar{x} \pm D.P.$)
Serra	151,48 \pm 49,55 ^a	58,9 \pm 19,95 ^A	41,7 \pm 17,50 ^B
Base da Serra	137,76 \pm 34,26 ^a	58,5 \pm 46,85 ^A	50,4 \pm 17,47 ^A
Pasto	135,32 \pm 39,81 ^a	59,9 \pm 32,46 ^A	34,1 \pm 10,31 ^B
Cultivo	175,70 \pm 39,53 ^b	51,4 \pm 36,87 ^A	46,3 \pm 18,81 ^A

Letras minúsculas diferentes na 1ª coluna apresentam diferenças significativas pelo teste Kruskal-Wallis (p<0,05). Letras maiúsculas diferentes na mesma linha (demais colunas) representam diferenças significativas pelo teste *t* de student (p<0.05).

Tabela 2 – Sucesso reprodutivo de populações de *Spondias tuberosa* Arruda submetidas a diferentes regimes de manejo em uma área de caatinga em Altinho, Pernambuco, Brasil.

	Flores ($\bar{X} \pm \text{D.P.}$)	Frutos ($\bar{X} \pm \text{D.P.}$)	Fruto/Flor (%) ($\bar{X} \pm \text{D.P.}$)
Serra	352.89±67.59 ^a	2.73±2.58 ^a	0.78±0.7 ^a
Base da serra	299.17±70.28 ^a	1.4±0.99 ^a	0.46±0.33
Pasto	400.08±127.77 ^a	1.93±1.62 ^a	0.49±0.42 ^a
Cultivo	350.44±84.7 ^b	1.4±1.3 ^a	0.42±0.41 ^a

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferenças significativas pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0.05$).

Tabela 3 – Visitantes florais de populações de *Spondias tuberosa* Arruda submetidas a diferentes regimes de manejo em uma área de caatinga em Altinho, Pernambuco (UM= unidade de manejo; S= serra; B= Base da serra; P= pasto; C= cultivo; p= pólen; n= néctar).

Visitantes	UM	Recurso coletado	Tipo de agente
HYMENOPTERA			
Apidae			
1- <i>Apis mellifera</i> L.	S,B,P,C	p, n	Polinizador
2- <i>Centris (Trachina) fuscata</i> Lepeletier, 1841	P,C	p, n	Polinizador
3- <i>Frieseomelita</i> sp.	P	p, n	Polinizador
4- <i>Plebeia</i> sp..	B	n	Pilhador
5- <i>Trigona</i> sp.	S,B,P,C	p, n	Polinizador
6- Apidae 1	S,B,P,C	n	Polinizador ocasional
Vespidae			
7- <i>Brachygastra lecheguana</i> (Latreille)	C,P	n	Polinizador
8- <i>Polistes canadensis</i> (L.)	S,B,P,C	n	Polinizador
9- <i>Polybia ignobilis</i> Haliday	S,B,P	n	Polinizador
10- <i>Polybia platycephala</i> Richards	B,P,C	n	Polinizador
11- <i>Zethus mexicanus</i> (L.)	S,B,P,C	n	Polinizador
DIPTERA			
12- Sarcophagidae	S,B,P,C	n	Polinizador
13- Diptera 1	B,P	n	Polinizador ocasional
LEPIDOPTERA			
14- Lepidoptera 1	S	n	Pilhador
15- Lepidoptera 2	B	n	Pilhador
16- Lepidoptera 3	S	n	Pilhador

Tabela 3 continuação

17- Lepidoptera 4	S,P,C	n	Pilhador
18- Lepidoptera 5	B	n	Pilhador
19- Lepidoptera 6	B	n	Pilhador

Figura 1



Figura 2

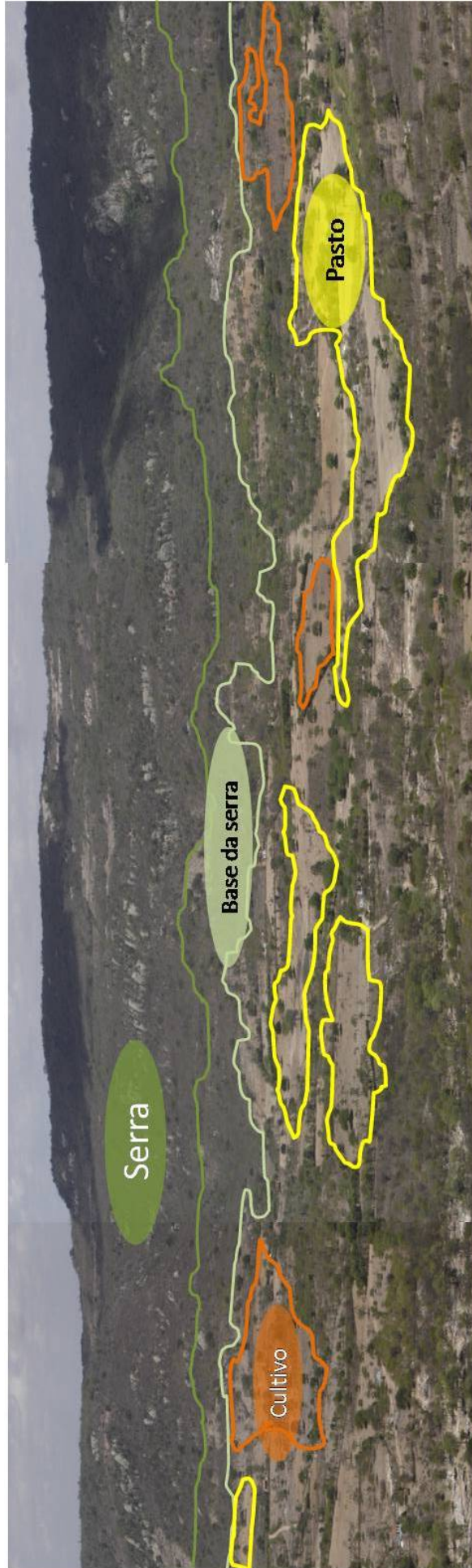


Figura 3

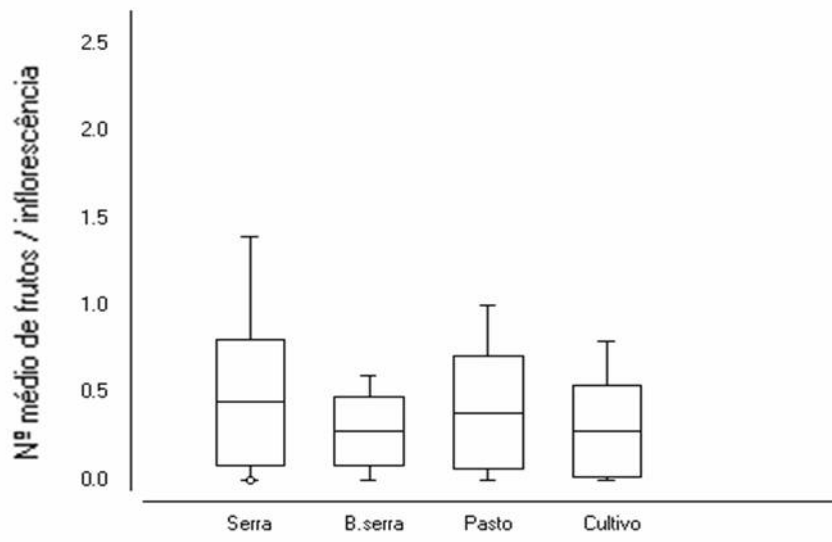


Figura 4

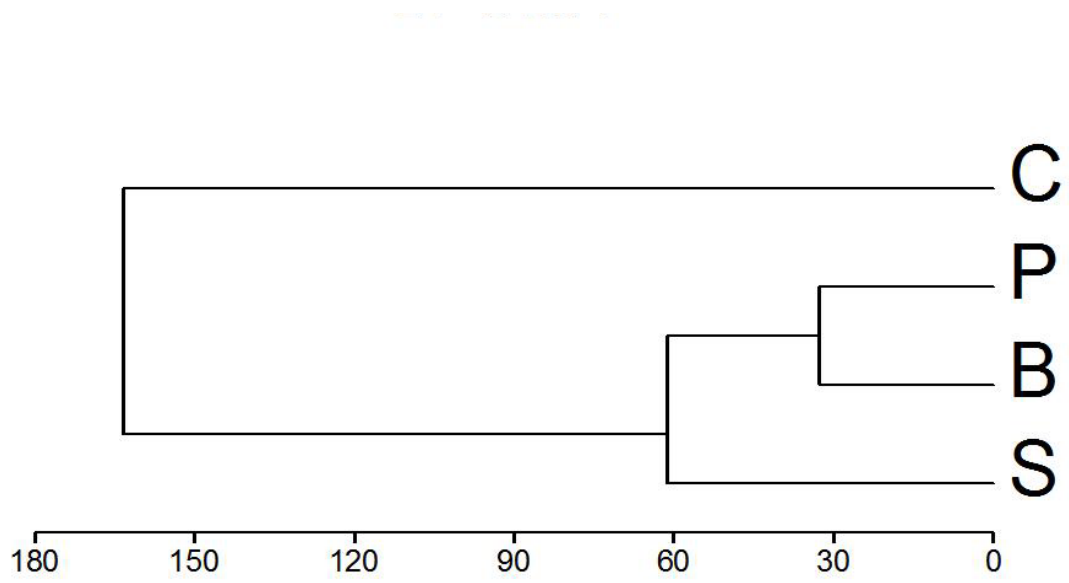


Figura 5

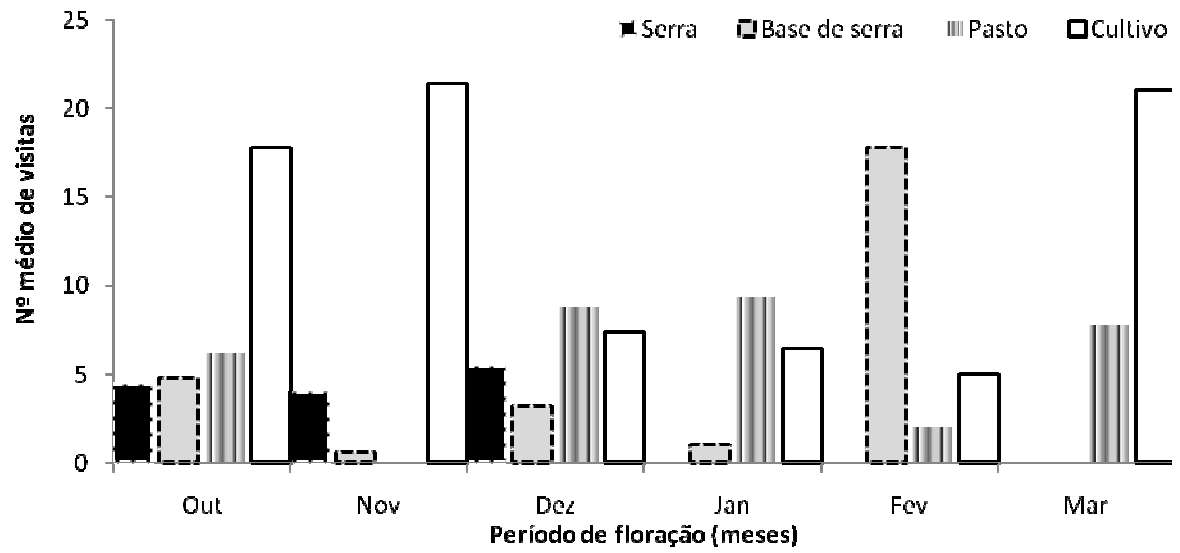


Figura 6

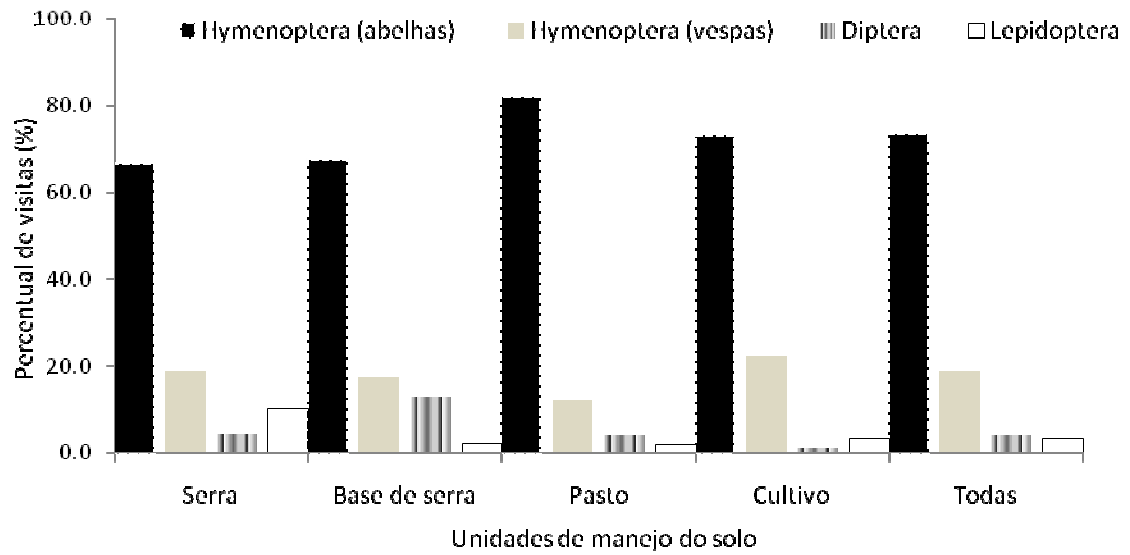


Figura 7

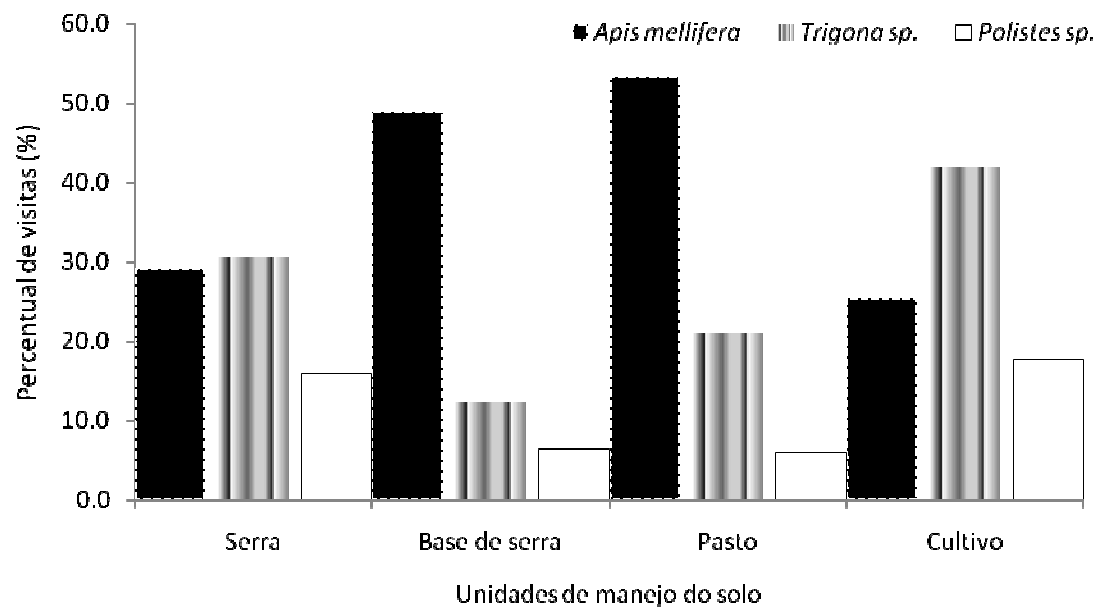


Figura 8

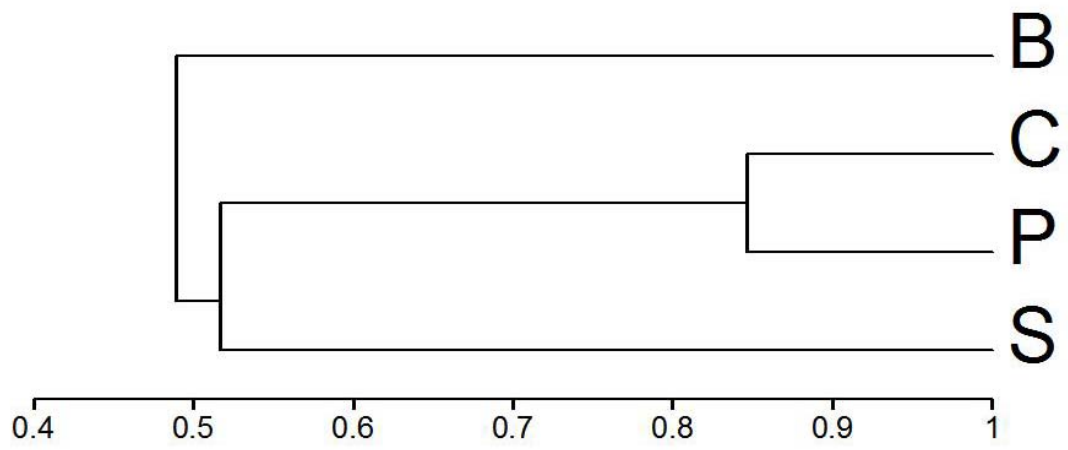


Figura 9

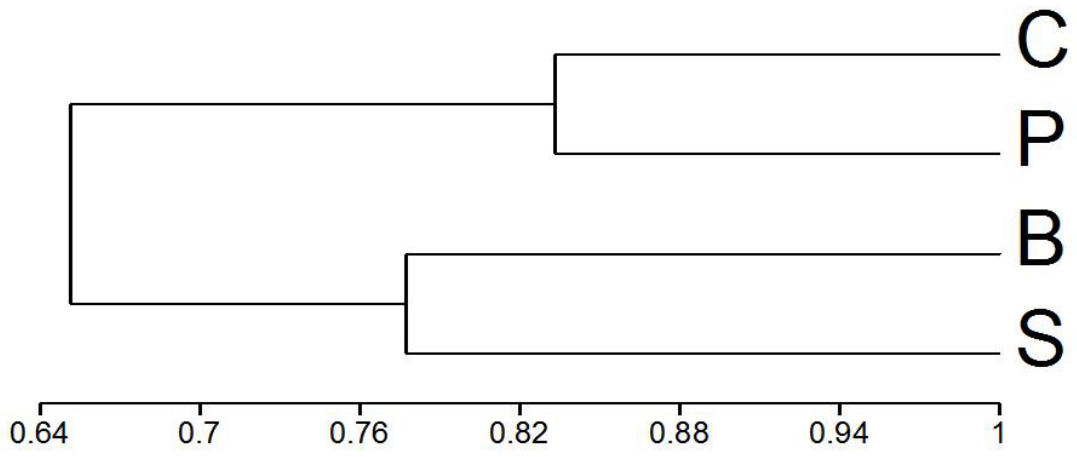
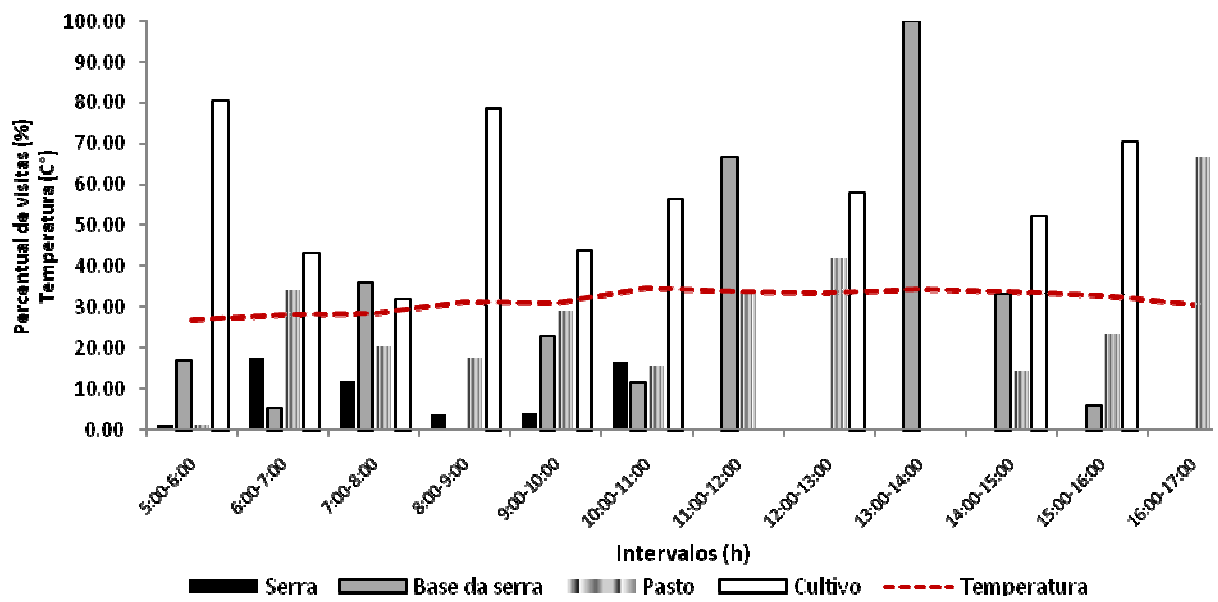


Figura 10



4. ANEXOS

Anexo 1

Normas para publicação na revista
Biodiversity and Conservation

Aims and scope

Biodiversity and Conservation is an international journal devoted to the publication of articles on all aspects of biological diversity, its description, analysis and conservation, and its controlled rational use by humankind. The scope of *Biodiversity and Conservation* is wide and multidisciplinary, and embraces all life-forms. Research papers, as well as Editorials, Comments and Research notes, on biodiversity and conservation and contributions which deal with the practicalities of conservation management, economic, social and political issues and with case studies are welcome. The journal provides a forum for examining the conflict between sustainable development and human dependence on biodiversity, in fields such as agriculture, environmental management and biotechnology. The Editors encourage contributions from developing countries in order to realize proper global perspectives on matters of biodiversity and conservation. The journal also publishes Editorials, Comments and Research notes.

Online Manuscript Submission

Springer now offers authors, editors and reviewers of *Biodiversity & Conservation* the option of using our fully web-enabled online manuscript submission and review system. To keep the review time as short as possible (no postal delays!), we encourage authors to submit manuscripts online to the journal's editorial office. Our online manuscript submission and review system offers authors the option to track the progress of the review process of manuscripts in real time. Manuscripts should be submitted to: <http://bioc.edmgr.com>

The online manuscript submission and review system for *Biodiversity & Conservation* offers easy and straightforward log-in and submission procedures. This system supports a wide range of submission file formats: for manuscripts - Word, WordPerfect, RTF, TXT and LaTeX; for figures - TIFF, GIF, JPEG, EPS, PPT, and Postscript.

NOTE: By using the online manuscript submission and review system, it is NOT necessary to submit the manuscript also in printout + disk.

In case you encounter any difficulties while submitting your manuscript on line, please get in touch with the responsible Editorial Assistant by clicking on "CONTACT US" from the tool bar.

The journal also publishes Editorials, Comments and Research notes. These types of articles should be submitted to the Journals Editorial Office in the usual way, but authors should clearly indicate that they are Editorials, Comments or Research notes.

Electronic figures

Electronic versions of your figures must be supplied. For vector graphics, EPS is the preferred format. For bitmapped graphics, TIFF is the preferred format. The following resolutions are optimal: line figures - 600 - 1200 dpi; photographs - 300 dpi; screen dumps - leave as is. Colour figures can be submitted in the RGB colour system. Font-related problems can be avoided by using standard fonts such as Times Roman, Courier and Helvetica.

Colour figures

Springer offers two options for reproducing colour illustrations in your article. Please let us know what you prefer: 1) Free online colour. The colour figure will only appear in colour on www.springer.com and not in the printed version of the journal. 2) Online and printed colour.

The colour figures will appear in colour on our website and in the printed version of the journal. The charges are EUR 950/USD 1150 per article.

Language

We appreciate any efforts that you make to ensure that the language is corrected before submission. This will greatly improve the legibility of your paper if English is not your first language.

www.springer.com/authors/jrnstylefiles

Manuscript Presentation

The journal's language is English. British English or American English spelling and terminology may be used, but either one should be followed consistently throughout the article. Leave adequate margins on all sides to allow reviewers' remarks. Please double-space all material, including notes and references. Quotations of more than 40 words should be set off clearly, either by indenting the left-hand margin or by using a smaller typeface. Use double quotation marks for direct quotations and single quotation marks for quotations within quotations and for words or phrases used in a special sense.

Number the pages consecutively with the first page containing:

running head (shortened title)

title

author(s)

affiliation(s)

full address for correspondence, including telephone and fax number and e-mail address

Abstract

Please provide a short abstract of 100 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

Key words

Please provide 5 to 10 key words or short phrases in alphabetical order.

Abbreviations

Abbreviations and their explanations should be collected in a list.

Symbols and units

Please use the recommended SI units.

Nomenclature

The correct names of organisms conforming with the international rules of nomenclature must be used. Descriptions of new taxa should not be submitted unless a specimen has been deposited in a recognized collection and it is designated as a type strain in the paper. Biodiversity and Conservation uses the same conventions for the genetics nomenclature of bacteria, viruses, transposable elements, plasmids and restriction enzymes as the American Society for Microbiology journals.

Figures

All photographs, graphs and diagrams should be referred to as a 'Figure' and they should be numbered consecutively (1, 2, etc.). Multi-part figures ought to be labelled with lower case letters (a, b, etc.). Please insert keys and scale bars directly in the figures. Relatively small text and great variation in text sizes within figures should be avoided as figures are often reduced in size. Figures may be sized to fit approximately within the column(s) of the journal. Provide

a detailed legend (without abbreviations) to each figure, refer to the figure in the text and note its approximate location in the margin. Please place the legends in the manuscript after the references.

Tables

Each table should be numbered consecutively (1, 2, etc.). In tables, footnotes are preferable to long explanatory material in either the heading or body of the table. Such explanatory footnotes, identified by superscript letters, should be placed immediately below the table. Please provide a caption (without abbreviations) to each table, refer to the table in the text and note its approximate location in the margin. Finally, please place the tables after the figure legends in the manuscript.

Section headings

First-, second-, third-, and fourth-order headings should be clearly distinguishable but not numbered.

Appendices

Supplementary material should be collected in an Appendix and placed before the Notes and Reference sections.

Notes

Please use endnotes rather than footnotes. Notes should be indicated by consecutive superscript numbers in the text and listed at the end of the article before the References. A source reference note should be indicated by means of an asterisk after the title. This note should be placed at the bottom of the first page.

Cross-referencing

In the text, a reference identified by means of an author's name should be followed by the date of the reference in parentheses and page number(s) where appropriate. When there are more than two authors, only the first author's name should be mentioned, followed by 'et al'. In the event that an author cited has had two or more works published during the same year, the reference, both in the text and in the reference list, should be identified by a lower case letter like 'a' and 'b' after the date to distinguish the works.

Examples:

Winograd (1986, p. 204)
 (Winograd 1986a, b)
 (Winograd 1986; Flores et al. 1988)
 (Bullen and Bennett 1990)

Acknowledgements

Acknowledgements of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section before the References.

References

1. Journal article:

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

2. Inclusion of issue number (optional):

Saunders DS (1976) The biological clock of insects. *Sci Am* 234(2):114-121

3. Journal issue with issue editor:

Smith J (ed) (1998) Rodent genes. *Mod Genomics J* 14(6):126–233

4. Journal issue with no issue editor:

Mod Genomics J (1998) Rodent genes. *Mod Genomics J* 14(6):126–233

5. 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

6. Book, authored:

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

7. Book, edited:

Smith J, Brown B (eds) (2001) *The demise of modern genomics*. Blackwell, London

8. Chapter in a book in a series without volume titles:

Schmidt H (1989) Testing results. In: Hutzinger O (ed) *Handbook of environmental chemistry*, vol 2E. Springer, Berlin Heidelberg New York, p 111

9. Chapter in a book in a series with volume title:

Smith SE (1976) Neuromuscular blocking drugs in man. In: Zaimis E (ed) *Neuromuscular junction*. *Handbook of experimental pharmacology*, vol 42. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp593–660

10. Proceedings as a book (in a series and subseries):

Zowghi D et al (1996) A framework for reasoning about requirements in evolution. In: Foo N, Goebel R (eds) *PRICAI'96: topics in artificial intelligence*. 4th Pacific Rim conference on artificial intelligence, Cairns, August 1996. *Lecture notes in computer science (Lecture notes in artificial intelligence)*, vol 1114. Springer, Berlin Heidelberg New York, p 157

11. Proceedings with an editor (without a publisher):

Aaron M (1999) The future of genomics. In: Williams H (ed) *Proceedings of the genomic researchers*, Boston, 1999

12. Proceedings without an editor (without a publisher):

Chung S-T, Morris RL (1978) Isolation and characterization of plasmid deoxyribonucleic acid from *Streptomyces fradiae*. In: *Abstracts of the 3rd international symposium on the genetics of industrial microorganisms*, University of Wisconsin, Madison, 4–9 June 1978

13. Paper presented at a conference:

Chung S-T, Morris RL (1978) Isolation and characterization of plasmid deoxyribonucleic acid from *Streptomyces fradiae*. Paper presented at the 3rd international symposium on the genetics of industrial microorganisms, University of Wisconsin, Madison, 4–9 June 1978

14. Patent:

Name and date of patent are optional

Norman LO (1998) Lightning rods. US Patent 4,379,752, 9 Sept 1998

15. Dissertation:

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

16. Institutional author (book):

International Anatomical Nomenclature Committee (1966) *Nomina anatomica*. Excerpta Medica, Amsterdam

17. Non-English publication cited in an English publication:

Wolf GH, Lehman P-F (1976) *Atlas der Anatomie*, vol 4/3, 4th edn. Fischer, Berlin. [NB: Use the language of the primary document, not that of the reference for "vol" etc.!]

18. Non-Latin alphabet publication:

The English translation is optional.

Marikhin VY, Myasnikova LP (1977) *Nadmolekulyarnaya struktura polimerov* (The supramolecular structure of polymers). Khimiya, Leningrad

19. Published and In press articles with or without DOI:

19.1 In press

Wilson M et al (2006) References. In: Wilson M (ed) *Style manual*. Springer, Berlin Heidelberg New York (in press)

19.2. Article by DOI (with page numbers)

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med* 78:74–80. DOI 10.1007/s001090000086

19.3. Article by DOI (before issue publication with page numbers)

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

19.4. Article in electronic journal by DOI (no paginated version)

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *Dig J Mol Med*. DOI 10.1007/s801090000086

20. Internet publication/Online document

Doe J (1999) Title of subordinate document. In: *The dictionary of substances and their effects*. Royal Society of Chemistry. Available via DIALOG. [http://www.rsc.org/dose/title of subordinate document](http://www.rsc.org/dose/title%20of%20subordinate%20document). Cited 15 Jan 1999

20.1. Online database

Healthwise Knowledgebase (1998) *US Pharmacopeia*, Rockville. <http://www.healthwise.org>. Cited 21 Sept 1998

Supplementary material/private homepage

Doe J (2000) Title of supplementary material. <http://www.privatehomepage.com>. Cited 22 Feb 2000

University site

Doe J (1999) Title of preprint. <http://www.uni-heidelberg.de/mydata.html>. Cited 25 Dec 1999

FTP site

Doe J (1999) Trivial HTTP, RFC2169. <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc2169.txt>. Cited 12 Nov 1999

Organization site

ISSN International Centre (1999) Global ISSN database. <http://www.issn.org>. Cited 20 Feb 2000

Proofs

Proofs will be sent to the corresponding author. One corrected proof, together with the original, edited manuscript, should be returned to the Publisher within three days of receipt by mail (airmail overseas).

Offprints

Fifty off prints of each article will be provided free of charge. Additional off print scan be ordered by means of an offprint order form supplied with the proofs.

Page charges and colour figures

No page charges are levied on authors or their institutions. Colour figures are published at the author's expense only.

Copyright

Authors will be asked, upon acceptance of an article, to transfer copyright of the article to the Publisher. This will ensure the widest possible dissemination of information under copyright laws.

Permissions

It is the responsibility of the author to obtain written permission for a quotation from unpublished material, or for all quotations in excess of 250 words in one extract or 500 words in total from any work still in copyright, and for the reprinting of figures, tables or poems from unpublished or copyrighted material.

Springer 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 now 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. To publish via Springer Open Choice, upon acceptance please click on the link below to complete the relevant order form and provide the required payment information. Payment must be received in full before publication or articles will publish as regular subscription-model articles. We regret that Springer Open Choice cannot be ordered for published articles.

www.springer.com/openchoice

Additional information

Additional information can be obtained from:

Biodiversity and Conservation

Springer

P.O. Box 17

3300 AA Dordrecht

The Netherlands

Fax: +31-78-6576254

Internet:

www.springer.com