

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL – FT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

**ESTRUTURA E DINÂMICA DE POPULAÇÕES DE
COQUINHO-AZEDO (*BUTIA CAPITATA* (MART.)
BECCARI; ARECACEAE) EM ÁREAS DE EXTRATIVISMO
NO NORTE DE MINAS GERAIS, BRASIL**

VICTOR VINÍCIUS FERREIRA DE LIMA

ORIENTADOR: Dr. ALDICIR SCARIOT

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

BRASÍLIA/DF: MARÇO – 2011.

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL – FT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**ESTRUTURA E DINÂMICA DE POPULAÇÕES DE COQUINHO-
AZEDO (*BUTIA CAPITATA* (MART.) BECCARI; ARECACEAE) EM
ÁREAS DE EXTRATIVISMO NO NORTE DE MINAS GERAIS,
BRASIL**

VICTOR VINÍCIUS FERREIRA DE LIMA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL DA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE
BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA
A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.**

APROVADA POR:

Dr. Aldicir Scariot (Embrapa Cenargen); (Orientador)

Dr. José Roberto Rodrigues Pinto (Universidade de Brasília); (Titular)

Dr. Raimundo Paulo Barros Henriques (Universidade de Brasília); (Titular)

Dr. Daniel Luis Mascia Vieira (Embrapa Cenargen); (Suplente)

Brasília, 25 de março de 2011.

FICHA CATALOGRÁFICA

LIMA, VICTOR VINÍCIUS FERREIRA

Estrutura e Dinâmica de Populações de Coquinho-azedo (*Butia capitata* (Mart.) Beccari; Arecaceae) em áreas de extrativismo no Norte de Minas Gerais, Brasil. 2011.

56p., 210 x 297 mm (EFL/FT/UnB, Mestre, Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Pós-Graduação em Ciências Florestais

- | | |
|---------------------------|-----------------------|
| 1. Ecologia de populações | 2. Extrativismo |
| 2. <i>Butia capitata</i> | 4. Análises de Matriz |
| I. EFL/FT/UnB | II. Título (Série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

LIMA, V. V. F. 2011. Estrutura e Dinâmica de Populações de Coquinho-azedo (*Butia capitata* (Mart.) Beccari; Arecaceae) em áreas de extrativismo no Norte de Minas Gerais, Brasil. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais. Departamento de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 56p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: VICTOR VINÍCIUS FERREIRA DE LIMA

TÍTULO: Estrutura e Dinâmica de Populações de Coquinho-azedo (*Butia capitata* (Mart.) Beccari; Arecaceae) em áreas de extrativismo no Norte de Minas Gerais, Brasil.

GRAU: Mestre

ANO: 2009

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Victor Vinícius Ferreira de Lima

DEDICATÓRIA

Às comunidades agroextrativistas do Norte de Minas. Pessoas que se libertaram da escravatura desenvolvimentista imposta na região, e hoje são os verdadeiros guardiões do Cerrado.

AGRADECIMENTOS

À Deus,

Aos meus pais, Silvana Ferreira e Aneir Adriano Rodrigues de Lima, por sempre apoiar e compreender minhas decisões;

À minha querida companheira Tathiana. Como é bom ter você ao meu lado!

Ao meu orientador e amigo, pois assim o considero, Aldicir Scariot, pela oportunidade, confiança e aprendizado durante todos esses anos;

Aos amigos do Norte de Minas: Álvaro, Seu Jair e família, Carlito, Dona Maria e Seu João e Seu Reginaldo, que me receberam com carinho e afeto e sempre apoiaram o nosso trabalho. Ao Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas Gerais e a Cooperativa Grande Sertão;

Ao Marcelo Brilhante Medeiros, pelas diversas dicas, por sempre ajudar a superar os percalços que vão surgindo ao longo do caminho e, principalmente, por me conceder a bolsa nos primeiros meses de mestrado;

Ao Nilton Ferreira Barbosa, meu companheiro de viagem e professor de campo;

À equipe do Laboratório de Ecologia e Conservação da Embrapa – Cenargen do qual faço parte desde minha graduação;

Ao Maurício pela ajuda nas análises de matriz e ao Renato Armelino pelo algoritmo utilizado para o cálculo do intervalo de confiança;

Ao meu grande amigo Daniel Vieira por sempre estimular minhas perguntas e respostas;

À todos os amigos;

Com amor e amizade, aos amigos da ecologia e da vida: Daniel Vieira, Maurício, Xitão, Giroldo, Dannyel, Daniel “da Belinha”, Belinha, Vanessa, Taciana, Melo, Tiaguinho, Ernesto, Elder, Xandão, Priscila, Anderson Sevilha, Helga, Isabel Figueiredo, Isabel Schmidt pelas conversas, companhia e discussões no laboratório ou na mesa de bar, e novamente a Priscila por iniciar este trabalho.

À Sérgio Noronha pela ajuda no desenvolvimento do mapa;

À Embrapa Cenargen e ao Programa Biodiversidade Brasil-Itália pelo apoio financeiro. À CAPES pela bolsa concedida;

E finalmente, à minha mina, minha filha, meu amor. “Você é assim, um sonho pra mim e quando eu não te vejo, eu penso em você desde o amanhecer até quando eu me deito”.

A TODOS O MEU SINCERO AGRADECIMENTO!

RESUMO

O extrativismo dos frutos de Coquinho-azedo (*Butia capitata* (Mart.) Beccari; Arecaceae) é um importante recurso para a subsistência e geração de renda às comunidades agroextrativistas no Norte de Minas Gerais. Com o objetivo de avaliar o efeito do extrativismo na estrutura e dinâmica populacional de *B. capitata* foram analisadas: i) a distribuição de estádios ontogenéticos e a sua frequência em classes de altura em três populações submetidas a diferentes regimes de coleta e uso da terra; ii) a taxa finita de crescimento (λ) em duas populações sujeitas ao extrativismo comercial; iii) e os estádios e parâmetros demográficos prioritários para a persistência populacional. Modelos matriciais foram utilizados para testar a hipótese de que os atuais níveis de coleta dos frutos não afetam a viabilidade das populações de *B. capitata*. A estrutura populacional foi caracterizada em três áreas de extrativismo, nos municípios de Mirabela, Serranópolis de Minas e Montes Claros, em 25 parcelas permanentes de 10 x 20 m em cada área. Os parâmetros demográficos foram avaliados em Serranópolis de Minas e Mirabela, entre janeiro de 2007 e janeiro de 2010, e usados para calcular a taxa finita de crescimento populacional (λ). Houve diferença significativa na densidade (Tukey, $p < 0,05$) e na distribuição de estádios ontogenéticos (Teste G, $p < 0,001$) entre duas das três populações analisadas. A distribuição em classe de altura diferiu entre as três populações (Teste de Kolmogorov-Smirnov, $p < 0,001$). A taxa de crescimento populacional foi levemente acima de 1,0 (Mirabela: $\lambda = 1,0070$; Serranópolis de Minas: $\lambda = 1,0007$), indicando que estas populações estão estáveis. Segundo análises de elasticidade, a probabilidade de sobrevivência dos reprodutivos é a taxa vital que mais contribuiu para o λ e a estabilidade populacional de *B. capitata*. Simulações nos parâmetros demográficos mostram a alta sensibilidade do λ a qualquer alteração na probabilidade de sobrevivência dos indivíduos reprodutivos, e a baixa sensibilidade do λ a mudanças no potencial reprodutivo da população. Os resultados indicam que a coleta de frutos tem baixo impacto na estabilidade populacional e que os atuais níveis de coleta são sustentáveis para ambas as populações. Análises de elasticidade e análises prospectivas indicam que garantir a sobrevivência dos reprodutivos deve ser o foco para assegurar a sustentabilidade do extrativismo de frutos em *B. capitata*. Entretanto, como os indivíduos reprodutivos não sofrem maiores danos físicos durante a coleta, não há muitas oportunidades para aumentar a sobrevivência desses indivíduos, que é bastante alta. Portanto, além de assegurar a sobrevivência dos indivíduos reprodutivos, proteger os estádios inferiores que, apesar do menor valor de elasticidade, ainda podem ter sua probabilidade de sobrevivência aumentada, seria uma ótima alternativa para aumentar o λ e promover a persistência das populações exploradas e assegurar a sustentabilidade do extrativismo de *B. capitata* no Norte de Minas Gerais.

ABSTRACT

The harvest of “Coquinho - azedo fruits (*Butia capitata* (Mart.) Beccari Arecaceae) is an important source of income and subsistence for extractivists communities in the northern of Minas Gerais State, Brazil. Aiming to evaluate the effect of fruit harvest on population structure and dynamics of *B. capitata* were analyzed: i) the distribution and frequency of ontogenetic stages and height class in three populations under different harvesting regimes and land use; ii) the finite growth rate (λ) in two populations subject to commercial harvest; iii) and stages and demographic parameters priorities for population persistence. Matrix analyses were used to test the hypothesis that current levels of fruit harvesting does not affect populations viability. The population structure was characterized in three areas, in the municipalities of Mirabela, Serranópolis de Minas and Montes Claros, in 2510x20m permanent plots in each area. The demographic parameters, evaluated in Serranópolis de Minas and Mirabela between 2007 to and 2010 were used to calculate the population finite growth rate (λ). Significant differences in density (Tukey, $p<0.05$) and ontogenetic distribution (G test, $p<0.001$) were detected; the height class distribution among the three populations was significantly different (Kolmogorov-Smirnov, $p<0.001$). Population growth rate was slightly above 1.0 (Mirabela: $\lambda=1.007$; Serranópolis de Minas: $\lambda=1.0007$), indicating stable populations. The survival probability of reproductive individuals contributes the most for λ and the stability of *B. capitata* populations. Simulations on the demography parameter indicate high sensitivity of λ to any change in the survival probability of reproductive individuals, and low sensitivity to changes in the reproductive potential of the population. Results suggest that current fruit harvesting levels have low impact on population stability and that can be sustainable. Elasticity and prospective analysis indicate that the survival of reproductive individuals should be the focus to ensure fruit harvesting sustainability of *B. capitata*. However, as the reproductive individuals are not injured during fruit harvesting, there are not many opportunities to increase their survival, which is already high. In addition to ensuring the survival of reproductive individuals, promoting the survival of lower ontogenetic stages, despite their low elasticity value, can contribute to increase λ , promoting populations persistence and ensuring fruit harvesting sustainability in *B. capitata* populations in the northern of Minas Gerais.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUÇÃO GERAL | 1 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 4 |
| ESTRUTURA E DINÂMICA POPULACIONAL DE COQUINHO-AZEDO (<i>Butia capitata</i> (MART.) BECCARI; ARECACEAE) EM ÁREAS EXTRATIVISTAS NO NORTE DE MINAS GERAIS | 8 |
| INTRODUÇÃO | 8 |
| MATERIAIS E MÉTODOS | 10 |
| Caracterização da espécie..... | 10 |
| Área de estudo | 12 |
| Estrutura populacional de <i>Butia capitata</i> | 14 |
| Distribuição espacial | 16 |
| Produção de folhas e Taxa de crescimento absoluto | 17 |
| Dinâmica populacional de <i>Butia capitata</i> | 18 |
| Análises Matriciais..... | 21 |
| RESULTADOS | 23 |
| Estrutura populacional | 23 |
| Distribuição espacial | 24 |
| Produção de folhas e taxa de crescimento absoluto..... | 26 |
| Dinâmica populacional: Modelos Matriciais | 28 |
| DISCUSSÃO | 34 |
| Estrutura populacional | 34 |
| Produção de Folhas e Taxa de Crescimento Absoluto..... | 37 |
| Dinâmica populacional: Análises de Matriz | 38 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 42 |
| Estrutura e Dinâmica Populacional..... | 42 |
| Recomendações para o extrativismo sustentável..... | 43 |
| Recomendações para estudos futuros | 44 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 45 |

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Ocupação do Cerrado (verde) e distribuição de *Butia capitata* (pontos em vermelho) no bioma (Lorenzi *et al.* 2004). Adaptado de Conservation International (2004).....11
- Figura 2: Mapa destacando o Norte de Minas Gerais e as respectivas áreas de estudo: Montes Claros (Abóboras), Mirabela (Fazenda Baixa) e Serranópolis de Minas (Campos). Desenvolvido por Sérgio Noronha, Laboratório de Geoprocessamento, Embrapa/Cenargen.14
- Figura 3: Estádios ontogenéticos em indivíduos de *B. capitata* amostrados no Norte de Minas Gerais nos municípios de Mirabela, Montes Claros e Serranópolis de Minas. A. Plântula; B. Infantil; C. Juvenil; D. Reprodutivo.....16
- Figura 4: Diagrama exemplificando o ciclo de vida e as possibilidades de transição entre os estádios de *Butia capitata* no Norte de Minas Gerais. M = Sobrevivência com permanência no mesmo estágio; P = Sobrevivência com passagem para o próximo estágio; F = Fecundidade, contribuição dos reprodutivos para a entrada de novos indivíduos na população (Caswell 2001)...19
- Figura 5: Proporção de indivíduos em cada estágio ontogenético para três populações de *B. capitata* em áreas de Cerrado no Norte de Minas Gerais. Valores sobre as barras indicam o número de indivíduos amostrados em cada estágio. Letras diferentes indicam diferenças significativas. Pelo teste G de independência ($p < 0.001$).....24
- Figura 6: Distribuição em classe de altura (cm) para plantas de *B. capitata* na região Norte de Minas Gerais. Serranópolis de Minas (n=214), Mirabela (282) e Montes Claros (n=201).. Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov para duas amostras independentes25
- Figura 7: Diagrama de box-plot da taxa de crescimento absoluto (TCA) em plantas de *B. capitata* com folhas pinadas em Serranópolis de Minas (A) e Mirabela (B), no Norte de Minas Gerais. O ponto representa a mediana; a caixa, o segundo e terceiro quartis (50% dos dados); e as linhas verticais o limite superior e inferior.27
- Figura 8: Taxa finita de crescimento e intervalo de confiança (95%) para duas populações de *B. capitata* na região Norte de Minas Gerais. Intervalo demográfico: 2007-2010. A linha pontilhada indica o limite mínimo para considerar como população estável.30
- Figura 9: Resposta da taxa de crescimento populacional (λ) de *B. capitata* à variação no potencial reprodutivo da população. A) Mirabela; B) Serranópolis de Minas. Valores são a mediana e o intervalo de confiança a 95%. Valores são a mediana e o intervalo de confiança a 95%.33
- Figura 10: Resposta da taxa finita de crescimento à diminuição na sobrevivência dos indivíduos reprodutivos. A) Mirabela; B) Serranópolis de Minas. Valores são a mediana e o intervalo de confiança a 95%.....34

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1: Densidade (± 1 DP) de indivíduos por hectare nos referidos estádios em três populações de *B. capitata* em áreas de Cerrado no Norte de Minas Gerais. Análise de variância ($F_{2,71} = 11,73, p < 0,001$). Letras diferentes representam diferenças significativas entre as médias (Tukey, $p < 0,05$).....23
- Tabela 2: Distribuição espacial de acordo com o Índice de Dispersão (I_d) e o Índice de Dispersão de Morisita Padronizado (I_p) em três populações de *B. capitata* no Norte de Minas Gerais. $I_d = 1$, aleatório; > 1 , agregado e; < 1 , uniforme e; $I_p = 0$, aleatório; > 0 , agregado e; < 0 , uniforme. Nível de significância do I_p pelo teste F ($gl = n-1; p < 0,05$)....26
- Tabela 3: Produção de folhas (Média \pm EP) nos estádios Juvenil ($n=10$) e Reprodutivo ($n=20$) em duas populações de *B. capitata* no Norte de Minas Gerais. Teste de Mann-Whitney: Serranópolis de Minas (Teste $U = 3; p < 0,05$); Mirabela (Teste $U = 32; p < 0,05$).27
- Tabela 4: Matriz contendo as probabilidades de transição entre os estádios ontogenéticos de *B. capitata* em Serranópolis de Minas, Mirabela e Dados agrupados. A diagonal principal indica a permanência dos indivíduos no mesmo estádio; a sub-diagonal inferior mostra a probabilidade de transição para o próximo estádio. Os valores qx são as taxas de mortalidade para cada estádio após o intervalo de tempo.29
- Tabela 5: Valor reprodutivo (v_i), distribuição estável de estádios (w_i) e distribuição de estádios observados (obs.) nas populações de *B. capitata* no Norte de Minas Gerais. Letras diferentes indicam diferenças significativas (Teste G) entre a distribuição de estádios observada (obs.) e a distribuição projetada (w_i). Serranópolis de Minas ($G = 6,33, p = 0,096$); Mirabela ($G = 30,88, p < 0,001$).....30
- Tabela 6: Análise de elasticidade para duas populações de *B. capitata* na região Norte de Minas Gerais. Cada valor da matriz representa a sua contribuição específica para a taxa finita de crescimento populacional (λ).32

INTRODUÇÃO GERAL

O extrativismo de produtos florestais não madeireiros (PFNM) contribui para subsistência e geração de renda de milhões de pessoas em todo o mundo (Hall & Bawa 1993, Hiremath 2004, Ticktin 2004). De acordo com a FAO (2000), aproximadamente 80% da população dos países subdesenvolvidos dependem da extração de PFNM para suprir suas necessidades básicas. Recentemente, a extração de PFNM tem ganhado destaque em debates sobre conservação florestal (Ticktin 2004), pois a exploração adequada desses produtos pode ser uma alternativa capaz aliar a geração de renda com a conservação e o uso sustentável dos recursos naturais (Nepstad & Schwartzman 1992, Hiremath 2004, Ticktin 2004).

O uso dos recursos naturais está relacionado aos costumes locais de cada região. No Brasil, a exploração de PFNM por comunidades rurais e tradicionais é uma prática comum e amplamente difundida (Albuquerque *et al.* 2004, Rocha 2004, Schmidt *et al.* 2007, Sampaio *et al.* 2008). Dentro desse contexto, a região do Norte de Minas Gerais tem se destacado por ter no extrativismo de produtos oriundos do Cerrado e da Caatinga uma participação considerável na geração de renda e na segurança alimentar de, aproximadamente, 350 comunidades (Carvalho & Sawyer 2008).

Ocupando aproximadamente 128.000 km², a mesorregião o Norte de Minas Gerais abrange 88 municípios e abriga mais de 1,5 milhão de habitantes (IGBE 2000), sendo a criação de gado extensiva e a agricultura as atividades econômicas com maior impacto na região (Rodrigues 2000). Caracterizado por uma ampla faixa de transição entre os biomas Cerrado e Caatinga (Espírito Santo *et al.* 2009), a região proporciona uma diversidade única de paisagens, possuindo diversas formações vegetacionais e uma variedade de plantas com elevado potencial alimentício e econômico, constituindo-se como um território singular no âmbito dos ecossistemas brasileiros (Gonçalves & Rosa 2005, Carvalho & Sawyer 2008, Espírito Santo *et al.* 2009).

A partir do início da década de 1950, a região passa a sofrer grandes transformações socioeconômicas provocadas principalmente pela criação da Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e, posteriormente, na implantação do programa de modernização política e econômica baseada no tripé: (i) a expansão de projetos agrícolas, (ii) a industrialização e (iii) o reflorestamento com espécies exóticas como *Eucalyptus* e *Pinus* para o abastecimento energético de indústrias siderúrgicas e produção de papel e celulose (Rodrigues 2000, Carvalho & Sawyer 2008). Tais ações acabaram por

gerar consequências negativas como a desigualdade social e econômica entre os municípios, a perda da biodiversidade natural, dos recursos hídricos e de outros serviços ecossistêmicos (Gonçalves 2000, Carvalho & Sawyer 2008). Atualmente, o Norte de Minas Gerais é uma das regiões mais pobres do estado, com um baixo índice de desenvolvimento humano (IDH = 0,69, do Estado = 0,77 e do Brasil = 0,75) (IBGE 2000).

Contrário ao processo desenvolvimentista imposto na região surge, em meados da década de 1980, o CAA-NM (Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas, MG). Formado por pequenos agricultores, lideranças locais e técnicos ambientais, o Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas é uma organização não-governamental que trabalha em prol das comunidades rurais da região, empenhando-se na conquista dos direitos de acesso à terra, água, biodiversidade e oportunidades de mercado, além de valorizar as atividades agroecológicas e o uso sustentável dos recursos naturais do Cerrado e da Caatinga (Gonçalves & Rosa 2005, Carvalho e Sawyer 2008). Com o intuito de restabelecer alternativas que possibilitassem melhores condições de vida às comunidades rurais do Norte de Minas Gerais, o CAA-NM inicia, em 1995, a construção de uma unidade para beneficiamento e comercialização de polpas de frutas nativas e exóticas (Carvalho & Sawyer 2008). Contudo, após o estabelecimento final desta unidade, em 2003, culminando com a criação da Cooperativa de Agricultores Familiares e Agroextrativistas Grande Sertão (CGS), a produção e a comercialização aumentaram consideravelmente, e o abastecimento de alguns frutos nativos à cooperativa começaram a tornar-se escasso (Carvalho e Sawyer 2008).

Dentre as espécies nativas comercializadas pela Cooperativa Grande Sertão, destaca-se a palmeira *Butia capitata* (Mart.) – Beccari, ou Coquinho-azedo, como é popularmente conhecida na região. Os frutos dessa espécie são bastante apreciados e altamente valorizados, o que motiva sua exploração para consumo próprio e para a comercialização e industrialização (Simões *et al.* 2006, Silva 2008a, Moura *et al.* 2010). Atualmente, a polpa de fruto de *B. capitata*, processada e congelada, é vendida pela CGS a R\$ 12,00/kg, enquanto as demais frutas nativas e exóticas são comercializadas a R\$ 6,00/kg.

Devido à ampla aceitação dos produtos de *B. capitata* nos mercados regionais, o extrativismo de seus frutos, além de contribuir para necessidades básicas de subsistência, representa uma fonte de renda extra para várias famílias no norte de Minas Gerais (Simões *et al.* 2006, Silva 2008a, Moura *et al.* 2010). Contudo, a valorização de um produto junto ao mercado regional em diversas ocasiões modifica a demanda de procura e oferta, e cria

situações na qual o recurso torna-se sobre-explorado (Sullivan *et al.* 1995, Rist *et al.* 2010), seja pelo aumento na intensidade de coleta (Sullivan *et al.* 1995, Schmidt *et al.* 2007), ou pelas técnicas de manejo empregados durante a exploração (Hall & Bawa 1993, Weinsteins & Moegenburg 2004, Varghese & Ticktin 2008). Além disso, nem sempre a sustentabilidade econômica assegura a sustentabilidade ecológica e vice-versa (Homma 1993). Dependendo da frequência, intensidade ou parte da planta coletada, bem como das perturbações causadas ao ambiente, o extrativismo de PFMN pode alterar, em diferentes níveis, os processos biológicos da espécie explorada (Hall & Bawa 1993, Ticktin 2004), afetando as taxas vitais dos indivíduos (Guedje *et al.* 2007, Ghimire *et al.* 2008, Schumann *et al.* 2010) e comprometendo os parâmetros demográficos (Dhillion & Gustad 2004, Guedje *et al.* 2007, Rist *et al.* 2010, Delvaux *et al.* 2010) e genéticos das populações (Shaanker *et al.* 2004, Ticktin 2004).

Apesar do intenso uso, tanto para subsistência, como para a comercialização, ainda há carência de análises quantitativas que avaliem o efeito do extrativismo sobre as populações de *B. capitata* (Silva 2008b). Para entender os possíveis impactos causados pelo extrativismo é fundamental conhecer a distribuição, abundância, sobrevivência, taxa de crescimento, potencial produtivo e capacidade regenerativa da espécie, e investigar como estes eventos podem ser influenciados pelo extrativismo (Hall & Bawa 1993, Ticktin 2004, Sampaio *et al.* 2008).

O conhecimento do comportamento demográfico da população é uma excelente ferramenta para a elaboração de técnicas que visem à conservação e o uso sustentável dos recursos naturais (Hall & Bawa 1993, Ticktin 2004, Escalante *et al.* 2004), principalmente aqueles sobre pressão do extrativismo. Com base nesta premissa, este trabalho teve como objetivo foi investigar a dinâmica populacional de *B. capitata* em áreas sujeitas ao extrativismo comercial situadas no Norte de Minas Gerais. Para tanto, através de análises de matriz foram investigados os possíveis efeitos do extrativismo na estabilidade em longo prazo dessas populações. Resultados obtidos poderão servir como subsídio à adoção de práticas de manejo que contribuam para a sustentabilidade ecológica e econômica do extrativismo dos frutos de *B. capitata*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, U. P., ANDRADE, L. H. C. & SILVA, A. C. O. 2004. Use of plant resources in a seasonal dry forest (Northeastern Brazil). *Acta Botânica Brasílica*. 19(1): 27-38.
- ANDERSON, P. J. & PUTZ, F. E. 2001. Harvesting and conservation: are both possible for the palm, *Iriartea deltoidea*? *Forest Ecology and Management* 170: 271-283.
- CARVALHO, I. S. H. & SAWYER, D. R. 2008. A cooperativa grande sertão e as riquezas socioambientais do norte de Minas. In: BERSUSAN, N. *Unindo sonhos: Pesquisas ecossociais do Cerrado*. Brasília. P. 51-66.
- DELVAUX, C., SINSIN, B. & VAN DAMME, P. 2010. Impact of season, stem diameter and intensity of debarking on survival and bark re-growth pattern of medicinal tree species, Benin, West Africa. *Biological Conservation*. 143: 2664-2671.
- DHILLION, S. & GUSTAD, G. 2004. Local management practices influence the viability of the baobab (*Adansonia digitata* Linn.) in different land use types, Cinzana, Mali. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 101: 85-103.
- ESCALANTE, S., MONTANA, C., & ORELLANA, R. 2004. Demography and potential extractive use of the liana palm, *Desmoncus orthacanthos* Martius (Arecaceae), in Southern Quintana Roo, Mexico. *Forest Ecology and Management*. 187: 3-18.
- ESPIRÍTO-SANTO, M. M., SEVILHA, A. C., ANAYA, C. F., BARBOSA, R., FERNANDES, G. W., AZEVEDO, A. S., SCARIOT, A., NORONHA, S. E. & SAMPAIO, C. A. 2009. Sustainability of tropical dry forests: Two case studies in southeastern and central Brazil. *Forest Ecology and Management*. 258: 922-930.
- FAO. 2000. Report of workshop on developing needs-based inventory methods for non-timber forest products. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy.
- GHIMIRE, S. K., GIMENEZ, O., PRADEL, R., McKEY, D. & THOMAS, Y. A. 2008. Demographic variation and population viability in a threatened Himalayan medicinal and aromatic herb *Nardostachys grandiflora* matrix modelling of harvesting effects in two contrasting habitats. *Journal of Applied Ecology*. 45: 41-51.
- GONÇALVES, C. W. P. 2000. As Minas e os Gerais: breve ensaio sobre desenvolvimento e sustentabilidade a partir da geografia do Norte de Minas. In: LUZ, C., DAYRELL,

- Carlos. Cerrado e desenvolvimento: tradição e atualidade. Montes Claros: Centro de Agricultura Alternativa do Norte de Minas. p.19-46
- GONÇALVES, B. & ROSA, H. S. 2005. Cooperativa grande sertão: articulando populações e diversidades do norte de minas gerais. *Agriculturas*. 2(2): 1-5.
- GUEDJE, N. M., ZUIDEMA, P. A., DURING, H., FOAHOM, B. & LEJOLY, J. 2007. Tree bark as a non-timber forest product: The effect of bark collection on population structure and dynamics of *Garcinia lucida* Vesque. *Forest Ecology and Management*. 240: 1-12.
- HALL, P. & BAWA, K. 1993. Methods to assess the impact of extraction of non-timber tropical forest products on plant populations. *Economic Botany*. 47 (3): 234-247.
- HIREMATH, A. J. 2004. The ecological consequences of managing forests for non-timber products. *Conservation & Society*. 2 (2): 211-216.
- HOLM, J. A., MILLER, C. J. & CROPPER-JR, W. P. 2008. Population dynamics of the dioecious Amazonian palm *Mauritia flexuosa*: Simulation analysis of sustainable harvesting. *Biotropica*. 40 (5): 550-559
- HOMMA, A. K. O. 1993. Extrativismo vegetal na Amazônia: Limites e oportunidades. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília. 202p.
- IBGE, 2000. Censo Demográfico 2000 – Resultados do Universo: Malha Municipal 1997. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- MOURA, R. C., LOPES, P. S., JÚNIOR, D. S. B., GOMES, J. G. & PEREIRA, M. B. 2010. Biometria de frutos e sementes de *Butia capitata* (Mart.) Beccari (Arecaceae), em vegetação natural no Norte de Minas Gerais, Brasil. *Biota Neotrópica*. 10 (2): 415-419.
- NEPSTAD, D.C. & SCHWARTZMAN, S. 1992. Non-timber products from tropical forests: evaluation of a conservation and development strategy. New York Botanical Garden, New York.
- RIST, L. BUNBURY, C. N. K., DOGLAY, F. F., EDWARDS, P., BUNBURY, N. & GHAZOUL, J. 2010. Sustainable harvesting of coco de mer, *Lodoicea maldivica*, in the Vallée de Mai, Seychelles. *Forest Ecology and Management*. 260: 2224-2231.

- ROCHA, E. 2004. Potencial ecológico para o manejo de frutos de açazeiro (*Euterpe precatoria* Mart.) em áreas extrativistas no Acre, Brasil. *Acta Amazônica*. 34 (2): 237 – 250. 237 – 250.
- RODRIGUES, L., 2000. Formação Econômica do Norte de Minas e o Período Recente. In: OLIVEIRA, M. F. M., RODRIGUES, L., MACHADO, J. M. A. & BOTELHO, T. R. (Eds.), Formação Social e Econômica do Norte de Minas Gerais. Editora Unimontes, Montes Claros. p. 105–170.
- SAMPAIO, M. B., SCHMIDT, I. B. & FIGUEIREDO, I. B. 2008. Harvesting effects and population ecology of the Buriti palm (*Mauritia flexuosa* L. f., Arecaceae) in the Jalapão region, Central Brazil. *Economic Botany*. 62(2): 171–181.
- SCHMIDT, I.B., FIGUEIREDO, I.B. & SCARIOT, A. 2007. Ethnobotany and effects of harvesting on the population ecology of *Syngonanthus nitens* (Bong.) Ruhland (Eriocaulaceae), a NTFP from Jalapão region, Central Brazil. *Economic Botany*. 61: 73-85.
- SCHUMANN, K., WITTIG, K., THIOMBIANO, A., BECKER, U. & HAHN, K. 2010. Impact of land-use type and bark- and leaf-harvesting on population structure and fruit production of the baobab tree (*Adansonia digitata* L.) in a semi-arid savanna, West Africa. *Forest Ecology and Management*. 260: 2035-2044.
- SHAANKER, R. U., GANESHIAH, K. N., NAGESWARA, M. & ARAVIND, N. A. 2004. Ecological consequences of forest use: From genes to ecosystem – A case study in the Biligiri Rangaswamy Temple Wildlife Sanctuary, South India. *Conservation & Society*. 2 (2): 347-363.
- SILVA, P. A. D. 2008a. O Coquinho-Azedo no Norte de Minas Gerais – ecologia populacional e botânica econômica. In: BERSUSAN, N. Unindo sonhos: Pesquisas ecossociais do Cerrado. Brasília. P. 85-96.
- SILVA, P. A. D. 2008b. Ecologia populacional e botânica econômica de *Butia capitata* (Mart.) Beccari no Cerrado do norte de Minas Gerais. Dissertação de mestrado – Universidade de Brasília. Brasília. 108 p.
- SIMÕES, M. O. M., FONSECA, R. S., RIBEIRO, L.M. & NUNES, Y.R. 2006. Biologia reprodutiva de *Butia capitata* (Mart.) Beccari (Arecaceae) em uma área de cerrado no norte de Minas Gerais. *Unimontes Científica*. 8 (2).

- SULLIVAN, S., KONSTANT, L. & CUNNINGHAM, A. B. 1995. The impact of utilization of palm products on the population structure of the vegetable ivory palm (*Hyphaene petersiana*, Arecaceae) in North Central Namibia. *Economic Botany*. 49 (4): 357-370.
- TICKTIN, T. 2004. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. *Journal of Applied Ecology*. 41: 11-21.
- VARGHESE, A. & TICKTIN, T. 2008. Regional variation in non-timber forest product harvest strategies, trade, and ecological impacts: The case of Black Dammar (*Canarium strictum* Roxb.) use and conservation in the Nilgiri Biosphere Reserve, India. *Ecology and Society*. 13(2): 11
- WEINSTEINS, S. & MOEGENBURG, S. 2004. Açai palm management in the Amazon Estuary: course for conservation or passage to plantations? *Conservation & Society*. 2 (2): 315-346.

ESTRUTURA E DINÂMICA POPULACIONAL DE COQUINHO-AZEDO (*Butia capitata* (MART.) BECCARIA, ARECACEAE) EM ÁREAS EXTRATIVISTAS NO NORTE DE MINAS GERAIS, BRASIL

INTRODUÇÃO

O uso sustentável de produtos florestais não madeireiros (PFNM) depende de fatores ecológicos e socioeconômicos (Rai & Uhl 2004, Ticktin 2004, Weinsteins & Moegenburg 2004). Um aumento na demanda de mercado, ao mesmo tempo em que agrega valor ao produto (Schmidt *et al.* 2007, Afonso & Angelo 2009), modifica também a natureza de sua utilização (Schmidt *et al.* 2007, Rist *et al.* 2010), assim como as intervenções de manejo dentro do ecossistema (Weinsteins & Moegenburg 2004, Schroth *et al.* 2006). Embora o extrativismo de produtos florestais não madeireiros tenha sido considerado economicamente e ecologicamente viável (Nepstad & Schwartzman 1992; Redford & Padoch 1992), a coleta desses produtos, dependendo da intensidade, frequência e parte da planta coletada, pode alterar em diferentes níveis os processos ecológicos da espécie alvo (Hall & Bawa 1993, Ticktin 2004, Varghese & Ticktin 2008, Delvaux *et al.* 2010).

As palmeiras estão entre as plantas com maior utilidade para as populações humanas (Kahn 1991, Henderson *et al.* 1995, Lorenzi *et al.* 2004), fornecendo uma ampla variedade de PFNM (Reis 2000, Sampaio *et al.* 2008, Holm *et al.* 2009, Arango *et al.* 2010). Na região Norte de Minas Gerais, o extrativismo dos frutos da palmeira *Butia capitata* (Mart.) Beccari – Arecaceae, popularmente conhecida como Coquinho-azedo, por comunidades agroextrativistas é uma prática comum (Silva 2008a, Moura *et al.* 2010). Devido à ampla aceitação no mercado regional, a comercialização desses frutos representa importante fonte de renda para várias famílias da região, principalmente àquelas mais pobres (Silva 2008a, Moura *et al.* 2010). No entanto, a continuidade do extrativismo de *B. capitata* pode estar comprometida pela conversão dos ecossistemas naturais em áreas de pastagem, o reflorestamento com espécies exóticas (Carvalho & Sawyer 2008) e as limitações no processo de regeneração das populações exploradas (Silva 2008).

Entender o comportamento demográfico e os possíveis efeitos do extrativismo na estabilidade das populações é o primeiro passo para tentar garantir a conservação e o uso sustentável do recurso explorado (Hall & Bawa 1993, Peres *et al.* 2003, Ticktin 2004, Avocèvou-Ayisso *et al.* 2009, Rist *et al.* 2010). Dentro deste contexto, modelos matriciais baseados em análises demográficas (Casweel 2001) podem ser importantes ferramentas

para avaliar os possíveis impactos do extrativismo na dinâmica populacional e prever quais os parâmetros demográficos mais importantes para a manutenção da população (Pinard & Putz 1992, Bernal 1998, Rodríguez-Buriticá *et al.* 2005, Portela *et al.* 2010). Modelos matriciais são comumente usados para projetar a taxa de crescimento populacional (λ), uma medida de aptidão da população sob um ambiente particular (Caswell 2001). Valores de λ maior que 1,0 indicam que população está crescendo e é frequentemente usado para aferir que os níveis de exploração podem ser considerados sustentáveis (Bernal 1998, Rocha & Viana 2004, Arango *et al.* 2010).

Mudanças nos parâmetros demográficos, mesmo quando feitas na mesma proporção, têm diferentes impactos sobre a taxa de crescimento populacional (Caswell 2000, Zuidema *et al.* 2007). A importância de cada parâmetro demográfico para a taxa de crescimento pode ser quantificada através das análises de elasticidade e análises de perturbação (Silvertown *et al.* 1993, Caswell 2000, de Kroon *et al.* 2000, Zuidema *et al.* 2007). Análises que permitem identificar a sensibilidade do λ às mudanças nos parâmetros demográficos causados tanto por intervenções antrópicas, como por fatores ambientais (Caswell 2000, Zuidema *et al.* 2007), e ajudam a direcionar estratégias de manejo prioritárias para a conservação da espécie (Caswell 2000, de Kroon *et al.* 2000, Zuidema *et al.* 2007).

Apesar da ampla ocorrência das palmeiras de *B. capitata* em áreas de Cerrado no Norte de Minas Gerais e o intenso uso de seus frutos pelas comunidades agroextrativistas da região, poucos estudos tem focado na ecologia da espécie e o impacto do extrativismo sobre as populações exploradas ainda permanece desconhecido. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estrutura e a dinâmica populacional de *B. capitata* em áreas extrativistas no Norte de Minas Gerais. Para tanto, foram analisadas as questões: i) Qual a distribuição de estádios ontogenéticos e classes de altura em três populações submetidas a diferentes regimes de coleta e tipos de uso da terra; ii) Qual a taxa finita de crescimento (λ) em duas populações sujeitas ao extrativismo comercial e; iii) Quais os estádios e os parâmetros demográficos prioritários para a persistência populacional. Modelos matriciais foram aplicados para testar a hipótese de que os atuais níveis de coleta dos frutos não afetam a viabilidade das populações de *B. capitata*. Respostas a estas questões podem subsidiar ações de manejo capazes de contribuir com a sustentabilidade ecológica e econômica do extrativismo de *B. capitata*, e revelar se os atuais níveis de coleta podem comprometer a persistência em longo prazo dessas populações.

MATERIAIS E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA ESPÉCIE

O gênero *Butia* é uma monocotiledônea pertencente à família Arecaceae. O gênero de nove espécies é nativo da América do Sul (Henderson *et al.* 1995). Popularmente conhecida como Butiá ou Coquinho-azedo, *Butia capitata* (Mart.) Beccari é uma palmeira da subfamília Arecoideae, tribo Cocoeae, subtribo Butiinae (Jones, 1995). No Brasil, a espécie ocorre principalmente nos estados da Bahia, Goiás e Minas Gerais, em áreas de Cerrado (Figura 1), geralmente em solos arenosos (Lorenzi *et al.* 2004); no sul do país nos estados de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande Sul, crescendo junto à vegetação de restinga; e no Uruguai, ocorrendo em solos gleizados e solos planos relativamente inundados (Chebataffoff 1971 *apud* Rivas & Barilani 2004). Contudo, há certa dubiedade sobre o epíteto específico das populações de *Butia* no sul do país e no Uruguai, onde alguns autores a reconhecem como outra espécie, *Butia odorata* (Henderson *et al.* 1995, Lorenzi *et al.* 2004).

B. capitata é uma palmeira monóica de comportamento heliófilo, de estipe aéreo solitário com 1 a 4 m de altura e recoberto pelos resquícios das bainhas foliares (Lorenzi *et al.* 2004, Martins *et al.* 2010). Suas folhas são pinadas e fortemente arqueadas formando um “V”, com pecíolo apresentando pequenos dentes nas margens (Henderson *et al.* 1995, Lorenzi *et al.* 2004, Martins *et al.* 2010, Marcato & Pirani 2006). A distribuição da espécie é agregada, formando densas manchas ao longo da paisagem (Silva 2008b).

B. capitata têm crescimento lento, atingindo a idade reprodutiva aos oito anos (Martins *et al.* 2010). A espécie floresce entre março a setembro, as inflorescências são do tipo panículas, protegidas por uma grande bráctea, as flores são unissexuais, pistiladas, de coloração amarelo-branqueado, medindo aproximadamente 8 mm de comprimento e 6 mm de largura (Lorenzi *et al.* 2004, Marcato & Pirani 2006, Martins *et al.* 2010). A frutificação ocorre entre junho a janeiro, os frutos são do tipo drupa, o epicarpo quando maduro apresenta tonalidade amarelada, avermelhada ou arroxeada, o mesocarpo é carnoso, o endocarpo lenhoso, contendo no seu interior de uma a três sementes; os frutos são classificados como climatérios, que devido à ação auto-catalítica do etileno, continuam o processo de maturação mesmo após destacar-se da planta mãe (Broschat 1998, Lorenzi *et al.* 2004, Marcato & Pirani 2006, Amarante & Megguer 2008, Moura *et al.* 2010, Martins *et al.* 2010). A polpa dos frutos é bastante fibrosa, de sabor azedo a adocicado, rica em

vitamina C, pró-vitamina A, potássio e lipídios (Faria *et al.* 2008a). A amêndoa da semente apresenta alto teor de lipídios, gorduras, fósforo e potássio (Faria *et al.* 2008b). Devido à rigidez do endocarpo, as sementes demoram até dois anos para germinar, o que pode dificultar a disseminação natural da espécie (Carpenter 1988, Broschat 1998, Pedron *et al.* 2004,).

Os frutos de *B. capitata* são durante certo período do ano, mais especificadamente entre outubro e fevereiro, importante recurso alimentício para a fauna silvestre, tendo como principais dispersores aves, mamíferos e coleópteras (Rosa *et al.* 1998). O fruto é bastante apreciado na região Norte de Minas Gerais, tanto para consumo *in natura*, como na forma de polpa para o preparo de sucos e picolés, entre outros, representando uma importante fonte de renda para as populações rurais durante a safra (Simões *et al.* 2006, Silva 2008a, Moura *et al.* 2010). A grande quantidade de nutrientes e de fibras no fruto e na amêndoa contribui para o uso na confecção de doces, pães e biscoitos, dando textura e aumentando o potencial nutricional desses produtos (Faria *et al.* 2008a, Faria *et al.* 2008b). As folhas fornecem fibras finas e resistentes, usadas na fabricação de vassouras, cestos, cordas e estofados (Reitz 1974).

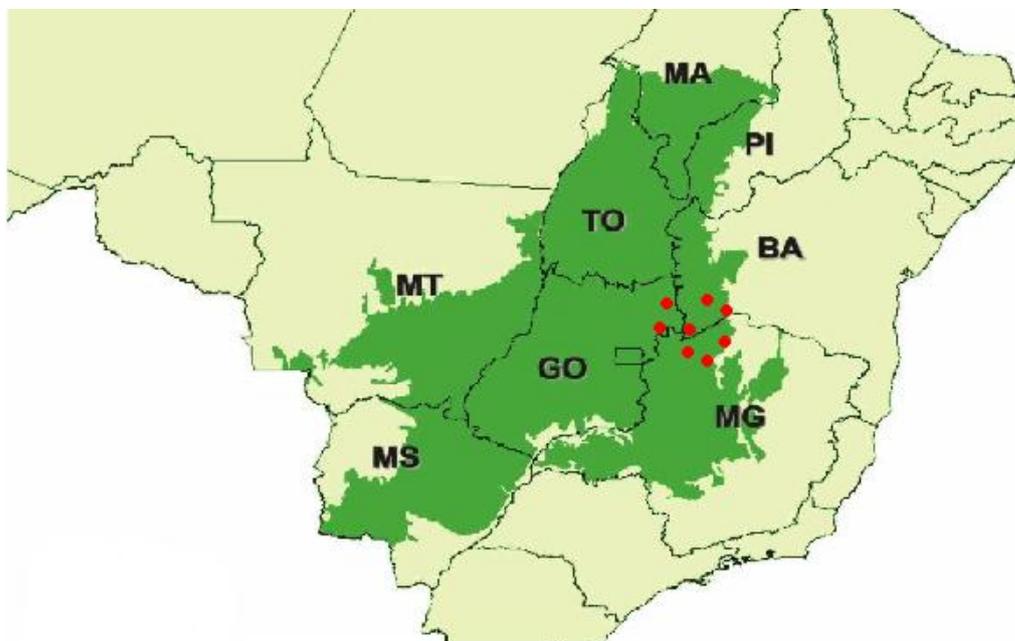


Figura 1: Ocupação do Cerrado (verde) e distribuição de *Butia capitata* (pontos em vermelho) no bioma (Lorenzi *et al.* 2004). Adaptado de Machado *et al.* 2004.

ÁREA DE ESTUDO

A definição das áreas de estudo, feita com a participação do Centro de Agricultura Alternativa (CAA-NM), levou em consideração à atividade extrativista, o acesso ao local e a integração dos agroextrativistas com a pesquisa a ser desenvolvida. As três populações de *B. capitata* estudadas situam-se em áreas de Cerrado no Norte de Minas Gerais, Meso região Norte de Minas, nos municípios de Montes Claros, Mirabela e Serranópolis de Minas (Figura 2).

A primeira área localiza-se no povoado de Abóboras (16°54'8.52"S 44°4'15.36"W), a 27 km do perímetro urbano de Montes Claros, município de maior importância econômica no Norte de Minas. O município está a uma altitude média de 678 m, clima Tropical semi-árido, chuvas concentradas de outubro a março, com precipitação anual de 1.100mm e temperatura média de 24,4° C (INMET 2010). Os principais tipos de solo nesta área são latossolo vermelho e neossolo quartzarênico.

No local, a população de *B. capitata* ocorre em uma vegetação ecótona entre cerrado típico (*sensu stricto*) e mata de galeria, junto a outras espécies típicas como o Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.); Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC); Mangaba (*Hancornia speciosa* - Gomes); Coco catulé (*Attalea geraensis* Barb. Rodr.); Lobeira (*Solanum lycacarpum* St. Hil.); Macaúba (*Acrocomia acuelata* (Jacq.) Lodd ex Mart.); Copaíba (*Capaifera langsdorffii* Desf.); entre outras.

O extrativismo de frutos do Cerrado nesta área ocorre há mais de 30 anos, porém, a principal área de coleta pertence à reserva legal da Somai Nordeste S/A, empresa privada instalada no local. Um acordo entre a empresa e os moradores permite o livre acesso e o extrativismo na área. Entretanto, este acordo só tornou-se possível após anos de luta e reivindicações por parte dos moradores de Abóboras, que por inúmeras vezes viram-se prejudicados pelas ações e o monopólio da empresa (Carvalho & Sawyer 2008).

A segunda área de estudo está localizada na comunidade rural de Campos (15°53'45.59"S 42°49'22.88"W), município de Serranópolis de Minas, Serra do Espinhaço Meridional, a 200 km de Montes Claros. O local encontra-se a 910 m de altitude; o clima é classificado como Tropical quente semi-úmido, com 4 e 5 meses sem chuva e temperatura média anual de 25°C (IBGE 2008).

Na região de Serranópolis de Minas a vegetação é de transição entre os biomas de Cerrado e Caatinga, predominando as fitofisnomias de cerrado típico e cerrado rupestre. Os principais tipos de solo são o Latossolo vermelho, o Neossolo Quartzarênico e

afloramento rochoso derivado de quartzito. Na área, além de *B. capitata*, as espécies vegetais mais comuns são Arnica (*Lychnophra* sp), Caviúna (*Dalbergia miscolobium* Benth.), Coco catulé (*Attalea geraensis* Barb. Rodr.), Cagaita (*Eugenia dysenterica* DC), Pimenta de macaco (*Xylopia aromatica* (Lam.) Mart.), Carne-de-vaca (*Roupala montana* Aubl.), Ipê – amarelo - do - cerrado (*Tabebuia ochracea* Cham.).

Em Serranópolis de Minas, há uma comunidade descendente de quilombolas no povoado de Campos, que há quase 18 anos praticam o extrativismo dos frutos de *B. capitata* (Silva 2008a). Porém, a coleta não era constante, e somente a partir de 2002, quando os extrativistas passaram a fornecer frutos para a Cooperativa Grande Sertão, a coleta começou a ser mais freqüente e intensa (Silva 2008a).

A terceira área está localizada em uma fazenda particular, Fazenda Baixa (16°16'2.31''S 44°11'45.14''W), no município de Mirabela, a 70 km de Montes Claros. A área, com aproximadamente 50 ha de vegetação nativa de Cerrado, localiza-se a uma altitude média de 789 m, clima Tropical semi-árido, com o período de chuva ocorrendo de outubro a março, precipitação média anual de 1.060 mm e temperatura média anual de 22,4° C (IBGE 2008). No local não havia o extrativismo comercial de frutos de *B. capitata* e a fazenda era usada basicamente para a criação de gado e retirada de madeira. No entanto, a partir de 2006, o processo de utilização da fazenda muda completamente. A criação de gado é interrompida, o proprietário passa a investir na comercialização dos frutos de *B. capitata*, fornecendo inicialmente à CGS e posteriormente fortalecendo parcerias para o processamento e fornecimento da polpa a particulares.

Na fazenda, *B. capitata* cresce junto à vegetação de cerrado típico perturbada, em solo Neossolo Quartzarênico. Algumas das espécies vegetais presentes na área são Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), Rufão (*Peritassa campestris* (Cambess.) A.C.Sm.), Panã (*Annonacrasiflora* Mart.), Barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville), lixeira (*Curatella americana* L.), Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), jatobá (*Hymenostignocarpa* Mart. ex Hayne.), Tingui (*Magonia pubescens* St.-Hil.), Pacari (*Lafoensiapacari* St. Hil.), Lobeira (*Solanum lycocarpum* St. Hil.) e Macambira (*Bromelia* sp), entre outras.

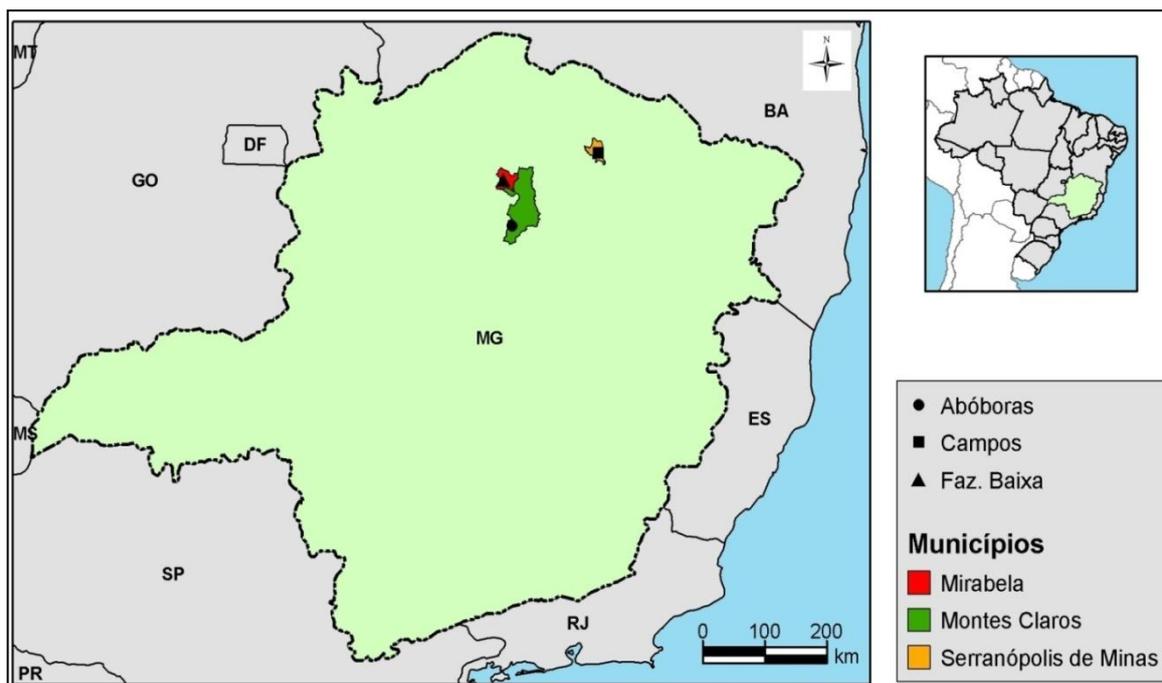


Figura 2: Mapa destacando o Norte de Minas Gerais e as respectivas áreas de estudo: Montes Claros (Abóboras), Mirabela (Fazenda Baixa) e Serranópolis de Minas (Campos). Desenvolvido por Sérgio Noronha, Laboratório de Geoprocessamento, Embrapa/Cenargen.

ESTRUTURA POPULACIONAL

A caracterização do ciclo de vida de um organismo não se dá apenas por sua idade cronológica, mas também por diversas propriedades morfológicas, fisiológicas e bioquímicas que, de alguma forma, representam um momento particular do seu desenvolvimento, denominado estágio ontogenético (Gatsuk *et al.* 1980, Carvalho *et al.* 1999). Em alguns organismos com ciclo de vida mais complexo, a idade não é o melhor preditor para representar o estado de desenvolvimento do indivíduo e da população (Gatsuk 1980, Caswell 2001). Diferentes características têm sido utilizadas para representar adequadamente os estádios de uma planta. Além das características morfologias e fisiológicas, história de vida e medidas quantitativas podem auxiliar na definição dos estádios (Bernacci *et al.* 2008).

Em palmeiras, o número de folhas vivas e a partição do limbo foliar (Bernacci *et al.* 2008); o comprimento da folha (Widyatmoko *et al.* 2005); o comprimento do estipe e o comprimento vertical da copa (Sampaio & Scariot 2008); a altura total; aspectos vegetativos e reprodutivos (Pinard 1993, Rocha 2004, Silva 2008b) são comumente usados

para definir os estádios de vida. No presente estudo, a definição dos estádios ontogenéticos (Figura 3) foi baseada nos caracteres macro-morfológicos como morfologia foliar, altura e evidência de estruturas reprodutivas (Silva 2008b). Com base nesses parâmetros os indivíduos amostrados foram classificados nos seguintes estádios:

- Plântula – indivíduos com aparente dependência nutricional da semente, presença de um a cinco eófilos, inteiros, lanceolados, sem folhas pinadas.
- Infantil – plantas com folhas pinadas, cujas pinas e nervura central são mais finas e menores que as dos próximos estádios, sem restos de bainhas e pecíolos.
- Juvenil – todas as folhas pinadas, com restos de bainhas e pecíolos, sem estipe exposto; ausência de estruturas reprodutivas ou evidências anteriores destas. Não foram observadas plantas não reprodutivas com estipe exposto.
- Reprodutivo – todas as folhas pinadas, com restos de bainhas e pecíolos, com ou sem estipe exposto; presença de estruturas reprodutivas ou evidência de reprodução anterior.

Para caracterizar a estrutura populacional de *B. capitata*, foram instaladas em cada área de estudo 25 parcelas permanentes de 10 x 20 m dispostas a intervalos de 40 a 50 m, ao longo das trilhas utilizadas pelos extrativistas. Como as populações estudadas ocorrem em manchas, as parcelas foram estabelecidas dentro da faixa de ocorrência da espécie. Em Serranópolis de Minas e Mirabela, a população de *B. capitata* foi amostrada em janeiro de 2007e, posteriormente, reamostradas em agosto de 2008 e janeiro de 2010. Em Montes Claros, a amostragem foi feita apenas em janeiro de 2010, já que a população foi encontrada em junho de 2009.

Os indivíduos foram classificados em estádios ontogenéticos, etiquetados com placa de alumínio, contabilizado o número de folhas vivas e mensurado a altura, com exceção do estádio plântula, medida da base no solo até o ponto de inserção da folha flecha. Folha flecha é a folha fechada, ainda em formação, onde se encontra o meristema apical (Rosa *et al.* 1998). No vértice superior direito interno foi delimitada uma sub-parcela de 5 x 5 m, utilizada para amostragem de plântulas e o recrutamento de novos indivíduos. Como plântulas não apresentarem folha flecha, foi atribuído à altura de 1,0 cm aos indivíduos pertencentes a este estádio.

A densidade de *B. capitata* entre as três populações foi comparada através da análise de variância (ANOVA) (Zar 1999). Já a proporção de indivíduos em cada estágio ontogenético nas três populações foi comparada pelo teste G (Sokal & Rohlf 1995). A diferença na distribuição em classes de altura entre as três populações estudadas foi testada utilizando-se o teste de Kolmogorov – Smirnov para duas amostras independentes (Sokal & Rohlf 1995). O teste compara a diferença entre duas distribuições, e sua hipótese nula é de que as amostras são distribuídas identicamente. Assim o teste é sensível à diferença na frequência, alocação, dispersão e assimetria dos dados (Sokal & Rohlf 1995). As análises dos dados foram feitas utilizando os pacotes estatísticos Statistica 7,0 (Statsoft, Inc. 2004) e BioEstat versão 5,0 (Ayres *et al.* 2007), adotando o nível de significância: $p < 0,05$ para todos eles.



Figura 3: Estádios ontogenéticos em indivíduos de *B. capitata* amostrados no Norte de Minas Gerais nos municípios de Mirabela, Montes Claros e Serranópolis de Minas. A. Plântula; B. Infantil; C. Juvenil; D. Reprodutivo.

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

A distribuição espacial das três populações estudadas foi estimada com o Índice de dispersão (I_d) e o Índice de dispersão de Morisita Padronizado (I_p) (Krebs 1999). O Índice de dispersão, também chamado de razão entre a variância e a média, é baseado na observação de que em uma distribuição aleatória, distribuição de Poisson, a variância é igual à média, assim temos (Krebs 1999):

$$s^2 / \bar{X} = 1$$

quando I é maior do que 1,0 indica distribuição espacial agregada, e quando é menor que 1,0 os indivíduos tendem a distribuição uniforme (Benerjeer 1976). Contudo, o Índice de dispersão tem a desvantagem de ser influenciado pelo tamanho amostral e a densidade populacional, o que pode enviesar o resultado da análise, sugerindo que outras medidas de dispersão são necessárias (Krebs 1999). O Índice de dispersão de Morisita Padronizado (I_p) é relativamente independente da densidade populacional e tamanho da amostra, sendo um das melhores medidas de dispersão (Myers 1978, Krebs 1999). O índice varia de $-1,0$ a $+1,0$, com 95% de intervalo de confiança a $-0,5$ a $+0,5$. Padrões aleatórios dão valor de I_p igual a zero, padrões agrupados são maiores do que zero e padrões uniformes abaixo de zero (Krebs 1999).

A significância do Índice de Dispersão de Morisita foi testada pelo teste F (g.l.= $n-1$, $p < 0,05$):

$$F = [I_d(N-1) + (n - N/n-1)],$$

sendo n o número de parcelas e N o número total de indivíduos em todas as parcelas (Poole 1974 *apud* Carvalho *et al.* 2009). O valor de F observado foi comparado com o valor de F tabelado, com $n - 1$ graus de liberdade para o numerador e infinito (∞) para o denominador.

As análises foram feitas com o programa estatístico Ecological Methodology versão 6.1 (Krebs 2002)

PRODUÇÃO DE FOLHAS E TAXA DE CRESCIMENTO ABSOLUTO

Para investigar a produção de folhas foram acompanhados 30 indivíduos em Serranópolis de Minas e 30 em Mirabela, sendo 20 reprodutivos e 10 juvenis. Para quantificar a taxa de produção foliar foi fixado em cada indivíduo selecionado uma placa

em volta da folha flecha. Em intervalos semestrais, de fevereiro de 2009 a fevereiro de 2010, o número de folhas superiores à folha marcada foi então registrado.

Utilizando-se dos dados de altura, a taxa de crescimento absoluto (TCA) em plantas de *B. capitata* com folhas pinadas – infantil; juvenil e reprodutivo – foi calculada pela razão:

$$TCA = [(Alt_2 - Alt_1) / (\Delta t)]$$

sendo Alt_1 = altura da planta (cm) no primeiro levantamento; Alt_2 = altura da planta (cm) no segundo levantamento; Δt = o intervalo de tempo entre as amostras (Benincasa 2003).

Para avaliar se há diferença na TCA entre o estágio infantil, juvenil e reprodutivo foi usado o teste de Kruskal-Wallis (Zar 1999) e a produção foliar entre os estágios juvenil e reprodutivo foi testada através do teste de Mann-Whitney (Zar 1999). A escolha por testes não paramétricos é justificada pela heterocedasticidade e distribuição não normal dos dados, mesmo quando transformados (Zar 1999). As análises dos dados foram feitas utilizando os pacotes estatísticos Statistica 7,0 (Statsoft, Inc. 2004) e BioEstat versão 5,0 (Ayres *et al.* 2007), adotando o nível de significância: $p < 0,05$ para todos eles.

DINÂMICA POPULACIONAL

A dinâmica populacional de *B. capitata* foi avaliada em Serranópolis de Minas e Mirabela, que foram acompanhadas em intervalos demográficos entre janeiro de 2007 (t_0) a janeiro de 2010 (t_2). A cada recenseamento foram levantados dados de sobrevivência, crescimento em altura, número de folhas vivas, transição para o próximo estágio e recrutamento de novos indivíduos.

Os parâmetros demográficos avaliados foram então utilizados para construir modelos matriciais de Lefkovich (Lefkovich 1965) baseado em estágios de desenvolvimento (Figura 4). O uso de modelos matriciais possibilita estimar a taxa finita de crescimento populacional (λ), prever a idade ou estrutura de estágios e verificar quais parâmetros demográficos que mais influenciam na persistência da população em longo prazo (de Kroon *et al.* 1986 e 2000, Pinard & Putz 1992, Caswell 2001).

A determinação dos estágios ontogenéticos como variável-estado foi feita de forma que as diferenças demográficas entre as categorias pudessem ser maximizadas (Gatsuk *et al.* 1980). Para a construção do modelo foram necessários os parâmetros probabilidade de

sobrevivência (S_x), probabilidade de sobrevivência com permanência na mesma classe (M), probabilidade de sobrevivência com passagem para próxima classe (P) e fecundidade ou potencial produtivo (F), calculados da seguinte forma (Silva-Matos *et al.* 1999):

- Probabilidade de sobrevivência (S_x): Número de indivíduos do estágio i que sobreviveram entre o intervalo de tempo T e $T+1$ /Número de indivíduos do estágio i no tempo T ;
- Probabilidade de sobrevivência com permanência (M): Número de indivíduos que sobreviveram e permaneceram no estágio i no tempo $T+1$ /Número de indivíduos do estágio i no tempo T ;
- Probabilidade de sobrevivência com passagem para próxima classe (P): Número de indivíduos do estágio i que passaram para o estágio j no tempo $T+1$ /Número de indivíduos do estágio i no tempo T ;
- Fecundidade ou potencial reprodutivo (F): Número de plântulas recrutadas entre o intervalo T e $T+1$ /Número de indivíduos reprodutivos no tempo T . As sementes não foram utilizadas no presente estudo.

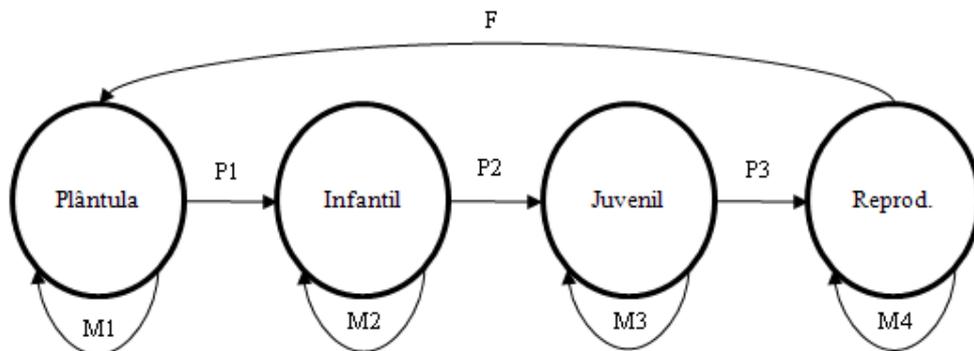


Figura 4: Diagrama exemplificando o ciclo de vida e as possibilidades de transição entre os estágios de *Butia capitata* no Norte de Minas Gerais. M = Sobrevivência com permanência no mesmo estágio; P = Sobrevivência com passagem para o próximo estágio; F = Fecundidade, contribuição dos reprodutivos para a entrada de novos indivíduos na população (Caswell 2001).

Os valores de F, M e P, são ordenados em uma matriz quadrática, denominada matriz de transição, A_t (Caswell 2001). Cada elemento a_{ij} da matriz representa a probabilidade de permanência ou transição de um estágio de vida a outro através de um intervalo de tempo. A diagonal principal indica a permanência dos indivíduos no mesmo estágio; a sub-diagonal inferior mostra a probabilidade de crescimento para o próximo estágio e a sub-diagonal superior a probabilidade de regressão para um estágio inferior; F é a contribuição de um determinado estágio para entrada de novos indivíduos na população (Caswell 2001). Por exemplo:

$$A_t = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} & F \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} & a_{42} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} & a_{43} \\ a_{14} & a_{24} & a_{34} & a_{44} \end{pmatrix}$$

A estrutura populacional em cada intervalo de tempo é descrita por um vetor coluna (N_t), que representa o número de indivíduos em cada estágio. A soma dos valores dentro do vetor é o tamanho total da população (Pinard & Putz 1992, Caswell 2001). A multiplicação entre a matriz de transição (A_t) e os elementos do vetor coluna (N_t) permite descrever e projetar a estrutura populacional após t períodos de tempo (Pinard & Putz 1992, Caswell 2001). Assim:

$$N_{t+1} = A_t * N_t.$$

Caso as condições exibidas pela matriz de transição se mantenham constantes, a população atingirá uma distribuição etária estável, na qual a proporção de cada estágio na população tende a não mais se alterar após subseqüentes intervalos de tempo (Caswell 2001). Essa distribuição é representada por um vetor coluna (w_i), denominada *eigenvector* direito. O *eigenvector* direito associado a uma raiz dominante, o lambda (λ), representa a distribuição etária estável da população (Pinard & Putz 1992, Caswell 2001), tal que:

$$\lambda * w_i = A * w_i.$$

ANÁLISES MATRICIAIS

Qualquer população descrita por uma matriz de transição, quando projetada após inúmeras iterações, atingirá a distribuição etária estável, cujo número de indivíduos em cada estágio aumenta de acordo com o autovalor dominante (λ) da matriz para determinado intervalo (Caswell 2001):

$$N_{t+1} = \lambda * N_t$$

O λ é uma medida de aptidão capaz de prever como uma determinada população está se comportando após um período de tempo (Caswell 2001). Valor de λ igual a 1,0 indica que a população apresenta padrão estável; $\lambda < 1$ indica que a população está declinando; e $\lambda > 1$ indica que a população está aumentando (Caswell 2000, Caswell & Fujiwara 2004).

Os parâmetros demográficos, avaliados entre 2007 a 2010, foram utilizados para construir duas matrizes de transição, uma para cada população (Mirabela e Serranópolis de Minas). De cada matriz construída foi obtida a taxa finita de crescimento (λ), a distribuição estável de estádios (w_i) e o valor reprodutivo (v_i), calculados usando o “*power method*” (Caswell 2001). O valor reprodutivo é uma expressão da contribuição de uma classe de tamanho para as outras demais classes (Pinard 1993). Para avaliar se a distribuição de estádios observada foi significativamente diferente da distribuição etária estável projetada, foi utilizado o teste G.

Cada parâmetro demográfico tem sua relativa contribuição para a taxa de crescimento populacional (de Kroon *et al.* 1986, 2000). Neste caso, a análise de sensibilidade, calculada pela razão:

$$S_{ij} = (v_i * w_j) / (\sum v_i * w_j)$$

mede o impacto sobre o λ causado pelas mudanças nos elementos da matriz de transição. Contudo, análises de sensibilidade podem gerar algumas dificuldades de interpretação, devido a diferentes escalas de magnitude exibidos em uma matriz de transição (de Kroon *et al.* 1986 e 2000).

Análises de elasticidade, estimadas a partir da equação (Caswell 2001):

$$e_{ij} = (\delta\lambda / \delta a_{ij}) * (a_{ij} / \lambda);$$

são medidas de sensibilidade proporcional (de Kroon *et al.* 1986 e 2000, Silvertown *et al.* 1993 e 1996). A análise de elasticidade (e_{ij}) de cada elemento (a_{ij}) da matriz (A_t) mensura uma mudança proporcional do λ , resultado de uma mudança proporcional em

cada coeficiente da matriz. A elasticidade também quantifica a contribuição de cada parâmetro (crescimento, sobrevivência e fecundidade) para a taxa de crescimento populacional, sendo que a soma de todos os elementos e_{ij} em uma matriz é igual a 1,0 (de Kroon *et al.* 1986, 2000, Silvertown *et al.* 1993).

A significância do λ (difere significativamente de 1,0) foi comparada pelo intervalo de confiança a 95% de probabilidade, calculado pelo método de “*bootstrap*” (Caswell 2001). Para cada população foi construída uma Tabela de Vida e uma matriz de fecundidade. Esses dados foram então reamostrados 10.000 vezes e, a cada iteração, foi calculado um novo λ . A partir dos λ calculados, o intervalo de confiança foi estimado pelo método de percentil, o qual não assume distribuição paramétrica (Caswell 2001).

O crescimento populacional é influenciado por eventos que ocorrem ao longo do ciclo de vida da planta (Sampaio & Scariot 2010), e qualquer espécie que, na exploração de seus recursos proporcione uma alternativa de subsistência e geração de renda tende a sofrer, com menor ou maior intensidade, algum tipo de interferência no seu ciclo de vida (Hall & Bawa 1993, Ticktin 2004). Embora não seja possível estimar a taxa máxima de coleta sustentável devido ao delineamento amostral, algumas mudanças nos parâmetros demográficos de *B. capitata* foram simuladas e, posteriormente, seus efeitos na estabilidade populacional analisados.

As simulações foram realizadas modificando os parâmetros de fecundidade (potencial reprodutivo), com variações de 10 a 95% do coeficiente inicial gerado pelo modelo matricial; e modificando a probabilidade de sobrevivência dos indivíduos reprodutivos, com redução de 1 a 10% do valor inicial observado ao longo do estudo. Após cada simulação foi calculado um novo λ (IC 95%) e observado o impacto na taxa de crescimento populacional. Essas perturbações, denominadas análise prospectiva (Horvitz *et al.* 1997 *apud* Zuidema *et al.* 2007), descrevem o quanto o λ mudaria em resposta às mudanças induzidas em um ou mais parâmetros demográficos (Caswell 2000, Zuidema *et al.* 2007). Assim, a análise prospectiva foi usada para testar os resultados da elasticidade, permitindo identificar quais intervenções de manejo são mais efetivas para alterar o valor do λ (Caswell 2000, Zuidema *et al.* 2007). Todas as análises matriciais foram desenvolvidas utilizando o software matemático MATLAB 7.1 (Mathworks, 2004).

RESULTADOS

ESTRUTURA POPULACIONAL

Houve diferença significativa na densidade total de plantas ($F_{2,71} = 11,73, p < 0,001$). Na região de Serranópolis de Minas (3.932 palmeiras ha^{-1}) a densidade é significativamente maior (Tukey, $p < 0,05$) que em Mirabela (1.216 palmeiras ha^{-1}) e Montes Claros (658 palmeiras ha^{-1}), (Tabela 1). A proporção de indivíduos em cada estágio ontogenético diferiu significativamente entre as populações de Serranópolis de Minas e Mirabela (Teste $G=35,6; p < 0,001$), e Serranópolis de Minas e Montes Claros (Teste $G = 66,07; p < 0,001$), mas não entre Mirabela e Montes Claros (Teste $G = 4,9; p = 0,18$). Em todas as populações as maiores densidades relativas ocorrem em plântulas ($38,9 - 89,1\%$) e reprodutivos ($9,9 - 41,6\%$) e as menores no estágio infantil ($0,3\%, 4\%$ e 7% em Serranópolis de Minas, Montes Claros e Mirabela, respectivamente (Figura 5)). A maior disparidade na densidade relativa entre os estádios foi em Serranópolis de Minas, onde plântula representa aproximadamente 90% de toda a população, enquanto os estádios subsequentes, infantil e juvenil, representam juntos apenas 1% da densidade relativa da população. Nas outras duas populações, a densidade relativa dos infantis e juvenis foi maior, representando juntos 17% em Mirabela e 19% em Montes Claros (Figura 5).

Tabela 1: Densidade (± 1 DP) de indivíduos por hectare nos referidos estádios em três populações de *B. capitata* em áreas de Cerrado no Norte de Minas Gerais. Análise de variância ($F_{2,71} = 11,73, p < 0,001$). Letras diferentes representam diferenças significativas entre as médias (Tukey, $p < 0,05$)

| Região | Estádios Ontogenéticos | | | | |
|-----------------------|------------------------|--------------|---------------|----------------|---------------------|
| | Plântula | Infantil | Juvenil | Reprodutivo | Total |
| Montes Claros | $256 \pm 18,4$ | $28 \pm 2,9$ | $100 \pm 4,3$ | $274 \pm 7,1$ | $658 \pm 23,4^a$ |
| Mirabela | $640 \pm 28,5$ | $84 \pm 3,5$ | $132 \pm 7,1$ | $360 \pm 9,9$ | $1216 \pm 33,1^a$ |
| Serranópolis de Minas | $3504 \pm 182,0$ | $12 \pm 1,2$ | $26 \pm 2,5$ | $390 \pm 11,5$ | $3932 \pm 1852,0^b$ |

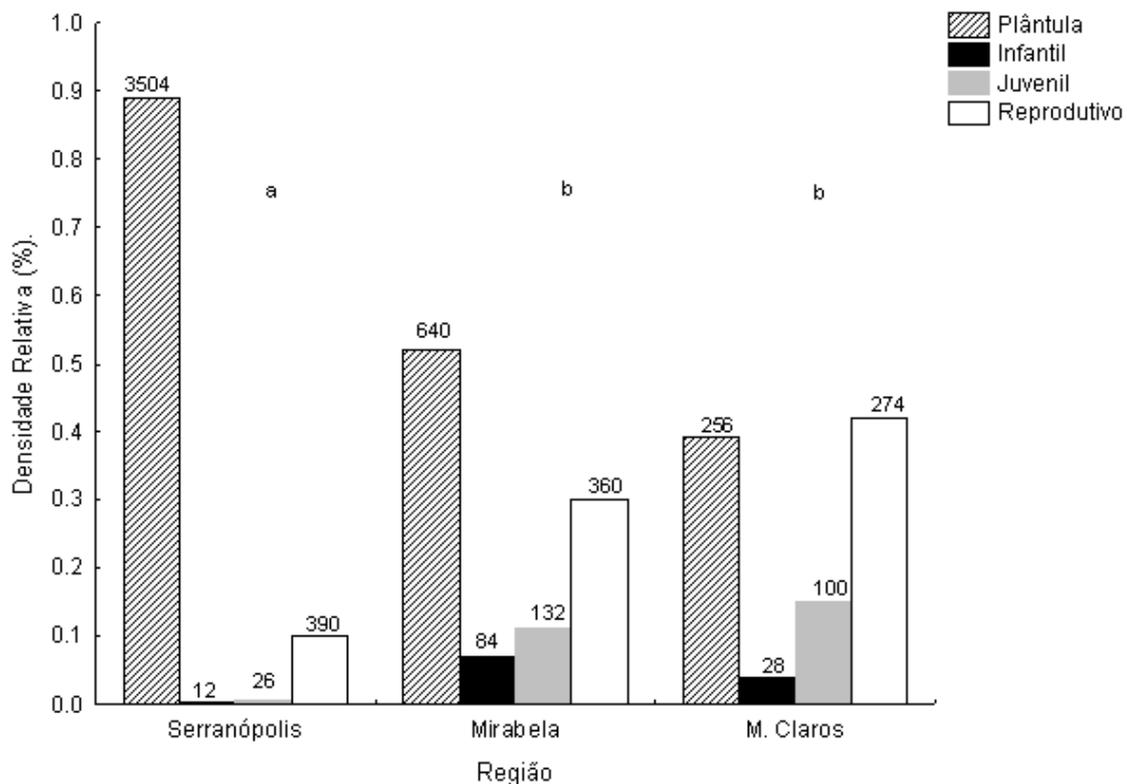


Figura 5: Densidade relativa de estádios ontogenéticos para três populações de *B. capitata* em áreas de Cerrado no Norte de Minas Gerais. Valores sobre as barras indicam o número de indivíduos em cada estágio. Letras diferentes indicam diferenças significativas (Teste G de independência, $p < 0,001$).

Houve diferença significativa na distribuição de classes de altura entre as três populações estudadas (Teste de Kolmogorov-Smirnov para duas amostras independentes, Figura 6). As comparações foram feitas de forma pareadas, assim os resultados foram: Mirabela x Serranópolis de Minas ($D_{max} = 0,36$; $p < 0,001$); Mirabela x Montes Claros ($D_{max} = 0,29$; $p < 0,001$); Montes Claros x Serranópolis de Minas ($D_{max} = 0,50$; $p < 0,001$).

Nas três populações estudadas há um maior número de indivíduos na primeira classe de altura, entre 1-50 cm. Em Mirabela, a distribuição de frequência por classe de altura tende ao formato em J-reverso, com 79,46% dos indivíduos ocorrendo na primeira classe. Na população de Montes Claros, 52,72% dos indivíduos ocorre na primeira classe, e 44,54% nas classes intermediárias, entre 51-100 e 101-150 cm. Já em Serranópolis de Minas, 90,25% dos indivíduos se encontram na primeira classe, seguido por 5,10% dos indivíduos na classe de altura intermediária, entre 101-151 cm.

A primeira classe de altura envolveu tanto plântulas, indivíduos sem folhas pinadas e ausência de folha flecha, quanto infantis, juvenis e reprodutivos, indivíduos com folhas pinadas e presença de folha flecha. Nesta classe, o estágio plântula fez 38,8% dos indivíduos em Montes Claros, 53,12% em Mirabela e 89,4% em Serranópolis de Minas (Figura 6).

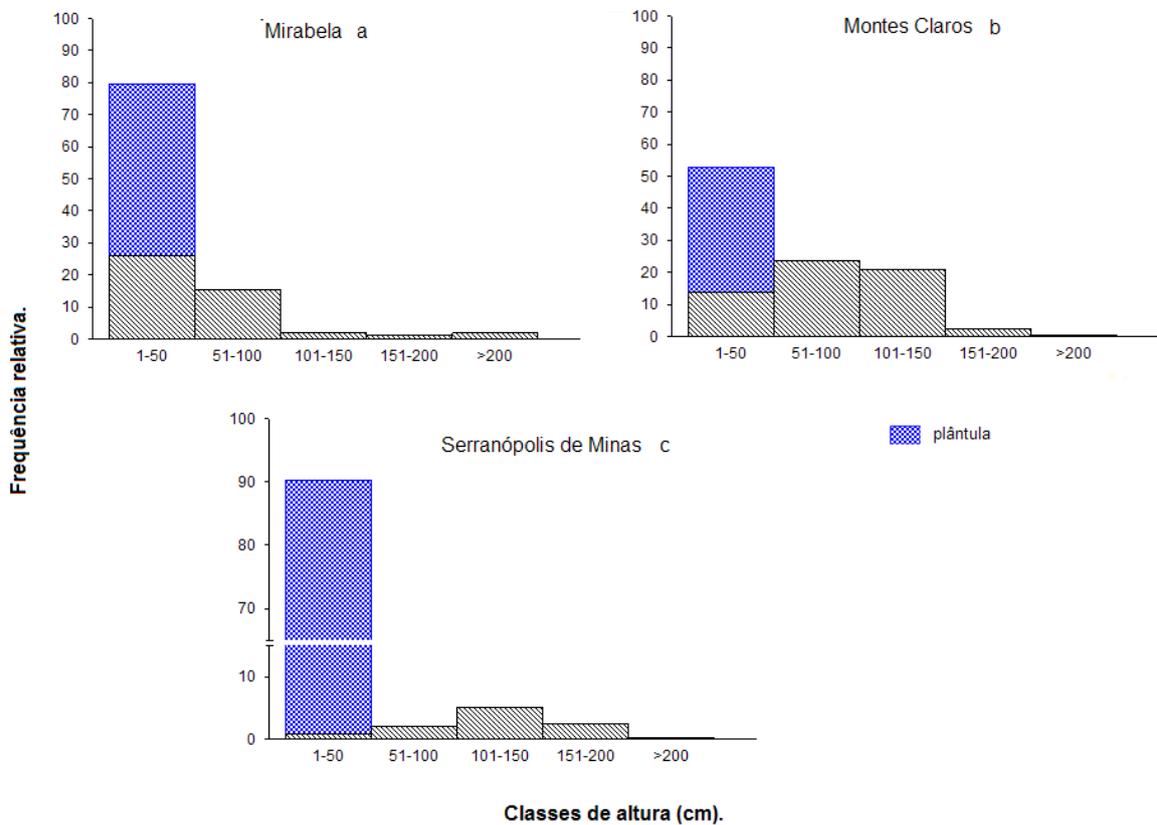


Figura 6: Frequência relativa das classes de altura (cm) em plantas de *B. capitata* na região Norte de Minas Gerais. Mirabela, Montes Claros e Serranópolis de Minas. Barra azul representa a proporção de indivíduos pertencente ao estágio plântula. Letras diferentes indicam diferenças significativas ($p < 0.05$) pelo teste de Kolmogorov-Smirnov.

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

Segundo o Índice de dispersão (I_d) e o Índice de dispersão de Morisita padronizado (I_p) as populações de *B. capitata* apresentam um padrão de distribuição agregado (Tabela 2).

Tabela2: Distribuição espacial de acordo com o Índice de Dispersão (I_d) e o Índice de Dispersão de Morisita Padronizado (I_p) em três populações de *B. capitata* no Norte de Minas Gerais. $I_d = 1$, aleatório; > 1 , agregado e; < 1 , uniforme e; $I_p = 0$, aleatório; > 0 , agregado e; < 0 , uniforme. Nível de significância do I_p pelo teste F (gl= n-1; $p < 0,05$). Em todas as populações, o índice de dispersão de Morisita padronizado (I_p) foi significativamente maior do que zero (Teste F; $p < 0,05$).

| | Região | | | | | | | | |
|----------|----------|-------|------------|-----------------------|-------|------------|---------------|-------|------------|
| | Mirabela | | | Serranópolis de Minas | | | Montes Claros | | |
| Estádios | I_d | I_p | Valor de F | I_d | I_p | Valor de F | I_d | I_p | Valor de F |
| Plântula | 15,8 | 0,52 | 24,7 | 113,4 | 0,53 | 87,3 | 16,5 | 0,55 | 17,5 |
| Infantil | 1,8 | 0,50 | 12,7 | 1,4 | 0,36 | 7,5 | 3,7 | 0,58 | 13,5 |
| Juvenil | 4,8 | 0,52 | 13,1 | 2,8 | 0,55 | 12,1 | 2,3 | 0,50 | 13,0 |
| Reprod. | 3,4 | 0,50 | 18,4 | 4,0 | 0,50 | 18,9 | 2,3 | 0,50 | 16,6 |
| Total | 11,3 | 0,50 | 36,1 | 115,1 | 0,52 | 105,9 | 10,4 | 0,51 | 24,9 |

PRODUÇÃO DE FOLHAS E TAXA DE CRESCIMENTO ABSOLUTO

Em *B. capitata* as plantas produzem significativamente mais folhas no estágio reprodutivo que no juvenil (Serranópolis de Minas $U = 3$; $p < 0,05$; Mirabela $U = 32$; $p < 0,05$) (Tabela 3). Não houve diferença significativa na TCA entre os estádios infantil, juvenil e reprodutivo (Serranópolis de Minas, Kruskal-Wallis = 0,196; $p = 0,90$ e Mirabela, Kruskal-Wallis = 2,79; $p = 0,25$) (Figura 8).

Tabela3: Produção de folhas (Média ± EP) nos estádios Juvenil (n=10) e Reprodutiva (n=20) em duas populações de *B. capitata* no Norte de Minas Gerais. Teste de Mann-Whitney: Serranópolis de Minas (Teste U = 3; $p < 0,05$); Mirabela (Teste U = 32; $p < 0,05$).

| Estádio | Serranópolis de Minas | Mirabela |
|-------------|------------------------|------------------------|
| Juvenil | 5,5 ± 0,4 ^a | 6,6 ± 0,5 ^a |
| Reprodutivo | 8,7 ± 0,3 ^b | 8,8 ± 0,3 ^b |

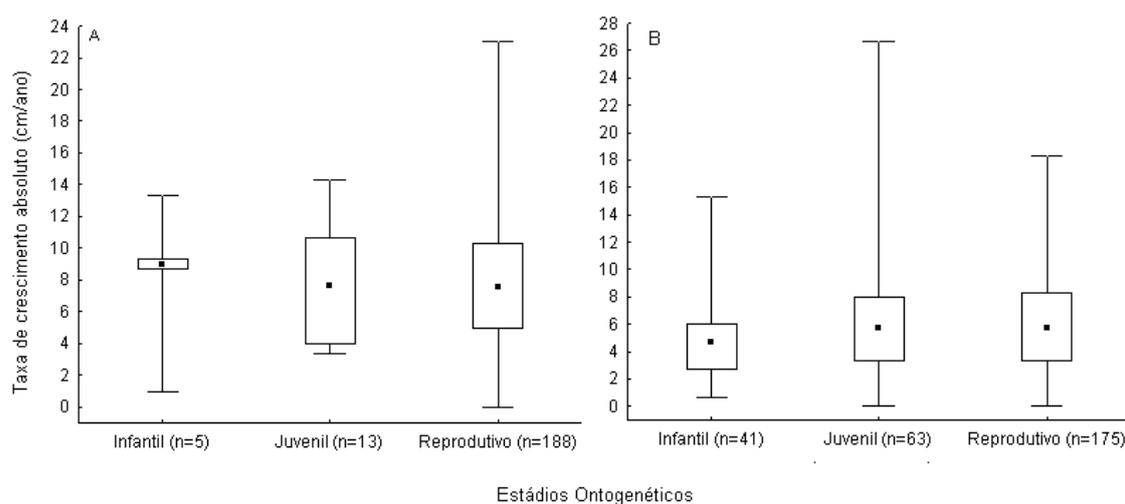


Figura 7: Diagrama de box-plot da taxa de crescimento absoluto (TCA) em plantas de *B. capitata* com folhas pinadas em Serranópolis de Minas (A) e Mirabela (B), no Norte de Minas Gerais. O ponto representa a mediana; a caixa, o segundo e terceiro quartis (50% dos dados); e as linhas verticais o limite superior e inferior dos dados.

DINÂMICA POPULACIONAL: MODELOS MATRICIAIS

No período estudado, de janeiro de 2007 a janeiro de 2010, não houve transição para dois ou mais estádios subsequentes, nem o retrocesso a algum estádio inferior (Tabela 4). A proporção de indivíduos que realizou a transição de um estádio para o próximo variou amplamente ao longo do período de estudo. A maior probabilidade de transição ocorreu do estádio infantil para o juvenil em Mirabela (69%, $n= 29$). A sobrevivência das plântulas ultrapassou 60% em ambas as populações de *B. capitata* (Tabela 4). A fecundidade, ou seja, a contribuição do estádio reprodutivo para a entrada de novos indivíduos foi maior na população de Mirabela (3,1), que na de Serranópolis de Minas (1,19).

Quando se estuda, por um curto período de tempo, a demografia de plantas perenes, há risco de não detectar certos parâmetros biológicos do seu ciclo de vida, cujas ocorrências sejam muito baixas e lentas (Bernacci *et al.* 2006). Quando não foi possível observar a mortalidade ou a probabilidade de transição de um determinado estádio a outro, utilizou-se o valor de 0.001 (Piñero *et al.* 1984, Sampaio & Scariot 2010). Este valor foi atribuído à probabilidade de transição entre o estádio plântula e infantil, e a mortalidade de reprodutivos.

A distribuição de estádios observada (obs) em Mirabela diferiu significativamente ($G = 30,88$; $p < 0,001$; Tabela 5) da distribuição estável de estádio (w_i) projetada pelo modelo matricial, mas não em Serranópolis de Minas ($G = 6,33$; $p = 0,096$; Tabela 5). Mantida as condições atuais, tanto dos padrões demográficos, como ambientais, a estrutura estável de ambas as populações se assemelharia a um formato “bi-modal”, com a maior proporção de indivíduos presentes no estádio plântula e reprodutivos (Tabela 5).

Em Mirabela a taxa finita de crescimento (λ) foi significativamente diferente de 1,0 ($IC_{95\%}$), indicando crescimento da população, mas não em Serranópolis de Minas, que está estável (Figura 8). Houve diferença significativa na taxa de crescimento populacional entre Mirabela e Serranópolis de Minas ($IC_{95\%}$). A maior taxa de crescimento foi observada para a população de Mirabela ($\lambda = 1,007$; $IC_{95\%} = 1,004 - 1,012$), embora também seja a mais variável. Se as taxas se mantiverem estáveis então a população de Mirabela, crescerá mais que a de Serranópolis de Minas ($\lambda = 1,0007$; $IC_{95\%} = 0,999 - 1,002$), que poderá eventualmente até diminuir, uma vez que o $IC_{95\%}$ pode ficar abaixo de 1,0.

Tabela 4: Matriz contendo as probabilidades de transição entre os estádios ontogenéticos de *B. capitata* em Serranópolis de Minas e Mirabela. A diagonal principal indica a permanência dos indivíduos no mesmo estádio; a sub-diagonal inferior mostra a probabilidade de transição para o próximo estádio. Os valores qx são as taxas de mortalidade para cada estádio após o intervalo de tempo.

| Serranópolis de Minas | | | | |
|----------------------------------|----------|----------|---------|-------------|
| Intervalo Demográfico: 2007-2010 | | | | |
| Estádios | Plântula | Infantil | Juvenil | Reprodutivo |
| Plântula | 0,652 | 0,0 | 0,0 | 1,19 |
| Infantil | 0,001 | 0,334 | 0,0 | 0,0 |
| Juvenil | 0,0 | 0,500 | 0,769 | 0,0 |
| Reprodutivo | 0,0 | 0,0 | 0,155 | 0,999 |
| qx | 0,347 | 0,166 | 0,077 | 0,001 |

| Mirabela | | | | |
|----------------------------------|----------|----------|---------|-------------|
| Intervalo Demográfico: 2007-2010 | | | | |
| Estádios | Plântula | Infantil | Juvenil | Reprodutivo |
| Plântula | 0,649 | 0,0 | 0,0 | 3,10 |
| Infantil | 0,001 | 0,308 | 0,0 | 0,0 |
| Juvenil | 0,0 | 0,691 | 0,591 | 0,0 |
| Reprodutivo | 0,0 | 0,0 | 0,395 | 0,999 |
| qx | 0,350 | 0,001 | 0,015 | 0,001 |

Durante o período de estudo os parâmetros demográficos com maior influência sobre a taxa de crescimento populacional (λ) foram a probabilidade de sobrevivência com permanência no mesmo estádio (Serranópolis de Minas= 99%; Mirabela= 97%; Tabela 6), e a probabilidade de transição para o próximo estádio (Serranópolis de Minas= 0.5%; Mirabela= 2.3%; Tabela 6). De acordo com os resultados proporcionais de cada elemento da matriz, a probabilidade de sobrevivência dos reprodutivos foi o parâmetro do ciclo de vida que mais contribuiu para a taxa finita de crescimento (λ), contabilizando mais de 94% da elasticidade total. Para a população de Mirabela a probabilidade de sobrevivência com permanência do estádio plântula é o segundo elemento que mais contribui para o λ , e em Serranópolis de Minas é a probabilidade de sobrevivência com permanência dos juvenis (Tabela 6). Ao passo que a elasticidade do potencial reprodutivo influenciou pouco a taxa de crescimento populacional, não atingindo sequer 1% nas populações estudadas.

Tabela5: Valor reprodutivo (v_i), distribuição estável de estádios (w_i) e distribuição de estádios observados (obs.) nas populações de *B. capitata* no Norte de Minas Gerais. Letras diferentes indicam diferenças significativas (Teste G) entre a distribuição de estádios observada (obs.) e a distribuição projetada (w_i). Serranópolis de Minas ($G= 6,33, p= 0,096$); Mirabela ($G= 30,88, p< 0,001$).

| Estádio | Região | | | | | |
|-------------|-----------------------|-------|-------------------|----------|-------|-------------------|
| | Serranópolis de Minas | | | Mirabela | | |
| | v | w^a | obs. ^a | v | w^a | obs. ^b |
| Plântula | 0,01 | 0,770 | 0,890 | 0,02 | 0,893 | 0,526 |
| Infantil | 2,17 | 0,001 | 0,004 | 8,60 | 0,001 | 0,070 |
| Juvenil | 2,90 | 0,002 | 0,006 | 8,70 | 0,002 | 0,108 |
| Reprodutivo | 4,36 | 0,227 | 0,100 | 9,20 | 0,104 | 0,296 |

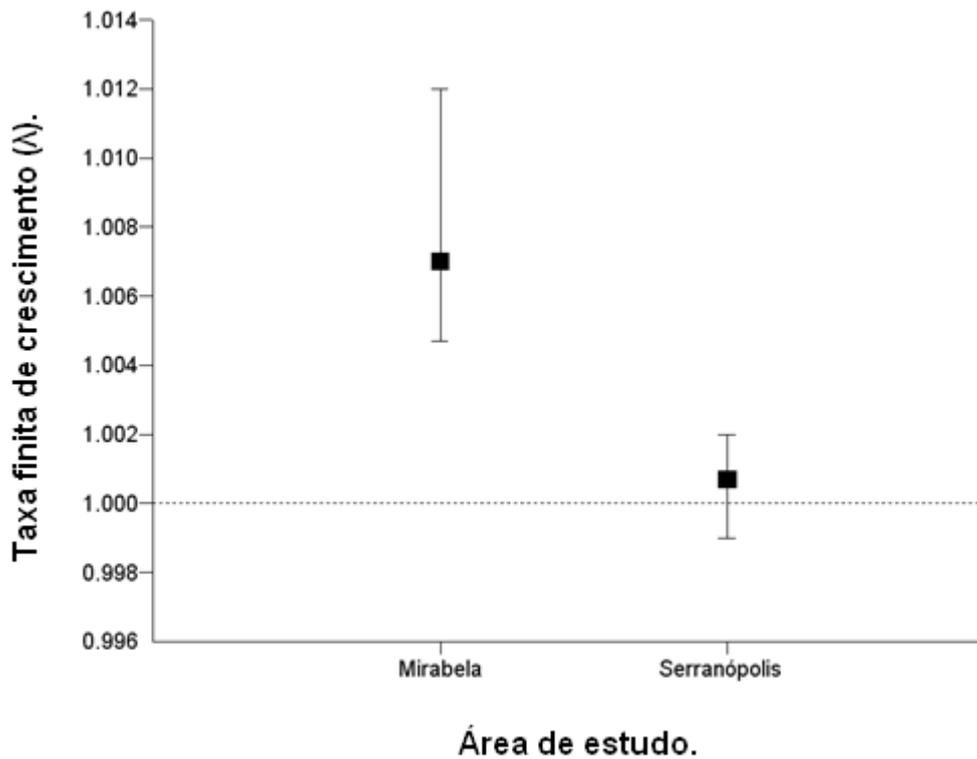


Figura 8: Taxa finita de crescimento e intervalo de confiança (95%) para duas populações de *B. capitata* na região Norte de Minas Gerais. Intervalo demográfico: 2007-2010. A linha pontilhada indica o limite mínimo para considerar como população estável.

Alterações na fecundidade tiveram pouco ou quase nenhum efeito na taxa de crescimento populacional (λ) de *B. capitata* (Figura 9). Em Mirabela, mesmo após uma redução de 90% no valor da fecundidade inicial, o λ não foi significativamente menor que 1,0 ($\lambda = 0.999$; $IC_{95\%} = 0.9994 - 1.0005$ (Figura 9a)). Em Serranópolis de Minas, o λ passa a ser significativamente menor que 1,0 ($\lambda = 0,999$; $IC_{95\%} = 0,9993 - 0,9998$), somente quando a fecundidade é reduzida em 80% do seu valor inicial (Figura 9b). Inversamente à baixa sensibilidade do λ à fecundidade, qualquer alteração, mesmo que mínima, na probabilidade de sobrevivência dos indivíduos reprodutivos, resultou em mudanças significativas na taxa de crescimento populacional (Figura 10). Em Mirabela, o λ passa a ser significativamente menor que 1,0 ($\lambda = 0.9715$; $IC_{95\%} = 0,9404 - 0,9942$) após uma redução de 4% na sobrevivência dos indivíduos reprodutivos (Figura 10a). Uma diminuição de apenas 2% na probabilidade de sobrevivência dos reprodutivos já é suficiente para que o λ fique significativamente menor que 1,0 em Serranópolis de Minas ($\lambda = 0,9815$, $IC_{95\%} = 0,9575 - 0,9991$) (Figura 10b). Uma diminuição de 10% na probabilidade de sobrevivência desses indivíduos teve forte impacto na taxa de crescimento populacional (Figura 10), prevendo um considerável declínio no tamanho da população ao longo dos anos.

Tabela6: Análise de elasticidade para duas populações de *B. capitata* na região Norte de Minas Gerais. Cada valor da matriz representa a sua contribuição específica para a taxa finita de crescimento populacional (λ).

Serranópolis de Minas

| Intervalo Demográfico: 2007-2010 | | | | |
|----------------------------------|----------|----------|---------|-------------|
| Estádios | Plântula | Infantil | Juvenil | Reprodutivo |
| Plântula | 0,0031 | 0,0 | 0,0 | 0,0017 |
| Infantil | 0,0017 | 0,0008 | 0,0 | 0,0 |
| Juvenil | 0,0 | 0,0017 | 0,0055 | 0,0 |
| Reprodutivo | 0,0 | 0,0 | 0,0017 | 0,9838 |

Mirabela

| Intervalo Demográfico: 2007-2010 | | | | |
|----------------------------------|----------|----------|---------|-------------|
| Estádios | Plântula | Infantil | Juvenil | Reprodutivo |
| Plântula | 0,0138 | 0,0 | 0,0 | 0,0076 |
| Infantil | 0,0076 | 0,0034 | 0,0 | 0,0 |
| Juvenil | 0,0 | 0,0076 | 0,0108 | 0,0 |
| Reprodutivo | 0,0 | 0,0 | 0,0076 | 0,9414 |

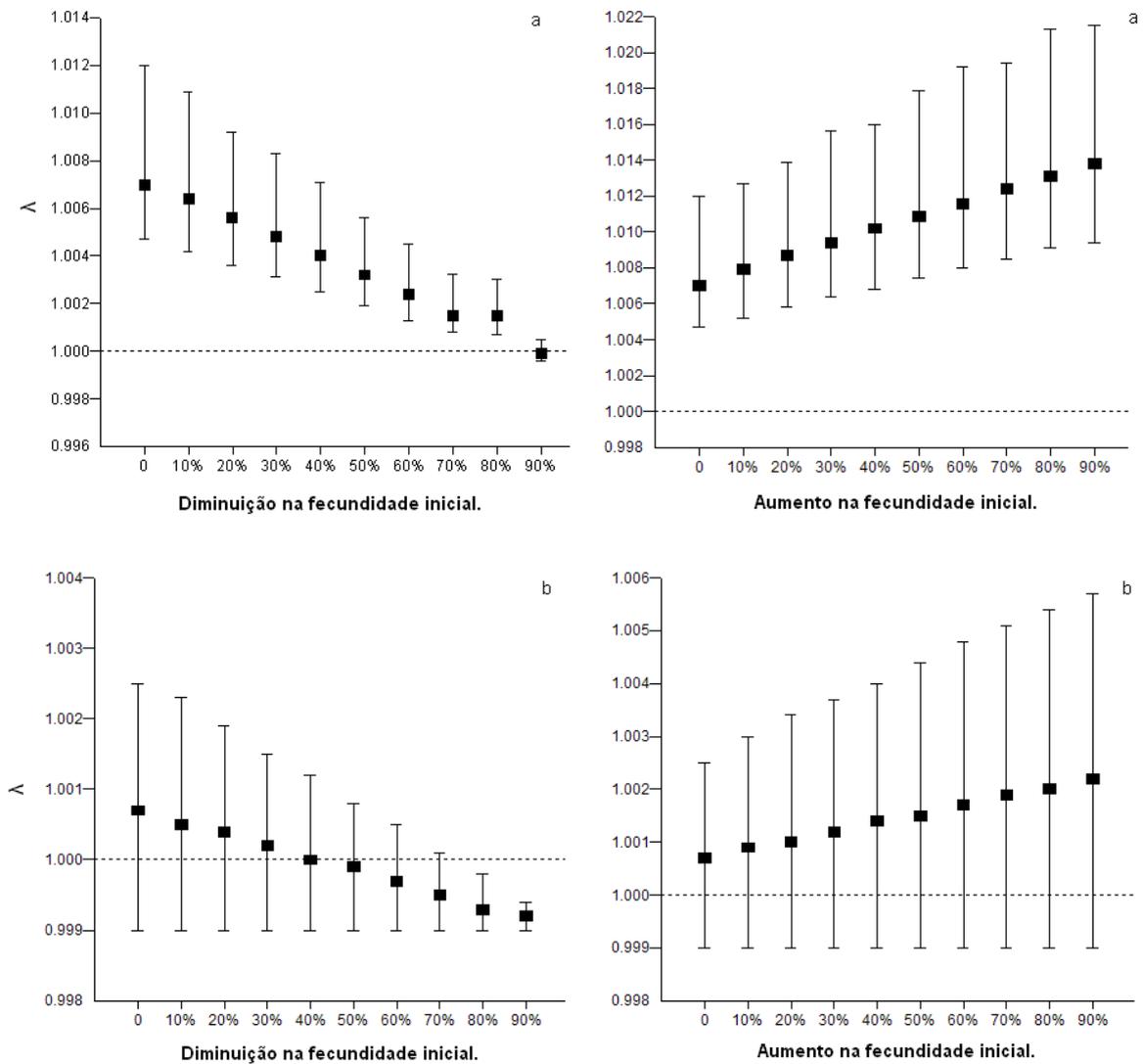


Figura 9: Resposta da taxa de crescimento populacional (λ) de *B. capitata* à variação no potencial reprodutivo da população. A) Mirabela; B) Serranópolis de Minas. Valores são a mediana e o intervalo de confiança a 95%. Valores são a mediana e o intervalo de confiança a 95%.

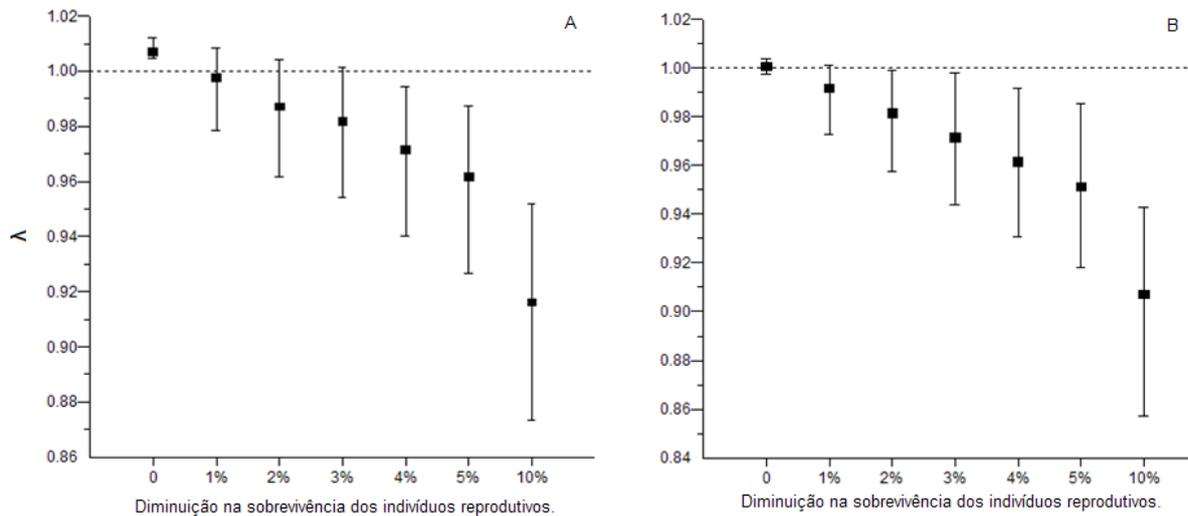


Figura 10: Resposta da taxa finita de crescimento à diminuição na sobrevivência dos indivíduos reprodutivos. A) Mirabela; B) Serranópolis de Minas. Valores são a mediana e o intervalo de confiança a 95%.

DISCUSSÃO

ESTRUTURA POPULACIONAL

O uso da terra, bem como o histórico de coleta de frutos e a formação vegetacional de cada região podem ter influenciado a estrutura populacional de *B. capitata* nas áreas estudadas. Esta suposição é corroborada principalmente pela variação na densidade de plântulas e na proporção de estádios entre as populações.

Como houve grande homogeneidade ambiental entre Mirabela e Serranópolis de Minas (Silva 2008b), suponha-se que a menor densidade de plântulas em Mirabela pode ser resultado do recente histórico de exposição à intensa herbivoria e pisoteio pelo gado. O pastoreio pode danificar diversas estruturas vegetativas e reprodutivas da planta (Molina 2001, Torrano & Valderrábano 2004, Silva 2008b), causar a morte dos indivíduos mais

suscetíveis ao pisoteio e herbivoria, e prejudicar a produção de sementes e o recrutamento e estabelecimento de plântulas (Reed & Clokier 2000, Molina 2001, Torrano & Valderrábano 2004, Sampaio & Guarino 2007, Schumann *et al.* 2010). Ademais, a criação extensiva e permanente de gado pode acelerar a degradação física e química do solo, aumentando a compactação e dificultando a infiltração da água (Arevalo *et al.* 1998, Sampaio & Guarino 2007, Miguelet *et al.* 2009); além de provocar a lixiviação e escoamento superficial dos nutrientes (Miguelet *et al.* 2009). No sul do Brasil e no Uruguai, o pastoreio exerceu fator limitante no estabelecimento dos regenerantes de *B. capitata* (Azambuja 2009, Molina 2001).

Apesar da menor densidade de plântulas, o número de indivíduos nos estádios intermediários em Mirabela foi maior. Estudos relatam tanto os impactos negativos (Stern *et al.* 2002, Vieira & Scariot 2006), como positivos (Posada *et al.* 2000, Francis & Parrota 2006) do pastoreio na estrutura e dinâmica de ecossistemas tropicais. Portanto, para uma melhor conclusão sobre o real efeito do gado na estrutura populacional de *B. capitata* são necessários estudos mais prolongados e específicos (Molina 2001, Francis & Perrota 2006).

Em Montes Claros, a baixa densidade de plântulas pode estar relacionada à maior exposição da espécie a eventos de coleta. Na região, a exploração dos frutos de *B. capitata* é praticada há mais 30 anos, e por se tratar de uma área de uso comunal, o número de coletores é maior do que em Serranópolis de Minas e Mirabela. Com o aumento no número de coletores, é provável que os eventos de coleta sejam maximizados (Homma 1992, Sullivan *et al.* 1995, Weinstein & Moagenburg 2004, Schmidt *et al.* 2007), tornando a espécie suscetível à sobre-exploração (Sullivan *et al.* 1995, Weinstein & Moagenburg 2004, Azevedo *et al.* 2009). Considerando que o extrativismo de *B. capitata* implica na remoção direta dos diásporos, e o recrutamento de plântulas ocorre exclusivamente por regeneração via semente (Fernandes 2008, Martins *et al.* 2010), o aumento na pressão de coleta pode diminuir a quantidade de sementes viáveis no solo e, conseqüentemente, prejudicar o recrutamento de novos indivíduos na população (Peres *et al.* 2003, Avocèvou-Ayisso *et al.* 2009, Rist *et al.* 2010). A exploração intensa dos frutos de *Lodoicea maldivica* (Arecaceae) no arquipélago de Seychelles, por exemplo, alterou drasticamente a estrutura de suas populações, sendo que, atualmente somente uma pequena porção dos indivíduos pertence ao estágio plântula, e a regeneração tem sido insuficiente para manter a viabilidade populacional (Rist *et al.* 2010).

A baixa densidade de plântulas em Montes Claros pode também decorrer do mosaico da vegetação local, caracterizada pela transição cerrado típico (*sensu stricto*), cerradão e mata de galeria, sendo as últimas fitofisionomias mais fechadas e com menor incidência de luz (Ribeiro & Walter 1998). Estudos preliminares apontam que a densidade de plântulas de *B. capitata* é maior em parcelas com maior incidência luminosa (Silva 2008b). Como em outras espécies de palmeiras (Lugo & Battle 1987, Runk 1998, Rodríguez-Buriticá *et al.* 2005, Bernacci *et al.* 2008), a transmitância luminosa que atinge os estratos inferiores parece ser crítico para a regeneração de *B. capitata*. No entanto, a medida que o dossel fecha, o sombreamento diminui a faixa fotossinteticamente ativa incidente sobre o solo (Khan 1986, Balderrama & Chazdon 2005), limitando o desenvolvimento do sistema foliar fotossintético e a taxa de assimilação de CO₂ (Kanagae *et al.* 2000, Bernacci *et al.* 2008), e prejudicando o crescimento e a sobrevivência da plântula (Khan 1986, Balderrama & Chazdon 2005, Bernacci *et al.* 2008).

A estrutura ontogenética das populações de *B. capitata* foi caracterizada pela predominância de plântulas e reprodutivos e um declínio nos estádios intermediários. A concentração de indivíduos no estágio inicial é atributo de populações que estão se regenerando (De Steven 1989, Meyer 1952 *apud* Pinard & Putz 1992, Hall & Bawa 1993). Entretanto, a baixa representatividade do estágio infantil nas populações sugere um “gargalo” na transição de plântulas aos estádios posteriores. Este gargalo é ainda mais acentuado em Serranópolis de Minas, onde a frequência de infantis e juvenis foi insignificante.

Como a menor proporção dos indivíduos nos estádios intermediários foi compartilhada por todas as populações, é provável que este padrão esteja relacionado a fatores endógenos da espécie (Gatsuk *et al.* 1980, Emanuel *et al.* 2005, Sampaio & Scariot 2008). A estratégia de progressão ontogenética de *B. capitata* pode ser definida como alta suscetibilidade a danos físicos e lenta transição de plântulas a estádios subsequentes, curta duração nos estádios intermediários, e longa duração, com alta taxa de sobrevivência, no estágio reprodutivo. Além dos fatores endógenos, a baixa frequência dos estádios infantil e juvenil em Serranópolis de Minas pode ter sido intensificada pelas queimadas periódicas, utilizadas para controlar a cobertura vegetal (observação pessoal). Em regimes de queimadas prescritas, o efeito do fogo no componente arbóreo é mais expressivo em indivíduos de menor porte físico (Hoffmann 1999, Medeiros & Miranda 2005, Medeiros e Miranda 2008), sendo observado que queimadas anuais em áreas de campo sujo causam

mais de 90% da mortalidade do componente arbóreo em indivíduos com diâmetro menor do que 5,0 cm.

A distribuição em classe de altura ilustra a possível idade cronológica das populações de *B. capitata* (Gatsuk *et al.* 1980, Oyama 1993). Devido à grande contribuição do estágio plântula, a frequência de indivíduos na primeira classe de altura é maior. No entanto, se considerarmos apenas a participação dos estádios posteriores (infantil, juvenil e reprodutivo), o número de indivíduos diminui consideravelmente, principalmente em Serranópolis de Minas e Montes Claros. Em Mirabela, para todos os estádios, a distribuição de classes de altura mostrou-se um formato em J-reverso, sugerindo ser uma população mais nova. Já em Serranópolis de Minas e Montes Claros, apesar da maior frequência de indivíduos na primeira classe de altura, há poucos indivíduos do estágio não plântula nesta classe. A baixa frequência de indivíduos nos estádios infantil, juvenil e reprodutivo na primeira classe em Serranópolis de Minas e Montes Claros, onde a maioria desses indivíduos ocorre nas classes intermediárias, sugere que estas são populações mais antigas (De Steven 1989, Oyama 1993, Peres *et al.* 2003, Monteiro & Fish 2005). Além disso, é possível que a maior suscetibilidade a danos físicos e a lenta transição de plântula ao estágio infantil possam estar prejudicando o recrutamento de indivíduos na primeira classe de altura (Negussie *et al.* 2008, Guilherme & Oliveira 2011), devendo ser uma preocupação para persistência e a contínua regeneração dessas populações (Mwavua & Witkowski 2009).

PRODUÇÃO DE FOLHAS E TAXA DE CRESCIMENTO ABSOLUTO

A produção de folhas em *B. capitata* foi contínua durante o ano, com o número de folhas produzidas anualmente aumentando de acordo com o estágio de desenvolvimento. Há correlação positiva entre a produção de folhas e a altura do indivíduo, e a produção de folhas e o número de folhas na copa (Silva 2008b). Padrão semelhante foi observado para a palmeira *Cyrtostachys renda*, cuja produção de folhas/ano cresceu paralelamente com a progressão ontogenética da espécie (Widyatmoko *et al.* 2005). A maior produção de folhas no estágio reprodutivo sugere maior captação de recursos (Piñero *et al.* 1984) e a constante atividade metabólica desses indivíduos, que parecem não muito próximos de alcançar a fase de senescência do seu ciclo de vida (Barot & Gignoux 1999, Sampaio & Scariot

2008). A produção de 8,8 folhas/ano para o estágio reprodutivo foi consideravelmente maior do que para outras palmeiras tropicais, tais como 3,9 *Chamaedoria bartlingiana* (Ataroff & Schwarzkopf 1992); 1,75 em *Chamaedorea radicalis* (Endress *et al.* 2004); e 3,2 em *Geonoma orbignyana* (Rodríguez-Buriticá *et al.* 2005). Além dos componentes biológicos da planta, as variáveis ambientais e as intervenções de manejo (Endress *et al.* 2004, Martínez-Ballesté *et al.* 2008, Legros *et al.* 2009) também influenciam na produção de folhas, como em *C. radicalis*, cuja produção anual de folhas de adultos aumentou com a remoção de folhas, e foi significativamente correlacionada com a precipitação mensal (Endress *et al.* 2004).

A taxa de crescimento absoluto em altura não diferiu entre os estádios avaliados. Em palmeiras, o crescimento em altura ocorre principalmente pela emissão de novas folhas junto ao meristema apical (De Steven 1989, Pinard & Putz 1992). No entanto, embora a produção de folhas aumente com a progressão ontogenética, é possível que outros fatores determinem o incremento em altura em *B. capitata*, similar ao encontrado na palmeira *Euterpe edulis*, cuja a taxa de produção foliar não foi dependente do estágio, e o crescimento peciolar e o alongamento da folha também podem influenciar o incremento em altura (Carvalho *et al.* 1999). Não só a dinâmica foliar, mas também os alongamentos dos entrenós no estipe podem resultar em rápido incremento em altura em palmeiras caulinares (Lugo & Battle 1987, De Steven 1989).

A produção de folhas e o incremento anual são variáveis que podem ser usadas para estimar a possível idade biológica da planta, bem como o tempo de permanência em cada estágio (Lugo & Battle 1987, Oyama 1993, Rodrigues- Buriticá *et al.* 2005). No entanto, devido à impossibilidade de visualizar o número de cicatrizes no estipe, não foi possível determinar a idade em *B. capitata* (Silva 2008b).

DINÂMICA POPULACIONAL: ANÁLISES DE MATRIZ

O comportamento demográfico das populações de *B. capitata* pode ser caracterizado por eventos reprodutivos regulares (3,0 cachos por planta e 178 frutos por cacho) (Lima *et al.* 2010); lenta e baixa taxa de germinação (Silva 2008b, Fernandes 2008); plântulas com alta suscetibilidade a danos físicos e lenta transição aos estádios ulteriores; curta duração nos estádios infantil e juvenil, com baixa mortalidade; e longa duração no estágio reprodutivo, com alta probabilidade de sobrevivência e eventos reprodutivos regulares ao

longo dos anos. Em espécies de vida longa, cujos eventos reprodutivos se repetem por vários anos, à sobrevivência tem maior influência na estabilidade da população (Silvertown *et al.* 1993, 1996). Mais especificamente, a sobrevivência dos reprodutivos é o parâmetro mais crítico para a taxa de crescimento populacional (λ) de *B. capitata*, tal como ocorre, no geral, em espécies de vida longa (Silvertown *et al.* 1993, 1996, Holm *et al.* 2009, Sampaio & Scariot 2010, Portela *et al.* 2010).

Como o extrativismo de *B. capitata* não implica em maiores danos físicos aos indivíduos, e o potencial reprodutivo tem uma contribuição relativamente baixa para o λ , o impacto da coleta de frutos na persistência da população acaba sendo minimizado. De fato, os resultados das análises matriciais sugerem que os atuais níveis de coleta dos frutos de *B. capitata* são sustentáveis, com a taxa finita de crescimento (λ) ligeiramente acima de 1,0. O λ das duas populações oscilou entre 1,0007 a 1,0070, não sendo significativamente superior a 1,0 a em Serranópolis de Minas ($\lambda = 1.0007$; $IC_{95\%} = 0,999 - 1,002$). Os valores de λ encontrados para *B. capitata* são inferiores àqueles registrados em outras espécies de palmeiras sujeitas à exploração extrativista, como em *Phytelephas seemannii*, $\lambda = 1,059$ (Bernal 1998); *Geonoma orbignyana*, $\lambda = 1,074$ (Rodríguez-Buriticá *et al.* 2005); *Mauritia flexuosa*, $\lambda = 1,046$ (Holm *et al.* 2009), e também aos valores encontrados para outras espécies de Cerrado, como em *Miconia albicans*, $\lambda = 1,190$; *Myrsine guianensis*, $\lambda = 1,100$; e *Roupala montana*, $\lambda = 1.050$ (Hoffmann 1999). Ainda assim, caso as condições ambientais se mantenham, os parâmetros demográficos e os atuais níveis de coleta permaneçam constantes, o tamanho das populações tende a manter-se estável.

Provavelmente em Mirabela, o pastoreio tenha efeito prejudicial no recrutamento e na sobrevivência de plântulas de *B. capitata*. Ao contrário, em Serranópolis de Minas, a presença do gado revelava-se benéfica para a persistência do banco de plântulas, que até o ano de 2007, era criado de forma itinerante, em baixa densidade e excluído no período de floração e frutificação das palmeiras, impedindo a proliferação do Capim - gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.). Contudo, a partir de 2008, a criação do gado foi totalmente interrompida, o que possibilitou a rápida colonização dessa gramínea, que pode ter afetado o estabelecimento de plântulas de *B. capitata*. Devido ao elevado potencial colonizador e agressividade do *M. minutiflora* (Martins *et al.* 2004, 2009), a sua expansão e estabelecimento tem alterado a estrutura e função de vários ecossistemas de Cerrado (Pivello *et al.* 1999, Hoffmann *et al.* 2004, Martins *et al.* 2004). A intensa produtividade dessa gramínea gera grande quantidade de biomassa inflamável que dificulta o

estabelecimento de plântulas nativas (Hoffmann *et al.* 2004, Hoffmann & Haridassan 2008), e contribui para a ocorrência de queimadas com temperaturas mais elevadas (Pivello *et al.* 1999, Martins *et al.* 2009). Portanto, em Serranópolis de Minas, provavelmente, o potencial reprodutivo da população sofreu impacto negativo pela competição com *M. minutiflora*, o que resultou em um menor valor para a taxa finita de crescimento (λ).

Qualquer população inicial descrita por uma matriz de transição, quando projetada após múltiplas iterações entre os elementos da matriz e o vetor representando o número de indivíduos em cada estágio no tempo t , atingirá distribuição estável, com cada estágio aumentando de acordo com o valor do λ (Piñero *et al.* 1984, Pinard & Putz 1992, Pinard 1993). A estrutura estável de estágio projetada pelo modelo assume distribuição do tipo Bimodal para as populações de *B. capitata*. Em Mirabela, houve diferença significativa entre a estrutura projetada pelo modelo e a estrutura de estágio observada, sendo que ao atingir a estabilidade, a distribuição estável de estágios terá grande predominância de plântulas.

Simulações na probabilidade de sobrevivência reforçaram a grande importância dos indivíduos reprodutivos para estabilidade populacional de *B. capitata*. A redução de apenas 2% e 4% na probabilidade de sobrevivência dos indivíduos reprodutivos é suficiente para colocar a taxa finita de crescimento (λ) abaixo de 1,0 em Serranópolis de Minas ($\lambda=0,9815$, $IC_{95\%} = 0,9575 - 0,9991$) e Mirabela ($\lambda = 0,9715$; $IC_{95\%} = 0,9404 - 0,9942$), respectivamente. Comportamento semelhante foi encontrado para a palmeira *Lodoicea maldivica*, no qual uma diminuição de 1% na probabilidade de sobrevivência dos reprodutivos reduziu o λ abaixo de 1,0 (Rist *et al.* 2010). A análise de elasticidade é uma ferramenta bastante usada para decompor a contribuição de cada parâmetro do ciclo de vida a taxa de crescimento populacional (Kroon *et al.* 1986, 2000, Caswell 2000, 2001). A relação entre elasticidade e os possíveis efeitos causados pelo extrativismo podem servir como base para o manejo de populações naturais (Caswell 2000, Zuidema *et al.* 2007). Análises de elasticidade e, posteriormente, análises prospectivas, indicam que assegurar a sobrevivência dos reprodutivos dever ser o foco para a sustentabilidade do extrativismo de *B. capitata*. Entretanto, em espécies nas quais os reprodutivos não sofrem maiores danos físicos durante a coleta, como é o caso de *B. capitata*, não há muitas oportunidades de aumentar a sobrevivência desses indivíduos, já que esta é bastante alta (de Kroon *et al.* 2000). Portanto, além de assegurar a sobrevivência dos reprodutivos, proteger os

estádios inferiores que, apesar do menor valor de elasticidade, ainda possam ter sua probabilidade de sobrevivência aumentada, seria uma ótima maneira de aumentar o λ e, conseqüentemente, contribuir para a sustentabilidade extrativista (Caswell 2000, de Kroon *et al.* 2000).

Em *B. capitata*, o λ mostrou-se insensível às mudanças na fecundidade. Em Serranópolis de Minas somente após redução de 80% no valor inicial observado na fecundidade, a estabilidade populacional foi afetada, resultando em taxa finita de crescimento abaixo de 1,0, $\lambda = 0,999$ (IC_{95%} = 0,9993 – 0,9998). Resultado semelhante foi observado para a palmeira *Phytelephas seemannii*, que pode tolerar uma intensidade de coleta de até 86% das sementes, sem que o λ ficasse abaixo de 1,0 (Bernal 1998) e em *Sclerocarya birrea* (Anacardiaceae), que suporta uma redução de até 92% no potencial reprodutivo da população (Emanuel *et al.* 2005).

Os resultados gerados pelo modelo de matriz podem servir como subsídio para a exploração sustentável dos frutos de *B. capitata*. No entanto, é importante salientar suas limitações. O modelo empregado neste estudo não é dinâmico, ignora vários processos bióticos e abióticos, e trabalha com matrizes estáticas, considerando apenas o impacto da colheita e do comportamento demográfico da espécie num intervalo curto de tempo. Contudo, nos últimos anos, houve avanço nos estudos demográficos usando modelos matriciais com a incorporação da estocasticidade ambiental, como fogo (Hoffmann 1999, Souza & Martins 2003), heterogeneidade ambiental (Svenning & Macía 2002, Svenning 2002), herbivoria (Sampaio & Scariot 2010) e dependência de densidade (Silva Matos *et al.* 1999, Freckleton *et al.* 2003, Caswell & Takada 2004). Dessa forma, incorporação dessas variáveis junto ao modelo daria maior robustez aos resultados (Hoffmann 1999, Silva Matos *et al.* 1999, Svenning & Macía 2002, Sampaio & Scariot 2010), pois além de trabalhar com o comportamento demográfico da população, consideraria também a relação da população com as possíveis variações ambientais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

ESTRUTURA E DINÂMICA POPULACIONAL

O uso da terra e a frequência e intensidade dos eventos de coleta parecem ter influenciado diretamente no recrutamento de plântulas nas populações de *B. capitata*. Em Mirabela, a recente histórico de exposição da população herbivoria e pisoteio, devido à extensiva criação de gado, principal atividade econômica da fazenda até 2005, pode ter prejudicado o recrutamento e a persistência do banco de plântulas. Em Montes Claros, a frequência e intensidade dos eventos de coleta, além da formação de dossel, dificultando a entrada de luz nos estratos inferiores, podem estar dificultando o recrutamento de plântulas de *B. capitata*.

A estrutura ontogenética nas três populações de *B. capitata* é caracterizada pela predominância de plântulas e indivíduos reprodutivos, e baixa proporção de infantis e juvenis, o que permite supor que este padrão seja dependente de fatores endógenos e do comportamento demográfico da espécie. A distribuição em classes de altura em Montes Claros e Serranópolis de Minas, com a maioria dos indivíduos nas classes entre 50 e 150 cm, sugere que estas são populações mais velhas e que o componente regenerante não está conseguindo se estabelecer, o que pode ser um risco a viabilidade dessas populações em longo prazo.

Avaliação dos parâmetros demográficos revelou que a probabilidade de sobrevivência em todos os estádios é relativamente alta, com exceção das plântulas com taxa de mortalidade anual de 11,7% em Mirabela e 11,3% Serranópolis de Minas. A lenta transição e a maior taxa de mortalidade em plântulas podem ser os principais gargalos para o recrutamento de infantis e juvenis nas populações estudadas. Portanto, delinear estratégias de manejo capazes de otimizar a sobrevivência de indivíduos nesses estádios pode ser uma alternativa para a conservação das populações de *B. capitata* na região Norte de Minas Gerais.

RECOMENDAÇÕES PARA O EXTRATIVISMO SUSTENTÁVEL

Os resultados das análises de matriz corroboram a hipótese de que os atuais níveis de coleta dos frutos não comprometem a viabilidade das populações de *B. capitata* nas áreas analisadas, pois a taxa finita de crescimento (λ) esteve levemente acima de 1,0. A estabilidade dessas populações se deve principalmente à baixa contribuição da fecundidade para a taxa de crescimento populacional, e a baixa sensibilidade do λ às mudanças nesse parâmetro. A probabilidade de sobrevivência dos indivíduos reprodutivos é o parâmetro demográfico de maior influência para o λ e a estabilidade populacional de *B. capitata*. Dessa forma, qualquer diminuição, mesmo que mínima, na sobrevivência dos indivíduos reprodutivos pode provocar um declínio no λ , e comprometer a persistência dessas populações.

Como ação de manejo, assegurar a sobrevivência dos indivíduos reprodutivos deve ser uma estratégia prioritária para a sustentabilidade ecológica e econômica do extrativismo de frutos de *B. capitata*. No entanto, como os indivíduos reprodutivos não são danificados no momento da coleta, não há muitas possibilidades de aumentar a probabilidade de sobrevivência desses indivíduos, que já é alta, > 99%.

Por outro lado, a adoção de técnicas capazes de aumentar a sobrevivência dos estádios mais suscetíveis à mortalidade por fatores estocásticos pode ser uma alternativa para a conservação das populações naturais de *B. capitata* e, conseqüentemente, a sustentabilidade extrativista de seus frutos. Uma dessas técnicas seria o desenvolvimento de mudas em viveiro, até que as plantas apresentam todas as folhas pinadas, e o posterior transplante dessas nas áreas de extrativismo. O adensamento das áreas com mudas de maior porte físico poderia mitigar o “gargalo” na transição de plântulas aos estádios subsequentes. Como infantis e juvenis apresentam alta taxa de sobrevivência, e o tempo de permanência nesses estádios parece ser relativamente mais curto, com poucos anos poderia haver o ingresso de novos indivíduos reprodutivos na população. Além do plantio de mudas, limpar a vegetação em volta das palmeiras e retirar as folhas secas da planta de *B. capitata* pode contribuir para o surgimento de novas plântulas, aumentar a sobrevivência dos indivíduos presentes nesse estágio e acelerar o seu crescimento (Lima et al.2010).

RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Este estudo retrata algumas características demográficas de *B. capitata* em áreas de extrativismo no Norte de Minas. No entanto, conforme os trabalhos vão se desenvolvendo, novas questões vão surgindo, assim como a necessidade de informações mais profundas em determinados aspectos específicos.

Baseados nas informações geradas são feitas as seguintes recomendações para estudos futuros:

- i.** O real efeito do pastoreio na dinâmica populacional de *B. capitata* deve ser investigado com o delineamento de estudos mais direcionados. A utilização do gado em baixa densidade e com sua exclusão das áreas de extrativismo no período de floração e frutificação das palmeiras pode ser uma alternativa de manejo da paisagem, principalmente contra proliferação de gramínea exóticas e proteção contra o fogo;
- ii.** Os efeitos de outras variáveis como o fogo, dependência de densidade e heterogeneidade ambiental, na estrutura e dinâmica populacional de *B. capitata* devem ser explorados com maior precisão. A incorporação dessas variáveis junto às análises matriciais permite a elaboração de modelos mais dinâmicos, capazes de agregar os diferentes componentes bióticos e abióticos que influenciam no comportamento demográfico da espécie;
- iii.** Qual seria o efeito do adensamento das áreas de extrativismo através do plantio de mudas produzidas em viveiro, simulando a transição de plântulas aos estádios subsequentes, na taxa finita de crescimento populacional (λ)?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, S. & ÂNGELO, H. 2009. Mercado dos produtos florestais não-madeireiros do cerrado brasileiro. *Ciência Florestal*. Santa Maria.19(3): 317-328.
- AMARANTE, C. V. T. & MEGGUER, C. A. 2008. Qualidade pós-colheita de frutos de butiá em função do estágio de maturação na colheita e do manejo da temperatura. *Ciência Rural*. Santa Maria. 38 (1): 46-53.
- ARANGO, D. A., DUQUE, A., J. & MUÑOS, E. 2010. Dinámica poblacional de la palma *Euterpe oleracea* (Arecaceae) en bosques inundables del Chocó, Pacífico colombiano. *Rev. Biol. Trop.*58 (1): 465-481.
- AREVALO, L. A., ALEGRE, J. C., BANDY, D. E. & SKOTT, L. T. 1998. The effect of cattle grazing on soil physical and chemical properties in a silvopastoral system in the Peruvian Amazon. *Agroforestry Systems*. 40: 109-124.
- ATAROFF, M. & SCHUWARKOPF, T. 1992. Leaf production, reproductive patterns, field germination and seedling survival in *Chamaedorea bartlingiana*. *Oecologia*. 92: 250-256.
- AVOCÈVOU-AYISSO, C., SINSIN, B., ADÉGBIDI, A., DOSSOU, G & VAN DAMME, P. 2009. Sustainable use of non-timber forest products: Impact of fruit harvesting on *Pentadesma butyracea* regeneration and financial analysis of its products trade in Benin. *Forest Ecology and Management*. 257:1930–1938.
- AZAMBUJA, A. C. 2009. Demografia e fenologia de *Butia capitata* em Arambaré, Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado (Botânica). UFRGS. Porto Alegre, RS. 53p.
- AZEVEDO, A. J., MARTINS, H. T. & DRUMMOND, J. A. L. 2009. A dinâmica institucional de uso comunitário dos produtos nativos do Cerrado no município de Japonvar (Minas Gerais). *Sociedade e Estado*. 24 (1): 193-228.
- BALDERRAMA, S. I. V. & CHAZDON, R. L. 2005. Light-dependent seedling survival and growth of four tree species in Costa Rican second-growth rain forests. *Journal of Tropical Ecology*. 21:383–395.
- BAROT, S. & GIGNOUX, J. 1999. Population structure and life cycle of *Borassus aethiopicum* Mart.: Evidence of early senescence in a palm tree. *Biotropica*. 31 (3): 439-448.

- BASTRENTA, B., LEBRETON, J. D. & THOMPSON, J. D. 1995. Predicting demographic change in response to herbivory: A model of the effects of grazing and annual variation on the population dynamics of *Anthyllis vulneraria*. *The Journal of Ecology*. 83 (4): 603-611.
- BENEJEE, B. 1975. Variance to mean ratio and the spatial distribution of animals. *Specialia*. 993-994.
- BENINCASA, M. M. P. 2003. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. 2ed. FUNEP. São Paulo, BRA. 41p.
- BERNACCI, L. C., MARTINS, F. R. & SANTOS, F. A. M. 2006. Dinâmica populacional da palmeira nativa jerivá, *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman, em um fragmento florestal no sudeste do Brasil.
- BERNACCI, L. C., MARTINS, F. R. & SANTOS, F. A. M. 2008. Estrutura de estádios ontogenéticos em população nativa da palmeira *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (Arecaceae). *Acta Botânica Brasílica*. 22 (1): 119-130.
- BERNAL, R. 1998. Demography of the vegetable ivory palm *Phytelphas seemannii* in colombia, and the impact of seed harvesting. *The Journal of Applied Ecology*. 35 (1): 64-74.
- BIOESTAT. 2007. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. Belém, Brasil.
- BROSCHAT, T. K. 1998. Endocarp removal enhances *Butia capitata* (Mart.) Becc. (Pindo Palm) seed germination. *Hor. Technology*. 8(4): 586 - 587.
- CARPENTER, W. J. 1988. Seed after-ripening and temperature influence *Butia capitata* germination. *HortScience*, v. 23, p. 702-703.
- CARVALHO, R. M., MARTINS, F. R. & SANTOS, F. A. M. 1999. Leaf ecology of pre-reproductive ontogenetic stages of the palm tree *Euterpe edulis* Mart. (Arecaceae). *Anal. of Botany*. 83: 225-233.
- CARVALHO, I. S.H. & SAWYER, D.R. 2008. A cooperativa grande sertão e as riquezas socioambientais do norte de Minas. In: BERSUSAN, N. Unindo sonhos: Pesquisas ecossociais do Cerrado. Brasília. P. 51-66.

- CARVALHO, F. A., JACOBSON, T. K. B., COSTA, A. F., SANTOS, A. A. B. & HAY, J. D. V. 2009. Estrutura e distribuição espacial do Barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum*) em uma área de cerrado no sudeste de Goiás. *Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas*. 3 (1): 14-20.
- CASWELL, H. 2000. Prospective and retrospective perturbation analyses: Their roles in conservation biology. *Ecology*. 81 (3): 619-627.
- CASWELL, H. 2001. Matrix population models: construction, analysis and interpretation. 2nd Edition. Sinauer Associates. Massachusetts, USA. 722p.
- CASWELL, H. & FUJIWARA, M. 2004. Beyond survival estimation: mark-recapture, matrix population models, and population dynamics. *Animal Biodiversity and Conservation*. 27 (1): 471-488.
- CHAZDON, R. L. 1992. Patterns of growth and reproduction of *Geonoma congesta*, a clustered understory palm. *Biotropica*. 24 (1): 43-51.
- DELVAUX, C., SINSIN, B. & VAN DAMME, P. 2010. Impact of season, stem diameter and intensity of debarking on survival and bark re-growth pattern of medicinal tree species, Benin, West Africa. *Biological Conservation*. 143: 2664-2671
- de KROON, H., PLAISIER, A. VAN GROENENDAEL, J. & CASWELL, H. 1986. The relative contribution of demographic parameters to population growth rate. *Ecology*. 67 (5): 1427-1431.
- de KROON, H., VAN GROENENDAL, J. & EHRLÉN, J. 2000. Elasticities: A review of methods and model limitations. *Ecology*. 81 (3): 607-618.
- de STEVEN, D. 1989. Genet and ramet demography of *Oenocarpus mapora* ssp. *mapora*, a clonal palm of Panamanian Tropical moist forest. *Journal of Ecology*. 77 (2): 579-596.
- EMANUEL, P. L., SHACKLETON, C. M. & BAXTER, J. S. 2005. Modelling the sustainable harvest of *Sclerocarya birrea* subsp. *caffra* fruits in the South African lowveld. *Forest Ecology and Management*. 214: 91-103.
- ENDRESS, B. A., GORCHOV, D. L., PETERSON, M. B. & SERRANO, E. R. 2004. Harvest of the palm *Chamaedorea radicalis*, its effects on leaf production, and implications for sustainable management. *Conservation Biology*. 18 (3): 822-830.

- ESCALANTE, S., MONTANA, C., & ORELLANA, R. 2004. Demography and potential extractive use of the liana palm, *Desmoncus orthacanthos* Martius (Arecaceae), in southern Quintana Roo, Mexico. *Forest Ecology and Management*. 187: 3-18.
- FARIA, J. P., ARELLANO, D. B., GRINALDI, R., SILVA, L. C. R., VIEIRA, R. F., SILVA, D. B. E AGOSTINI-COSTA, T. S. 2008a Caracterização da polpa do Coquinho-azedo (*Butia capitata* var *capitata*). *Rev. Bras. Frutic.* 30 (3): 827-829.
- FARIA, J. P., ARELLANO, D. B., GRINALDI, R., SILVA, L. C. R., VIEIRA, R. F., SILVA, D. B. E AGOSTINI-COSTA, T. S. 2008b. Caracterização química da amêndoa de coquinho-azedo (*Butia capitata* var *capitata*). *Rev. Bras. Frutic.* 30 (2): 549-552.
- FERNANDES, R. C. 2008. Estudos propagativos do Coquinho-azedo (*Butia capitata* (Mart.) Becc.). Dissertação de mestrado (Ciências Agrárias). URMG. Montes Claros. Minas Gerais. 95p.
- FRANCIS, J. K. & PARROTTA, J. A. 2006. Vegetation response to grazing and planting of *Leucaena leucocephala* in a *Urochloa maximum*-dominated grassland in Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*. 42 (1): 67-74.
- FRECKLETON, R. P., SILVA MATOS, D. M., BOVI, M. L. A. & WATKINSON, A. R. 2003. Predicting the impacts of harvesting using structured population models: the importance of density-dependence and timing of harvest for a tropical palm tree. *Journal of Applied Ecology*. 40: 846–858.
- GATSUK, L.E., SMIRNOVA, O.V., VORONTZOVA, L.I., ZAUGOLNOVA, L.B., & ZHUKOVA, L.A. 1980. Age states of plants of various growth forms - a review. *Journal of Ecology*. 68: 675-696.
- GUILHERME, F. A. G. & OLIVEIRA, A. S. 2011. Estrutura populacional de *Butia purpurascens* Glassman (Arecaceae) em duas áreas de Cerrado *sensu stricto* no Estado de Goiás. *Rev. Biol. Neotrop.* 7(1): 37-45.
- HENDERSON, A., GALEANO, G. & BERNAL, R. 1995. Field guide to the palms of the Americas. Princeton University Press, New Jersey.
- HOFFMANN, W. A. 1999. Fire and population dynamics of woody plants in a neotropical savanna: matrix model projections. *Ecology* 80: 1354–1369.

- HOFFMANN, W. A., LUCATELLI, V. M. P. C., SILVA, F. J., AZEVEDO, J. M. C., MARINHO, S., ALBURQUERQUE, A. M. S., LOPES, A. O. & MORAES, S. P. 2004. Impact of the invasive alien grass *Melinis minutiflora* at the savanna-forest ecotone in the Brazilian Cerrado. *Diversity and Distributions*. 10: 99–103.
- HOFFMANN, W. A. & HARIDASAN, M. 2008. The invasive grass, *Melinis minutiflora*, inhibits tree regeneration in a Neotropical savanna. *Austral Ecology*. 33: 29–36.
- HOLM, J. A., MILLER, C. J. & CROPPER-JR, W. P. 2008. Population dynamics of the dioecious Amazonian palm *Mauritia flexuosa*: Simulation analysis of sustainable harvesting. *Biotropica*. 40(5): 550-559.
- HOMMA, A. K. O. 1992. Viabilidade econômica da extração de produtos florestais não madeiráveis. Embrapa Amazônia Oriental Belém, PA.
- IBGE. 2008. Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em 29 mar. 2008.
- INMET Instituto Nacional de Meteorologia. 2010. Superfície Automática. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>. Acesso em 31 dez. 2010.
- JONES, D. L. 1995. Palms throughout the world. Foreword by John Dransfield. Royal botanic gardens, Kew. Washington, D.C, USA. 410 p.
- KHAN, F. 1986. Life forms of Amazonian palms in relation to forest structure and dynamics. *Biotropica*. 18 (3): 214-218.
- KAHN, F. 1991. Palms as key swamp forest resources in Amazonia. *Forest Ecology and Management*. 38(3): 133-142.
- KREBS, C. J. 1999. *Ecological Methodology*. 2º Ed. Addison - Welsey Educational Publishers, Inc., Menlo Park. University of British Columbia. Vancouver, CAN. 624p.
- LEGROS, S., MIALET-SERRA, I., CALIMAN, J. P., SIREGAR, F. A., CLÉMENT-VIDAL, A. & DINGKUHN, M. 2009. Phenology and growth adjustments of oil palm (*Elaeis guineensis*) to photoperiod and climate variability. *Annals of Botany* 104: 1171–1182.

- LORENZI, H., SOUZA, H. M., COSTA, J. T. M., CERQUEIRA, L. S. C. & FERREIRA, E. 2004. Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas. Nova Odessa: Instituto Plantarum.
- LUGO, A. E. & BATLLE, C. T. R. 1987. Leaf production, growth rate, and age of the palm *Prestoea montana* in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology*. 3 (2): 151-161.
- MACHADO, R. B.; NETO, M. B. R.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, R. F.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K. & STEINIINGER, M. 2004. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. *Conservação Internacional – Programa do Brasil*. Brasília. 26p.
- MARCATO, A. C. & PIRANI, J. R. 2006. Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais: Palmae (Arecaceae). *Boletim de Botânica (USP), São Paulo*. 24 (2): 1-8.
- MARTÍNEZ-BALLESTÉ, A., MARTORELL, C. & CABALLERO, J. 2008. The effect of Maya traditional harvesting on the leaf production, and demographic parameters of Sabal palm in the Yucatán Peninsula, Mexico. *Forest Ecology and Management*. 256: 1320–1324
- MARTINS, C. R., LEITE, L. L. & HARIDASAN, A. 2004. Capim - gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.), uma gramínea exótica que compromete a recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação. *Revista Árvore*. 28 (5): 739-747.
- MARTINS, C. R., HAY, J. D. V. & CARMONA, R. 2009. Potencial invasor de duas cultivares de *Melinis minutiflora* no Cerrado brasileiro – Características de sementes e estabelecimento de plântulas. *Revista Árvore*. 33 (4): 713-722.
- MARTINS, R. C., SANTELLI, P. E. & FILGUERAS, T. S. 2010. Coquinho-azedo. In: VIEIRA, R. F., AGOSTINI-COSTA, T. S., SILVA, D. B., SANO, S. M. E FERREIRA, F. R. *Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil*. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Brasília. pág. 163-173.
- MATLAB. 2004. MATLAB Version 7.1. MathWorks, Inc. Natick, Massachusetts. USA.
- MEDEIROS, M. B. & MIRANDA, H. S. 2005. Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo sujo submetido a três queimadas prescritas anuais. *Acta Botânica Brasílica*. 19 (3): 493-500.

- MEDEIROS, M. B. & MIRANDA, H. S. 2008. Post-fire resprouting and mortality in Cerrado woody plant species over a three-year period. *Edinburgh Journal of Botany*. 65 (1): 53-68
- MIGUEL, F. R. M., VIEIRA, S. R. & GREGO, C. R. 2009. Variabilidade espacial da infiltração de água em solo sob pastagem em função da intensidade de pisoteio. *Pesq. Agropec. Bras.* 40 (11): 1513-1519.
- MYERS, J. H. 1978. Selecting a measure of dispersion. *Environmental Entomology*. 7: 619-621.
- MONTEIRO, E. A. & FISH, S. T. V. Estrutura e padrão espacial das populações de *Bactris setosa* Mart e *B. hatschbachii* Noblick ex a. Hend (Arecaceae) em um gradiente altitudinal, Ubatuba (SP). *Biota Neotrópica*. 5 (2): BN00505022005.
- MOLINA, B. 2001. Biología y conservación del palmar butiá (*Butia capitata*) em la Reserva de La Biosfera Bañados Del Este. *Avances de investigación. PROBIDES*, nº 34. 33p.
- MWAVUA, E. N. & WITKOWSKI T. F. 2009. Population structure and regeneration of multiple-use tree species in a semi-deciduous African tropical rainforest: Implications for primate conservation. *Forest Ecology and Management*. 258: 840–849.
- NEGUSSIE, A; AERTS, R; GEBREHIWOT, K & MUYS, B. 2008. Seedling mortality causes recruitment limitation of *Boswellia papyrifera* in northern Ethiopia. *Journal of Arid Environments*. 72: 378–383
- OYAMA, K. 1993. Are age and height correlated in *Chamaedorea tepejilote* (Palmae)? *Journal of Tropical Ecology*. 9 (3): 381-385.
- PEDRON, F.A., MENEZES, J.P. & MENEZES, N.L. 2004. Parâmetros biométricos de fruto, endocarpo e sementes de butiazeiro *Butia capitata* (Marc.) Becc. *Cienc. Rural*. 34(2): 585-586.
- PERES, C. A., BAIDER, C., ZUIDEMA, P. A., WADT, L. H., KAINER, K. A., GOMES-SILVA, D. A., SALOMÃO, R. P., SIMÕES, L. L., FRANCIOSI, E. R., VALVERDE, F., GRIBEL, R., SHEPARD, G. H., KANASHIRO, M., COVENTRY, P., YU, D. W., WATKINSON, A. R. & FRECKLETON, R. P. 2003. Demographic threats to the sustainability of Brazil nut exploitation. *Science*. 302: 2112-2114.

- PINARD, M. A. & PUTZ, F. E. 1992. Population matrix models and palm resource management. *Bull Inst. Études Andines*. 21 (2): 637-649.
- PINARD, M. 1993. Impacts of stem harvesting on populations of *Iriartea deltoidea* (Palmae) in an Extrative Reserve in Acre, Brazil. *Biotropica*. 25 (1): 2-14.
- PIÑERO, D., MARTINEZ-RAMOS, M. & SARUKHAN, J. 1984. A population model of *Astrocaryum mexicanum* and a sensitivity analysis of its finite rate of increase. *Journal of Ecology*. 72: 977-991.
- PIVELLO, V. R., CARVALHO, V. M. C., LOPES, P. F., PECCININI, A. A. & ROSSO, S. 1999. Abundance and distribution of native and alien grasses in a Cerrado (Brazilian savanna) biological reserve. *Biotropica*. 31: 71-82.
- PORTELA, R. C., BRUNA, E. M. & SANTOS, F. A. M. 2010. Demography of palm species in Brazil's Atlantic forest: a comparison of harvested and unharvested species using matrix models. *Biodivers Conserv*. 19: 2389-2403
- POSADA, J. M., AIDE, T. M. & CAVELIER, J. 2000. Cattle and weedy shrubs as restoration tools of tropical montane rainforest. *Restoration Ecology*. 8 (94): 370-379.
- RAI, N. D. & UHL, C. F. 2004. Forest product use, conservation and livelihoods: the case of Uppage fruit harvest in the Western Ghats, India. *Conservation & Society*. 2 (2): 289-313.
- REED, M. S. & CLOKIE, M. R. J. 2000. Effects of grazing and cultivation on forest plant communities in Mount Elgon National Park, Uganda. *African Journal of Ecology*. 32 (2): 154-162.
- REDFORD, K. H., & C. PADOCH. 1992. Conservation of neotropical forests. Columbia University Press. New York.
- REIS, M.S., FANTINI, A.C., NODARI, R.O., REIS, A., GUERRA, M.P., & MANTOVANI, A. 2000. Management and conservation of natural populations in Atlantic rain forest: The case study of palm heart (*Euterpe edulis* Martius). *Biotropica*. 32: 894-902.
- REITZ, R. 1974. Palmeiras. *Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí*.

- RIBEIRO, J.F & WALTER, B.M.T., 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: SANO, S. M. & ALMEIDA, S. P. Cerrado Ambiente e Flora. EMPRAPA-CPAC. Brasília. 89-166 p.
- RIST, L. BUNBURY, C. N. K., DOGLAY, F. F., EDWARDS, P., BUNBURY, N. & GHAZOUL, J. 2010. Sustainable harvesting of coco de mer, *Lodoicea maldivica*, in the Vallée de Mai, Seychelles. *Forest Ecology and Management*. 260: 2224-2231
- RIVAS, M. & BARILANI, A. 2004. Diversidad, potencial productivo y reproductivo de los palmares de *Butia capitata* (Marc.) Becc. de Uruguay. *Agrociencias*. 8 (2): 11-20.
- ROCHA, E. 2004. Potencial ecológico para o manejo de frutos de açazeiro (*Euterpe precatoria* Mart.) em áreas extrativistas no Acre, Brasil. *Acta Amazonica*. 34 (2): 237 – 250.
- RODRÍGUEZ-BURITICÁ, ORJUELA, M. A. & GALEANO, G. 2005. Demography and life history of *Geonoma orbignyana*: An understory palm used as foliage in Colombia. *Forest Ecology and Management*. 211: 329–340.
- ROSA, L., CASTELLANI, T. T. & REIS, A. 1998. Biologia reprodutiva de *Butia capitata* (Martius) Beccari var. *odorata* (Palmae) na restinga do município de Laguna, SC. *Revista Brasileira de Botânica*. 21 (3).
- RUNK, J. V. 1998. Productivity and sustainability of a vegetable ivory palm (*Phytelephas aequatorialis*, Arecaceae) under three management regimes in northwestern Ecuador. *Economic Botany*. 52 (2): 168-182.
- SAMPAIO, M. B. & GUARINO, E. S. G. 2007. Efeitos do pastoreio de bovinos na estrutura populacional de plantas em fragmentos de floresta ombrófila mista. *Revista Árvore*. 31 (6): 1035-1046.
- SAMPAIO, M. B., SCHMIDT, I. B. & FIGUEIREDO, I. B. 2008. Harvesting effects and population Ecology of the Buriti palm (*Mauritia flexuosa* L. f., Arecaceae) in the Jalapão Region, Central Brazil. *Economic Botany*. 62(2): 171–181.
- SAMPAIO, M. B. & SCARIOT, A. 2008. Growth and reproduction of the understory palm *Geonoma schottiana* Mart. in the gallery forest in Central Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*. 31 (3): 433-442.

- SAMPAIO, M. B. & SCARIOT, A. 2010. Effects of stochastic herbivory events on population maintenance of an understorey palm species (*Geonoma schottiana*) in riparian tropical forest. *Journal of Tropical Ecology*. 26: 151-161.
- SCHROTH, G., MOTA, M. S.S., LOPES, R. & FREITAS, A. F. 2004. Extractive use, management and in situ domestication of a weedy palm, *Astrocaryum tucuma*, in the central Amazon. *Forest Ecology and Management* 202: 161–179.
- SCHMIDT, I.B., FIGUEIREDO, I.B. & SCARIOT, A. 2007. Ethnobotany and effects of harvesting on the population ecology of *Syngonanthus nitens* (Bong.) Ruhland (Eriocaulaceae), a NTFP from Jalapão Region, Central Brazil. *Economic Botany*. 61: 73-85
- SCHUMANN, K., WITTIG, K., THIOMBIANO, A., BECKER, U. & HAHN, K. 2010. Impact of land-use type and bark- and leaf-harvesting on population structure and fruit production of the baobab tree (*Adansonia digitata* L.) in a semi-arid savanna, West Africa. *Forest Ecology and Management*. 260: 2035-2044.
- SILVA MATOS, D.M., FRECKLETON, R.P. & WATKINSON, A.R. 1999. The role of density-dependence in the population dynamics of a tropical palm. *Ecology*. 80: 2635–2650.
- SILVA, P. A. D. 2008a. O Coquinho-Azedo no Norte de Minas Gerais – ecologia populacional e botânica econômica. In: BERSUSAN, N. Unindo sonhos: Pesquisas ecossociais do Cerrado. Brasília. P. 85-96.
- SILVA, P. A. D. 2008b. Ecologia populacional e botânica econômica de *Butia capitata* (Mart.) Beccari no Cerrado do Norte de Minas Gerais. Dissertação de mestrado – Universidade de Brasília. Brasília. 105 p.
- SILVERTOWN, J. , FRANCO, M., PISANTY, I., & MENDOZA, A. 1993. Comparative plant demography--relative importance of life-cycle components to the finite rate of increase in woody and herbaceous perennials. *Journal of Ecology*. 81 (3): 465-476.
- SILVERTOWN, J., FRANCO, M. & MENGES, E. 1996. Interpretation of elasticity matrices as an aid to the management of plant populations for conservation. *Conservation Biology*. 10 (2); 591-597.
- SOKAL, R. R. AND F. J. ROHLF. 1995. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*. 3rd edition. New York, USA. 887p.

- SOUZA A. F & MARTINS F. R. 2004. Population structure and dynamics of a neotropical palm in fire-impacted fragments of the Brazilian Atlantic forest. *Biodiversity Conservations* 13:1611–1632
- SULLIVAN, S., KONSTANT, L. & CUNNINGHAM, A. B. 1995. The impact of utilization of palm products the population structure of the vegetable ivory palm (*Hyphaene petersiana*, Arecaceae) in North Central Namibia. *Economic Botany*. 49 (4): 357-370
- STATSOFT. 2004. STATISTICA: data analysis software system. Version 7.
- STERN, M., QUESADA, M. & STONER, K. E. 2002. Changes in composition and structure of a tropical dry forest following intermittent cattle grazing. *Rev. Biol. Trop.* 50 (3-4): 1021-1034.
- SVENNING, J.C. & MACIA, M.J. 2002. Harvesting of *Geonoma macrostachys* Mart. leaves for thatch: an exploration of sustainability. *Forest Ecology and Management* 167: 251-262.
- TORRANO, L. & VALDERRÁBANO, J. 2004. Review: Impact of grazing on plant communities in forestry areas. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 2 (1): 93-105.
- VIEIRA, D. L. M. & SCARIOT, A. 2006. Effects of logging, liana tangles and pasture on seed fate of dry forest tree species in Central Brazil. *Forest Ecology and Management*. 230: 197–205.
- WEINSTEIN, S & MOAGENBURG, S. 2004. Açai palm management in the Amazon estuary: Course for conservation or passage to plantations? *Conservation & Society*. 2 (2): 315-330
- WIDYATMOKO, D., BURGMAN, M. A., GUHARDYA, E., MOGEA, J. P., WALUJO, E. B. & SETEADI, D. 2005. Population status, demography and habitat preferences of the threatened lipstick palm *Cyrtostachys renda* (Blume) in Kerumutan Reserve, Sumatra. *Acta oecologica*. 28: 107-118.
- ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4 ed. New Jersey: Prentice Hall. .662p.

ZUIDEMA, P. A., de KROON, H. & MARINUS J. A. WERGER, M. J. A. 2007. Testing sustainability by prospective and retrospective demographic analyses: evaluation for palm leaf harvest. *Ecological Applications*, 17 (1):118–128