

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**COMPORTAMENTO DE POPULAÇÕES DE CARNAUBEIRA EM
DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO NO
MUNICÍPIO DE UNIÃO-PIAUI**

CLEMILTON DA SILVA FERREIRA

**TERESINA
Estado do Piauí - Brasil
Abril de 2009**

**COMPORTAMENTO DE POPULAÇÕES DE CARNAUBEIRA EM
DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO NO MUNICÍPIO DE
UNIÃO-PIAUI**

CLEMILTON DA SILVA FERREIRA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. José Airton Rodrigues Nunes

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Regina Lucia Ferreira Gomes

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

TERESINA
Estado do Piauí - Brasil
Abril de 2009

COMPORTAMENTO DE POPULAÇÕES DE CARNAUBEIRA EM DIFERENTES
ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO NO MUNICÍPIO DE UNIÃO-PIAUI

CLEMILTON DA SILVA FERREIRA

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

Aprovada em 17 de Abril de 2009

Comissão julgadora:

Ph. D. Valdomiro Aurélio Barbosa de Souza (Embrapa Meio - Norte)

Prof. Dr. Marcos David Figueiredo de Carvalho (DZO/CCA/UFPI)

Prof^a. Dr^a. Regina Lucia Ferreira Gomes (DFITO/CCA/UFPI)

Prof. Dr. José Airton Rodrigues Nunes (DPPA/CCA/UFPI)

F383c

Ferreira, Clemilton da Silva

Comportamento de populações de carnaubeira em diferentes estádios de desenvolvimento no município de União. / Clemilton da Silva Ferreira 60 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí. 2009.

Orientador: Prof. Dr. José Airton Rodrigues

Nunes

1. Carnaúba 2. *Copernicia prunifera* 3. Cera de carnaúba. 4. Fenologia 5. Divergência fenotípica I. Título

CDD 584.5

Aos meus pais, Maria de Lourdes e Luiz Julio, exemplos de luta e dedicação e aos meus irmãos Felismina, Antonia, Cleto, Conceição e José, que indiscutivelmente me apoiaram e estão sempre ao meu lado.

DEDICO

A minha namorada Eriane, pelo amor, compreensão, companheirismo e incentivo.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

- A Deus pelo dom da Vida e saúde durante o desenvolvimento do trabalho.
- À Universidade Federal do Piauí, pela oportunidade concedida na obtenção de novos conhecimentos.
- Ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, pela oferta do curso e aceite no treinamento e aos professores do programa de Pós-Graduação em Agronomia, pelos ensinamentos.
- Ao Centro de Aperfeiçoamento de Formação de Pessoas de Nível Superior - CAPES, pelo apoio financeiro.
- Ao Prof. Dr. José Airtton Rodrigues Nunes, pelo incentivo, paciência e disponibilidade na orientação, o qual foi de grande importância como pessoa e orientador no meu crescimento profissional.
- À Prof^a. Dr^a. Regina Lucia Ferreira Gomes, pela co-orientação e empenho na execução do trabalho.
- Ao Prof. Dr. Marcos David Figueiredo de Carvalho, por ter concedido os dados do primeiro capítulo.
- Ao Ph. D. Valdomiro Aurélio Barbosa de Souza da Embrapa Meio Norte, pela colaboração e participação na banca de defesa.
- Ao Prof. Dr. José Ribeiro do Departamento de Química da UFPI, pela dedicação com as análises de cera de carnaúba.
- Ao Figueiredo, pela as análises de cera de carnaúba.
- Ao Vicente de Paula, Secretário da Pós-Graduação em Agronomia, pelo serviço prestado na secretaria.
- Ao Sr. Batista, motorista, pelas ajudas e disposição nas viagens.
- Ao seu Raimundo da Fazenda Cajazeira, no apoio a coleta do material de campo.
- Aos colegas de mestrado em especial ao Fernando Silva, Sebastião Nascimento e Renato Rocha, pelos momentos de estudo e trocas de conhecimento.
- A toda minha família, avó, tios e tias, sobrinhos e primos, que acompanharam e torceram por a conquista dessa etapa na minha formação.
- Ao Mauricio, Edivaldo e Mailson, pelo convívio e companheirismo.

- Ao gerente do Banco do Nordeste da cidade de Campo Maior, Sr. José Gilberto Alves de Souza, pelo material de carnaúba cedido para corroborar na pesquisa realizada.

- Aos colegas, Antonio Lima, Cláudio, Neto, Gilberto, Cristiano, José Rodrigues, Antonio Filho, Carlos Alberto, Gustavo Vinícius de Campo Maior que sempre apoiaram essa conquista.

- Aos alunos do curso de Agronomia da Universidade Estadual do Piauí – Campus de União, pela colaboração na experiência profissional.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO GERAL | ix |
| GENERAL ABSTRACT | x |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL | 12 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 14 |
| 2.1. Centro de origem da diversidade e domesticação da carnaubeira | 14 |
| 2.2. Classificação botânica da carnaubeira | 16 |
| 2.3. Aspectos morfológicos, fenológicos e biologia floral da carnaubeira | 16 |
| 2.4. Aspectos agro-econômicos e sociais da carnaubeira | 20 |
| 2.5. Aspectos sobre o melhoramento da carnaubeira | 25 |
| 2.5.1. Variabilidade genética e bancos de germoplasma | 25 |
| 2.5.2. Caracteres e objetivos do melhoramento | 26 |
| 2.5.3. Métodos de melhoramento aplicáveis a palmeiras | 27 |
| 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 29 |
| 4. CAPÍTULO I. Emissão foliar em populações de carnaubeira no município de União-PI em diferentes estádios de desenvolvimento..... | 35 |
| 4.1. Resumo | 35 |
| 4.2. Abstract | 36 |
| 4.3. Introdução | 37 |
| 4.4. Material e Métodos | 38 |
| 4.5. Resultados e Discussão | 40 |
| 4.6. Conclusões | 46 |
| 4.7. Referências Bibliográficas | 46 |
| 5. CAPÍTULO II. Atributos fenológicos da carnaubeira e físico-químicos da cera sob diferentes estratégias de manejo de corte das folhas | 48 |
| 5.1. Resumo | 48 |
| 5.2. Abstract | 49 |
| 5.3. Introdução | 49 |
| 5.4. Material e Métodos | 50 |
| 5.5. Resultados e Discussão | 52 |
| 5.6. Conclusões | 59 |
| 5.7. Referências Bibliográficas | 59 |

COMPORTAMENTO DE POPULAÇÕES DE CARNAUBEIRA EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO NO MUNICÍPIO DE UNIÃO – PIAUÍ

Autor: Clemiton da Silva Ferreira

Orientador: Prof. Dr. José Airton Rodrigues Nunes

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Regina Lucia Ferreira Gomes

RESUMO GERAL

A carnaubeira (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore) é uma espécie nativa do Brasil de grande importância agroeconômica para o Nordeste brasileiro. Neste trabalho, objetivou-se estudar o comportamento de carnaubeiras de duas populações considerando três estádios de desenvolvimento quanto à emissão foliar e avaliar o efeito de diferentes estratégias de manejo de corte de folhas, do estádio de desenvolvimento e do tipo de folha sobre as características fenológicas e físico-químicas da cera. Os estudos foram realizados em populações naturais de carnaubeira localizadas no município de União–Piauí. O trabalho constituiu-se de duas etapas. Na primeira etapa, avaliou-se a emissão de folhas pelo período de um ano (dezembro de 2003 a dezembro de 2004) em carnaubeiras amostradas nas populações naturais (Fazenda Cajazeira e Fazenda Santo Antônio) em três diferentes estádios de desenvolvimento (capoteiro, palmeira nova e palmeira velha). Na segunda, avaliaram-se o efeito do tipo de folha (nova, velha), do estádio de desenvolvimento (capoteiro e palmeira jovem) e de diferentes estratégias de manejo de corte das folhas de carnaubeiras da população da Fazenda Cajazeira (Manejo 1 - corte realizado no início de agosto de 2008; Manejo 2 - cortes em agosto e no início de dezembro de 2008, realizados no mesmo grupo de plantas; e Manejo 3 - corte realizado nas plantas apenas no início de dezembro de 2008). Nessa segunda etapa do estudo, foram mensuradas as seguintes características: número de folhas; produção de pó cerífero, em gramas; razão produção de pó / número de folhas; teor de umidade; teor de impurezas; e rendimento em cera. As análises estatísticas foram realizadas por meio da análise de variância. As populações de carnaubeira apresentaram divergência fenotípica quanto à emissão de folhas. Nos diferentes

estádios de desenvolvimento estudados, o comportamento do caráter número de folhas emitidas foi semelhante. Houve emissão foliar mais pronunciada nos meses que coincidem com o período chuvoso da região. Verificou-se que o tipo de folha se constitui no atributo da planta de maior relevância na exploração comercial da carnaubeira, sobretudo pelo efeito que exerce sobre os caracteres de importância econômica. Observou-se que postergar a realização do corte anual das carnaubeiras para o final do período seco se constitui numa prática favorável, à produção de cera.

Palavras-chave: Carnaúba, *Copernicia prunifera*, cera de carnaúba, fenologia, divergência fenotípica, pó cerífero.

BEHAVIOR OF CARNAUBEIRA POPULATIONS IN DIFFERENT DEVELOPMENT STAGES AT UNIÃO DISTRICT, PIAUÍ STATE - BRAZIL

Author: Clemilton da Silva Ferreira

Adviser: Prof. Dr. José Airton Rodrigues Nunes

Co- Adviser: Prof^a. Dr^a. Regina Lucia Ferreira Gomes

ABSTRACT

The carnauba (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore) is a palm species native from Brazil of great agro-economic importance to the Brazilian Northeast. This study aimed to evaluate the behavior of two natural populations in different development stages in relation to leaves emission, and also to evaluate the effects of different strategies of leaves cutting, development stages and leaf type on the plant phenological characters and physico-chemical properties of the wax. The studies

were performed in natural carnauba populations located at the district of União, Piauí State - Brazil. This work was done in two phases. In the first phase it was evaluated leaves emission for a period from December 2003 to December 2004 in carnauba sampled in two natural populations (Farm Cajazeira and Farm Santo Antonio) at three development stages (Capoteiro, new palm and old palm). In the second phase, the study assessed the effect of leaf type (new and old), development stage (capoteiro and young palm) and different management strategies for leaves cutting in a carnauba population of farm Cajazeira (Management 1 - cut in early August 2008; Management 2 - cuts in August and in the beginning of December 2008, held in the same group of plants; and Management 3 - cut in the beginning of December, 2008). In this second phase of the study, the measured characteristics were: leaves number, wax powder production, relation wax production / leaves number, moisture percentage, impurities percentage, and wax yield. The data were submitted to the analysis of variance. The carnauba populations showed phenotypic divergence for leaves emission. For the different development stages studied the behavior of the character number of leaves emitted was similar. There was more pronounced leaf emission for the months that coincide with the rainy season at the region. It was found that the leaf type is the plant attribute of greater relevance in the carnauba commercial exploitation. It was observed that delaying the annual leaves cutting of carnauba to the end of the dry period is a good practice to improve the wax production.

Key Words: carnauba, *Copernicia prunifera*, carnauba wax, phenology, phenotypic divergence, wax powder.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Nordeste brasileiro apresenta diversas espécies de ocorrência endêmica, que apresentam uma grande importância sócio-econômica. A carnaubeira (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore) figura como uma espécie de destaque em virtude da multiplicidade de produtos que dela podem ser aproveitados para variados fins. A partir dessa observação esta palmeira logo recebeu inúmeras denominações, a exemplo de “árvore da vida”, “árvore da providência”, “boi vegetal”, “ouro verde”.

A carnaubeira encontra-se dispersa na região Nordeste, principalmente nos Estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. Um aspecto interessante é que os carnaubais, em geral, concentram-se naturalmente em áreas de baixa aptidão agrícola para outras culturas exploradas na região, a exemplo do feijão-caupi, milho, caju, dentre outras, distribuindo-se principalmente nas margens de rios e áreas alagadiças dos Estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte (GOMES, 1945; SANTOS, 1979; d'ALVA, 2004).

A exploração da carnaubeira baseia-se primordialmente em torno da extração do pó cerífero das folhas ou palhas, o qual posteriormente é processado em cera, produto bastante apreciado por variados setores da indústria. As palhas da carnaubeira são muito utilizadas na atividade artesanal, tendo esta grande expressão econômica (GOMES e NASCIMENTO, 2006).

Nos últimos anos as exportações de cera da carnaúba tem se mostrado crescentes. Em 2008, o Estado do Piauí foi o maior exportador desse produto no Brasil, com um volume equivalente a 6.661 toneladas e um faturamento superior a 37 milhões de dólares. Os Estados Unidos, Japão e Alemanha são os principais países importadores da cera de carnaúba piauiense (SEFAZ-PI, 2009).

Não obstante seu potencial econômico-social, a cadeia produtiva da carnaubeira é baseada completamente no extrativismo. Além disso, poucos estudos em relação ao melhoramento genético e/ou tecnológico têm sido realizados.

Os objetivos deste trabalho foram avaliar a emissão foliar em populações naturais de carnaubeira em diferentes estádios de desenvolvimento e estudar os

efeitos de diferentes estratégias de manejo de corte das folhas e de atributos inerentes à planta (tipo de folha e estágio de desenvolvimento) sobre número de folhas, produção de pó cerífero e características físico-químicas da cera.

Para isso, a presente dissertação foi estruturada em dois capítulos: Capítulo 1 - Emissão foliar em populações de carnaubeira no município de União-PI em diferentes estágios de desenvolvimento; e Capítulo 2 - Atributos fenológicos da carnaubeira e físico-químicos da cera sob diferentes estratégias de manejo de corte das folhas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Centro de origem da diversidade e de domesticação da carnaubeira

A carnaubeira (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore) é uma espécie de palmeira do tipo xerófita, nativa do Brasil, sendo endêmico na região Nordeste. Pertence à família *Palmae*, da qual fazem parte palmeiras de expressão econômica, como o coco (*Cocos nucifera*), açaí (*Euterpe oleracea*) e o babaçu (*Orbignya phalerata*) (GOMES, 1945; SANTOS, 1979).

Johnson (1970), citado por d'Alva (2007), relata que a mais antiga referência sobre a carnaubeira encontra-se no livro "História Naturalis Brasiliae", dos naturalistas Marcgrave e Piso, publicado no ano de 1648.

Segundo Carvalho (1982), existe mais de 28 espécies do gênero *Copernicia*, todas localizadas no Continente Americano. Na América do Sul, além da espécie *Copernicia prunifera* é relatada a ocorrência de outras duas espécies desse gênero: *C. tectorum*, na Venezuela, mais precisamente nas savanas do centro-norte, se estendendo ao longo da costa central da Colômbia; e *C. alba*, na Bolívia, Paraguai, norte da Argentina e Pantanal Mato-Grossense.

No Brasil, a carnaubeira é encontrada e explorada principalmente na Região Nordeste. De acordo com d'Alva (2004), ela pode ser encontrada nos vales de rios dos Estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. Carnaubais podem ser encontrados ainda no Maranhão, Bahia (no vale do São Francisco), Pernambuco e Paraíba.

De acordo com Reis Filho (2005), dos 223 municípios piauienses, a carnaubeira está presente em 138 municípios. O município de Campo Maior apresenta a maior área de carnaubais, com 409,36 km², seguido de Luzilândia, com 231 km² e Joaquim Pires, com 204,25 km². É interessante destacar que as maiores concentrações de carnaubais se encontram na região Centro Norte do Estado do Piauí e que as populações de carnaubeiras estão distribuídas, principalmente, em

regiões próximas de rios, riachos, alagadiços ou de solos hidromórficos, estes últimos sujeitos a inundações durante o período chuvoso.

Na Figura 1 são apresentadas as regiões de ocorrência da carnaubeira na Região Nordeste, indicando, como já comentado, a maior área de concentração no Estado Piauí é na região Centro Norte.

FIGURA 1 - Área de ocorrência da carnaubeira na Região Nordeste do Brasil.

Fonte: IBGE (2006), citado por Alves e Coêlho (2008).

A carnaubeira é uma espécie que se encontra ainda em fase de domesticação, sendo que a forma de exploração vigente continua é o extrativismo. Segundo Valois (2008), a domesticação de uma espécie deve ser considerada como um processo contínuo e de exploração dos recursos genéticos existentes em benefício do homem. Dessa forma, em se observando a exploração da carnaubeira, percebe-se que em relação ao melhoramento tecnológico, no qual se insere a adoção de um manejo adequado de cultivo, com a definição de espaçamentos, regras para a colheita, práticas de adubação e de controle fitossanitário, poucos ganhos foram obtidos.

2.2. Classificação botânica da carnaubeira

A carnaubeira é classificada botanicamente como pertencente ao Reino *Plantae*, Classe Monocotyledoneae, Ordem Palmales, Família Palmae (Arecaceae), Gênero *Copernicia* e Espécie *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore (LORENTZ et al., 1996).

Segundo relatos históricos, a primeira classificação da carnaubeira foi realizada pelo botânico brasileiro Manoel Arruda Câmara, atribuindo *Corypha cerifera* ao nome científico da espécie. Em 1838, o botânico Von Martius a rebatizou com o nome *Copernicia cerifera*, em homenagem ao famoso astrônomo Copernicus. Por algum tempo, a carnaubeira foi chamada de “*Arrudaria cerifera*” em homenagem ao seu primeiro classificador Manoel Arruda Câmara, denominação proposta por Manuel de Antônio Macedo, pioneiro nas investigações sobre a cera de carnaúba. Em 1963, H. E. Moore restaurou o nome *prunifera*, anteriormente dado por Miller, classificando-a como *Copernicia prunifera*, permanecendo finalmente com a classificação *Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore (SANTOS, 1979; JOHNSON, 1970, citado por d`ALVA, 2007).

A espécie *Copernicia prunifera* recebeu diferentes denominações, muito em função de sua distribuição geográfica, das quais destacamos: carnaubeira, carnaíba, carnaíva, carnaúva, carandaúba e carnaúba (LIMA, 2006), sendo a primeira e a última denominação mais utilizada para se referir à palmeira e ao fruto, respectivamente.

Segundo Santos (1979), o nome carnaúba tem sua origem na palavra carnaíba, induzida pelo naturalista Jorge Marcgrave, sendo originada da junção de Caraná, que significa cheio de escamas, áspera, arranhento; e Iba que significa madeira.

2.3. Aspectos morfológicos, fenológicos e biologia floral da carnaubeira

Segundo Santos (1979), a carnaubeira caracteriza-se como uma palmeira de sistema radicular fasciculado, fibroso, abundante e profundo. O tronco é ereto, de forma cilíndrica e não segmentado, se apresentando mais espesso na parte

inferior. Gomes (1945) a descreve com estipe variando de 30 a 50 centímetros de diâmetro, com restos de pecíolo em espiral. Bayama (1958) afirma que a carnaubeira, com seu estipe ereto, apresenta uma altura média de 15 a 20 metros, podendo atingir 40 metros de altura, no seu estágio adulto.

Bayama (1958), citando a descrição botânica proposta por Pio Correia (sd.), em seu “Dicionário de Plantas Úteis”, descreve as folhas ou palmas, mais conhecidas por palhas, como tendo pecíolo de comprimento médio de 1m, orbiculares ou sub-orbiculares e multífidas, apresentando de 35 a 55 lancínias, com limbo também de 1m, com coloração verde-esbranquiçada, dispostas em fronte terminal e armadas de espinhos duros e curvos e às vezes com ápice avermelhado.

d’Alva (2007) menciona que os sertanejos têm diferentes denominações para as folhas da carnaubeira, conforme se citam: “olhos”, às folhas que ainda não abriram; “medianas” ou “bandeiras”, referindo-se às folhas intermediárias ou “olhos” recém abertos; “palhas”, às folhas verdes maduras; e “palhas bravas”, às folhas secas aderidas à planta e que ainda não caíram.

As informações constantes na literatura a cerca do número de folhas produzidas por planta de carnaubeira ao ano são bastante variáveis. Johnson (1970), citado por d’Alva (2007), relata que a carnaubeira emite de 45 a 60 palhas por ano. Santos (1979) evidencia que, em média, uma palmeira adulta emite de 15 a 20 folhas por ano. Carvalho (1982), após reunir várias informações, relata uma produção média de 15 palhas por planta ano. d’Alva (2007) considera que uma planta adulta possa apresentar de 4 até 12 palhas olhos por palmeira.

Na folha da carnaubeira é onde se encontra o principal produto de interesse econômico da planta, o pó cerífero, o qual é transformado e comercializado na forma de cera. Alencar et al. (2007) em estudos comparativos da forma e espessura da camada de deposição de pó nas folhas de espécies do gênero *Copernicia*, cultivadas na Fazenda Raposo, município de Maracanaú-Ceará, concluíram que existe uma variação entre as espécies. Dessa forma, esses caracteres podem ser úteis na seleção de espécies ou genótipos mais produtivos.

O pó cerífero que se forma sobre a superfície das folhas consiste numa camada de proteção, com a finalidade de evitar a perda excessiva de água pela transpiração, sobretudo, no período de estiagem. O referido pó acumula-se, principalmente, nas folhas mais novas. Os atributos relacionados com a qualidade da cera proveniente do pó cerífero também variam de acordo com o tipo de folha, de

tal sorte que a cera elaborada a partir do pó extraído das folhas ou palhas novas, especialmente, a palha-olho apresenta um maior valor comercial.

O caráter emissão de folha é importante na seleção de genótipos superiores de carnaubeira, havendo a necessidade de relacioná-la com outros atributos da planta, como rendimento de pó cerífero e o porte da planta. Não existem até o momento trabalhos correlacionando essas características na carnaubeira.

A quantidade de folhas está relacionada com a época do ano e o estágio fenológico em que a planta se encontra. Estudos fenológicos são considerados por Fisch et al. (2000) como essenciais para compreender tanto o seu processo, quanto o seu sucesso reprodutivo, principalmente, os padrões de florescimento e frutificação que darão subsídios a programas de melhoramento.

Lieth (1979), citado por Antunes e Ribeiro (1999), descreve que fenologia é o processo que estuda a ocorrência de eventos biológicos periódicos e as causas de sua ocorrência, em relação a fatores bióticos e abióticos, e a inter-relação entre fases caracterizadas por esses eventos numa mesma e em diferentes espécies, podendo ser: foliação, floração e frutificação.

A fenologia permite o conhecimento detalhado de cada fase da planta e dá subsídios para um melhor manejo agrônômico de cada espécie. Vale ressaltar que cada espécie tem uma fenofase ou fase fonológica de maior interesse para exploração comercial. No caso da carnaubeira, a fenofase mais importante é a emissão de folha a qual está diretamente correlacionada com a época de maior formação de pó na superfície da folha.

De acordo com Gomes (1945), a carnaubeira é uma espécie monóica, ou seja, com flores masculinas e femininas na mesma inflorescência. Esta por sua vez se apresenta em forma de cacho, campanulada, amarelada, disposta em espádices de mais de dois metros de comprimento e protegida por espata tabulosa. Apresenta ovário ligeiramente piloso, estilo relativamente espesso e estigma 3-lobado, estames formando anel carnoso 6-dentado, sendo os dentes correspondentes aos filamentos e tubo de corola com seis cristas e retas. A carnaubeira é considerada uma espécie alógama, ou seja, se reproduz predominantemente por meio de cruzamento (BORÉM e MIRANDA, 2005).

Em relação a informações citogenéticas, Mouro et al. (1999) a partir de estudos de cariotipagem realizados em várias espécies de palmeiras dentre elas a carnaubeira, relatam que é diplóide com número cromossômico $2n=36$.

O fruto da carnaubeira, comumente chamado de carnaúba (SANTOS, 1979), é descrito por Bayama (1958) como uma baga ovóide-globosa, com cerca de dois centímetros de comprimento, com as seguintes estruturas de fora para dentro: epicarpo, de coloração verde-amarelada quando em desenvolvimento e roxo-escura na maturação; mesocarpo, carnoso e fibroso; e endocarpo, ligeiramente fino, lignificado, formato ovóide, impermeável e de cor marrom, que envolve o albúmen branco de sabor adocicado e adstringente.

Gomes (1945) relata que o epicarpo não é muito saboroso por ser palhoso, ou seja, fibroso, porém, no Nordeste encontra muitos apreciadores. Menciona também que os frutos são adstringentes, porém têm potencial na alimentação do gado, visto sua boa aceitação pelos animais. Das sementes extrai-se o óleo e quando torradas, podem até servir de substituto do tradicional café (CARVALHO, 1982).

Kitz (1958), citado por Pinheiro (1986), relata que assim como na maioria das palmeiras, a semente de carnaúba apresenta dormência do tipo mecânica, onde é necessário submeter na maioria das vezes a embebição em água ou remover o pericarpo para acelerar o processo de germinação.

Souza et al. (2004) utilizaram seis tratamentos: T1 – sementes intactas; T2 – sementes sem endocarpo; T3 – sementes sem endocarpos e imersas em água por 24 horas; T4 – sementes intactas imersas em água por 24 horas; T5 - sementes sem endocarpos e imersas em água por 48 horas; e T6 - sementes intactas imersas em água por 48 horas, no sentido de acelerar a germinação e observaram que o melhor resultado foi o do tratamento em que houve a remoção do endocarpo, no qual aos 52 dias, 90% das sementes haviam germinado e que a partir dos 65 dias não houve diferença entre os tratamentos T2, T5 e T3.

A propagação da carnaubeira é feita, principalmente, em seu habitat natural por via sexuada, ou seja, através de sementes (GOMES, 1945; PINHEIRO, 1986). No entanto, para seu uso no paisagismo, tem sido muito utilizado o transplântio de plantas adultas, principalmente, no Nordeste Brasileiro.

2.4. Aspectos agro-econômicos e sociais da carnaubeira

A carnaubeira recebeu variadas denominações em função de seus atributos, que lhe conferem inúmeras utilidades como "árvore da vida", designação dada pelo naturalista Humboldt, no final do século XVIII, "árvore da providência" (BEZERRA, 2007), "ouro verde" (TAVARES, 2003) e "boi vegetal", comparando-a com o bovino, onde tudo se aproveita (RIBEIRO, 2007). Apresenta notável importância para o equilíbrio da biodiversidade na sua região de ocorrência (d'ALVA, 2004), além de seu forte apelo econômico-social, contribuindo para o sustento de milhares de famílias residentes na região do semi-árido nordestino, em virtude de se tratar de planta de múltiplas utilidades.

A utilização da carnaubeira tem sido bastante ampla. As raízes têm tido aplicações para fins medicinais. O tronco ou estipe é comumente empregado na construção civil, confecção de cercas e em outras estruturas rudimentares. Os frutos servem de alimento na criação de animais. As palhas são comumente utilizadas na confecção de artesanatos, como adubo orgânico na agricultura, e na produção de papel, pois, apresenta celulose de excelente qualidade (GOMES e NASCIMENTO, 2006). Além disso, é a partir das palhas que se extrai o principal produto da carnaubeira, o pó cerífero, do qual, por meio de processos químicos, é transformado em cera.

No campo da nutrição, Melo e Carneiro (2006) afirmam que é possível utilizar os frutos verdes da carnaúba na alimentação humana em substituição parcial à farinha de trigo, isso quando desidratados e transformados em farinha integral. Pereira e Carneiro (2006) também utilizaram a farinha do fruto verde de carnaúba na fabricação de biscoito, mostrando-se bastante promissora.

Em estudos realizados por Ayres et al. (2008), foi investigada a atividade antibacteriana de extratos etanólicos de *Copernicia prunifera*, obtendo-se resultados promissores no controle de bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, incluindo espécies multidrogas resistentes.

As atividades econômicas realizadas com as palhas de carnaúba têm notável importância econômica e social para comunidades localizadas em certas regiões dos Estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. A palha proveniente da extração do pó cerífero, por meio manual, é normalmente aproveitada para fins artesanais, ou seja, na confecção de inúmeros objetos tais como: tarrafas, escovas,

cordas, chapéus, bolsas, vassouras, redes e esteiras. Já quando a retirada do pó se dá pelo processo mecânico, a bagana triturada, como é chamado o resto da palha, é adicionado ao solo servindo como adubo orgânico e/ou utilizado na composição de substratos para produção de mudas, melhorando a estrutura e a fertilidade do solo (ALVES e COELHO, 2006).

Não obstante suas possibilidades de aproveitamento, o principal foco para exploração da carnaubeira tem sido a exploração do pó cerífero.

Por se tratar de uma espécie xerófita, a maior produção de pó nas folhas da carnaubeira se expressa em limites de temperatura que variam de 26 a 35°C. Além disso, a carnaubeira se mostra com uma razoável tolerância a solos salinos, ricos em potássio, magnésio e sódio, e solos alcalinos, o que favorece a elevação da concentração do suco celular da folha, servindo de estímulo à produção de pó cerífero (SANTOS, 1979; CARVALHO, 1989).

O rendimento médio de pó cerífero e de cera além de sofrerem efeito pronunciado de fatores ambientais, variam fortemente também com o tipo de folha e forma de secagem no processo de extração do pó, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1. Produção e rendimento do pó cerífero e de cera segundo o tipo de folha e processo de secagem.

| Tipo de folha | Tipo de secagem | Quantidade de pó (kg/1000 fls.) | Produção de cera (kg/1000 fls.) | Rendimento em cera (%) |
|---------------|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------------|
| Olho | Lastro | 6,0 | 4,8 | 80,00 |
| Olho | Varal | 6,9 | 5,7 | 82,61 |
| Olho | Secador solar | 8,5 | 8,0 | 94,12 |
| Palha | Lastro | 5,5 | 3,5 | 63,64 |
| Palha | Varal | 6,3 | 4,4 | 69,84 |
| Palha | Secador solar | 7,8 | 7,2 | 92,31 |

Fonte: Adaptado de Jacob (2008).

A utilização da cera de carnaúba foi primordialmente feita para a confecção de velas, mas seu uso foi logo se expandiu para outros setores, especialmente como componente de variados produtos: graxas para sapatos; cera para assoalho; discos; cera polidora para móveis, pisos e carros; vernizes; filmes fotográficos; adesivos; embalagens plásticas; cápsulas de medicamentos, por ser orgânico e não alterar a

qualidade do produto; papel carbono; giz de cera; cola; tintas; esmalte; batons; chipes para uso na informática; goma de mascar; doces; e refrigerantes, dentre outros (RIBEIRO, 2007).

Além das aplicações supracitadas, a cera de carnaúba tem sido objeto de pesquisa visando seu uso em outras utilidades. Como exemplo, Jacomino et al. (2003) utilizaram diferentes produtos à base de cera da carnaúba na pós-colheita de frutos de goiabeira, e constataram que esses foram eficientes em retardar o amadurecimento, conferiram um maior brilho ao produto, e reduziram a perda de massa e a incidência de podridões nos frutos. Blum et al. (2008) utilizaram cera de carnaúba na conservação pós-colheita de caqui e observaram diminuição da perda de massa dos frutos em 7,8%, em armazenagem por 60 dias em câmara fria, mais quatro dias em temperatura ambiente. A imersão dos frutos em solução com 12,5% de cera de carnaúba foi eficiente na manutenção do ácido ascórbico e firmeza e a conservação dos frutos foram prolongadas, permitindo o armazenamento por até 49 dias.

A cera de carnaúba, em virtude de suas boas propriedades e multiplicidade de aplicação na indústria, logo passou a ser valorizada como produto comercial de exportação. No início do século XX, ocorreram às primeiras vendas de cera de carnaúba para o exterior, sendo a Alemanha o primeiro mercado. Contudo, foi no período da primeira guerra mundial, entre 1914 e 1918, que seu preço subiu vertiginosamente, ficando conhecido nessa época como ouro verde (TAVARES, 2003), chegando a ocupar, durante a década de 50, o sétimo lugar na pauta das exportações brasileiras (FREIRE e BARGUIL, 2006). A cera de carnaúba é destinada, quase em sua totalidade, para o mercado externo (COÊLHO e ALVES, 2007).

Na Figura 2, observa-se um crescente aumento das exportações de cera no Brasil durante o período de 1960 a 2006. Contudo, evidencia-se uma forte distorção entre os números referentes à exportação e à produção de cera, mostrando a imprecisão dos dados levantados pelos órgãos pesquisados (COELHO e ALVES, 2008). Segundo estes autores, não é plausível admitir a superioridade da exportação frente à produção, especialmente, no período de 1990 a 2006, pois para que esse comportamento fosse possível, seriam necessários grandes estoques compensatórios.

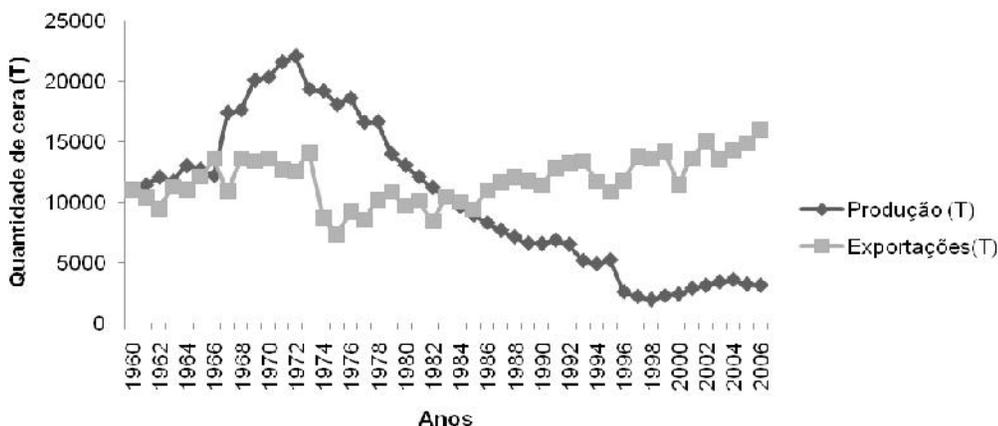


Figura 2 – Produção e exportação de cera de carnaúba no Brasil no período de 1960 a 2006.

Fonte: Coêlho e Alves (2008).

Uma provável explicação para a inconsistência nos dados de produção (Figura 2), já que os dados de exportação são mais confiáveis em virtude da fiscalização exercida pelos órgãos estaduais e/ou federais, pode estar relacionada ao fato de pequenos produtores realizarem a comercialização e/ou beneficiamento do pó cerífero e, posteriormente, venderem diretamente seus produtos para indústrias maiores, que por sua vez realizam a exportação.

Não obstante o aumento das exportações de cera, tem-se sempre uma incerteza associada à oferta do produto, em virtude do setor produtivo, como já comentado, ser inteiramente baseado no extrativismo, além da constante devastação de campos de carnaubais para implantação de projetos agropecuários. Com isso, outros produtos têm sido utilizados como substitutos da cera de carnaúba, como é o caso da cera de Candelila (*Cleistocactus candelilla*), principal cera vegetal exportada pelo México (OLIVEIRA e GOMES, 2006).

Em se tratando de unidades federativas brasileiras produtoras de cera, destacam-se os Estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. Sendo que somente o Piauí respondeu por aproximadamente 53% da produção brasileira no ano de 2006. Em relação às exportações, o estado do Ceará sempre ocupou o primeiro lugar, porém, em 2008, o Piauí foi considerado o maior exportador de cera de carnaúba, sendo exportadas mais de 6 mil toneladas do produto, fato esse que garantiu um faturamento de mais de 37 milhões de dólares às empresas exportadoras (SEFAZ-PI, 2009).

Os principais países importadores da cera de carnaúba do Piauí são Estados Unidos, Japão e Alemanha, que juntos concentram mais de 60% do volume e valor exportado. Em relação ao mercado local, praticamente todos os estados da federação são compradores da cera piauiense, merecendo destaque os estados do Rio Grande do Sul e São Paulo (OLIVEIRA e GOMES, 2006).

Até a década de 90 a cera de carnaúba constituía o principal produto de exportação do Estado do Piauí. Contudo, com a expansão do cultivo da soja no cerrado piauiense, a cera passou a configurar como o segundo produto da pauta de exportação atualmente no Estado (OLIVEIRA, 2006).

Evidenciando a importância sócio-econômica da exploração da cera de carnaúba no que concerne a geração de emprego e renda, Bezerra (2005) afirma que o extrativismo da carnaúba chega a ocupar em todo o Nordeste mão-de-obra que ultrapassa 200 mil pessoas no período de exploração. No Piauí, a cadeia produtiva da carnaúba gera ocupação para mais de 50 mil famílias de baixa renda (LIRA, 2004).

Em relação as exportações de cera de carnaúba, a conformidade do produto em relação à cor, percentual de impurezas e umidade, e de inteira responsabilidade das indústrias exportadoras, que possuem seus próprios laboratórios onde são realizadas inspeções físico-químicas, tomando-se por base especificações de domínio público (OLIVEIRA, 2006). Até o ano de 2000, todas as especificações e fiscalizações da cera de carnaúba para exportações eram realizadas pelo Ministério da Agricultura.

Segundo especificações do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, por meio da instrução normativa SARC nº 10, de 11 de dezembro de 2002, que trata das características mínimas de identidade e de qualidade da cera de carnaúba, esta é classificada em cinco tipos de acordo com a sua coloração e a qualidade: Tipo 1, constituído de cera de cor branca e/ou amarelo clara, vulgarmente denominada flor ou olho, contendo no máximo 1% (um por cento) de impurezas e até 2% (dois por cento) de umidade; Tipo 2, constituído de cera de cor amarela, mais ou menos acinzentada e ou esverdeada, vulgarmente denominada mediana ou mediana clara, contendo no máximo 1% (um por cento) de impurezas e até 2% (dois por cento) de umidade; Tipo 3, constituído de cera de cor castanho clara, castanha, amarela e/ou esverdeada, vulgarmente denominada cauipe ou gorda clara, contendo no máximo 2% (dois por cento) de impurezas e até 2% (dois por cento) de umidade;

Tipo 4, constituído de cera de cor castanho escura, verde escura e/ou escura tendendo a negro, vulgarmente denominada gorda escura ou gorda batida, contendo no máximo 2% (dois por cento) de impurezas e até 2% (dois por cento) de umidade; Tipo 5, constituído de cera de cor esbranquiçada, acinzentada e/ou esverdeada, vulgarmente denominada arenosa, contendo no máximo 2% (dois por cento) de impurezas e até 6% (seis por cento) de umidade.

A carnaúba e seus derivados têm uma participação importante na economia da região Nordeste, principalmente nos Estados do Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. Contudo, apesar do Brasil ser o único país produtor da cera de carnaúba e existir uma demanda da cera por outros países, o setor ainda não conseguiu se organizar de forma eficaz. Mesmo com desorganização, o agronegócio da cera de carnaúba mostra-se bastante rentável, com bons índices de rentabilidade e lucratividade mesmo considerando as variações cambiais (SANTOS et al., 2006)

2.5. Aspectos sobre o melhoramento da carnaubeira

2.5.1. Variabilidade genética e bancos de germoplasma

O Brasil se destaca no cenário mundial como um dos países mais ricos em diversidade de palmeiras nativas, possuindo algo em torno de 37 gêneros e 387 espécies, sendo que presentemente muitas delas são consideradas de importância econômica, social e ambiental, como é o caso da carnaúba, o coco (*Cocos nucifera*), o dendê africano (*Elaeis guineensis*), o babaçu (*Orbignya phalerata*) e o buriti (*Mauritia flexuosa*) dentre outras espécies. Algumas palmeiras já passaram pelo nível apropriado de domesticação, principalmente pela importância que exercem como é o caso do coco e o dendê africano (VALOIS, 2008).

Dentro do gênero *Copernicia* as populações apresentam variabilidade genética, principalmente, quanto à produção de pó; porte, que pode atingir até 40 metros; quantidade de folhas emitidas ao ano; tamanho e produção de frutos; longo período juvenil, podendo demorar até 10 anos para se iniciar a exploração do pó cerífero (DUQUE, 1973 citado por d'Alva, 2004). No entanto, segundo Valois (2008), a carnaubeira é a única espécie de valor econômico no gênero, alcançando grande importância social e industrial pela extração e uso da cera produzida em suas folhas.

Uma característica peculiar das diferentes espécies de palmeiras é a estreita relação com as comunidades humanas. Com isso, se torna difícil caracterizar o que seja a ocorrência natural da espécie e o efeito de sua distribuição como resultado das movimentações humanas, que foram espalhando as espécies de palmeiras de maior importância para as suas vidas, aumentando assim, a sua grande variabilidade genética (MÔRO, 1999).

A conservação da variabilidade genética de uma espécie pode ser feita de maneira “*in situ*”, no local de ocorrência ou “*ex situ*”, fora do seu habitat natural. Uma estratégia bastante utilizada é a formação de um banco ativo de germoplasma (BAG), que pode ser considerado como coleção representativa do patrimônio genético de uma espécie, realizado com propósitos de pesquisa, caracterização, avaliação e utilização de materiais em programas de melhoramento genético. (VALOIS, 1996).

A Universidade Federal do Ceará mantém na Fazenda Raposa, localizada no município de Maracanaú-CE, uma coleção de acessos de variadas espécies do gênero *Copernicia* nativas e introduzidas, doada pelas indústrias Johnson. Essa coleção tem sido objeto de estudos com a finalidade de se selecionar genótipos superiores de carnaubeira quanto a produção de cera e palha, além de genótipos com potencial de exploração como plantas ornamentais (ALVES e CÔELHO, 2008).

2.5.2. Caracteres e objetivos do melhoramento

Alves e Côelho (2008) destacam que há uma enorme carência de informações científicas a respeito da carnaubeira, principalmente, no que se refere a pesquisas que visem o melhoramento genético da cultura, por ser considerada uma cultura de subsistência e possuir um longo período juvenil.

Ramalho et al. (2005) afirmam que o melhoramento de plantas visa principalmente identificar combinações de genótipos com performances superiores para um determinado caráter, afim de que possam ser explorados comercialmente. Souza Jr. (2003) considera que o caráter produtividade seja o mais importante num programa de melhoramento de plantas, embora em algumas espécies se busque aumento na qualidade, resistência a pragas e doenças.

Para a carnaubeira os caracteres de maior importância do ponto de vista do melhoramento genético, como ocorrem em outras culturas, são aqueles de interesse agro-econômicos e que por sua vez apresentam variação contínua em sua expressão fenotípica, ou seja, são ditos caracteres quantitativos, no caso, produtividade de cera por área, período juvenil, altura da planta, adaptabilidade e estabilidade da produção.

O caráter produtividade de cera por área, atributo de maior interesse no melhoramento genético da carnaubeira, consiste numa variável complexa resultante do fenótipo de uma série de outros caracteres ou componentes como: número de folhas, produção de pó cerífero e estágio de desenvolvimento da planta. Assim, para o caráter produção de cera é esperado que o controle genético seja realizado por um grande número de genes, além da forte influência dos fatores ambientais na expressão fenotípica.

Entretanto, em se tratando de populações pouco melhoradas, como é o caso das populações de carnaubeira, é esperado que alelos favoráveis se encontrem em baixa frequência, de forma que a possibilidade de ganho com a seleção fenotípica se torna elevado.

2.5.3. Métodos de melhoramento aplicáveis a palmeiras

O melhoramento de espécies perenes tem sido um dos grandes desafios para os melhoristas, principalmente para aqueles que trabalham com plantas ainda não domesticadas ou em fase de domesticação e que apresentam escassez de estudos a cerca da propagação por via assexuada, como é o caso da carnaubeira, exigindo um maior tempo para ter resultados e ganhos genéticos para um determinado caráter.

Poucos estudos são encontrados na área de genética e melhoramento de palmeiras, devido aos reduzidos avanços tecnológicos dedicados a essas espécies, bem como às dificuldades logísticas existentes por se tratar de planta perene, de ciclo longo, elevado porte e devido à maioria dessas espécies se encontrarem em processo de domesticação (UZZO et al., 2002).

Uma das estratégias de melhoramento que poderia ser adotada em carnaubeira é a seleção fenotípica individual praticada nas populações naturais, a

qual consiste em se avaliar individualmente as plantas no intuito de identificar genótipos superiores para uma determinada característica baseada em sua expressão fenotípica avaliada em vários anos. Uma vez identificados esses genótipos superiores poder-se-ia obter progênes, para posterior avaliação em experimentos, mediante cruzamentos controlados ou intercruzamento entre os melhores indivíduos, este último conseguido mediante descarte dos indivíduos inferiores.

Estudos de correlações entre caracteres de interesse têm sido usados como subsídios para seleção de materiais genéticos desejáveis, conforme mostra os trabalhos de Bovi et al. (1990); Oliveira et al. (2000) em açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.); Uzzo et al. (2002, 2004) em palmeira real australiana (*Archontophoenix alexandrae*).

A biotecnologia tem sido bastante usada na seleção e identificação de genótipos superiores de várias espécies. O uso de marcadores moleculares tem demonstrado ser promissor, em algumas ocasiões, na quantificação da diversidade e identificação de acessos desejáveis para programas de melhoramento genético, principalmente, em espécies perenes. No entanto, no Brasil estudos utilizando marcadores em palmeiras têm sido pouco utilizados.

No que se refere à carnaúba, no momento não existe nenhum trabalho registrado na literatura com o uso de marcadores moleculares. Porém, com outras palmeiras que têm uma maior importância no cenário nacional existem alguns trabalhos, como de Sawazaki et al. (1998) com uso de isoenzimas e RAPD em diversidade de palmeiras dos gêneros *Euterpe*, *Bactris*, *Elaeis* e *Syagrus* e os de Oliveira et al. (2007) que utilizaram marcadores RAPD para caracterizar a diversidade entre populações de açazeiro.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, M. A. O.; SOARES, A. A. Análise comparativa da deposição de cera na superfície foliar de espécies de Copernicia. In: XXX Reunião Nordestina de Botânica, 2007, Crato. **Anais...**, p.1, 2007.

ALVES, M. O.; COELHO, J. A. **Extrativismo da carnaúba: relações de produção, tecnologia e mercados**. Série Documentos do ETENE - Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste. N° 20. Fortaleza-CE. Banco do Nordeste, 2008, 213 p.

ALVES, M. O.; COELHO, J. A. **Tecnologia e relações sociais de produção no extrativismo da carnaúba no Nordeste brasileiro**. In: XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBER), 2006, Fortaleza-CE. **Anais...**, CD-ROM, 2006.

ANTUNES, N. B.; RIBEIRO, J. F. Aspectos fenológicos de seis espécies vegetais em matas de galeria do Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1517-1527, set. 1999.

AYRES, M. C. C.; BRANDÃO, M. S.; VIEIRA JUNIOR, G. M.; MENOR, J. C. A. S.; SILVA, H. B.; SOARES, M. J. S.; CHAVES, M. H. Atividade antibacteriana de plantas úteis e constituintes químicos da raiz de *Copernicia prunifera*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.18, n.1, p. 90-97, Jan./Mar., 2008.

BAYMA, C. **Carnaúba**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Serviço de informação agrícola. Produtos rurais. n. 9, 1958. 168 p.

BEZERRA, J. A. Carnaúba: a árvore da vida. **Revista Globo Rural**, São Paulo, ano 20, n. 233, p. 50-57, mar. 2005.

BLUM, J. HOFFMANN. F. B.; AYUB. R. A.; JUNG. D. L.; MALGARIM. M. B. Uso de cera na conservação pós-colheita do caqui cv. Giombo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 830-833, dez. 2008.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 4 ed. Viçosa: UFV, 2005, 525 p.

BOVI, M. L. A.; GODOY JR., G.; SPIERING, S. H.; CAMARGO, S. B. Relação entre caracteres da planta e do palmito de açazeiros. **Bragantia**, Campinas v.49, p.69-81, 1990.

CARVALHO, J. B. M. **Ensaio sobre a carnaubeira**. 2. ed. Natal: EMPARN, 1982. 369 p.

COÊLHO, J. D.; ALVES, M. O. **Cera de carnaúba: Produção e Mercado**. Informe Rural ETENE. Banco do Nordeste do Brasil. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste. Ano 1, n. 10, 2007.

d'ALVA, O. A. **Carnaúba, um convite à luta**. Fortaleza: Instituto Sertão, 2004, 16 p.

d'ALVA, O. A. **O extrativismo da carnaúba no Ceará**. Série BNB teses e dissertações, n. 4. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007, 172 p.

DUQUE, J. G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. Fortaleza: ETENE/Banco do Nordeste do Brasil, 1973, 316 p.

FISCH, S. T. V.; NOGUEIRA Jr., L. R.; MANTOVANI, W. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva Ecológica do Trabiju, Pindamonhangaba – SP). **Revista Biociências**, Taubaté, v. 6, n. 2, p. 31-37, jul./dez. 2000.

FREIRE, F. C. O.; BARGUIL, B. M. **Antracnose em frutos de carnaubeira no Estado do Ceará**. Fortaleza, 2006, 2 p. (Comunicado Técnico).

GOMES, J. M. A.; NASCIMENTO, W. L. Visão sistêmica da cadeia produtiva da carnaúba. In: **Cadeia produtiva da cera de carnaúba: Diagnóstico e cenários**. Jaíra Maria Alcobça Gomes, Karla Brito dos Santos e Marcos Soares da Silva (Org.). Teresina: EDUFPI, p.190, 2006.

GOMES, P. **Carnaubeira**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Serviço de documentação, 1945, 162 p.

JACOB, M.T. **Manual da atividade de colheita e beneficiamento da carnaúba**. Disponível em: <www.fnt.org.br/dwp.php?a=3d726b5bb1.pdf&id=79>. Acesso em: 28/02/2008. 12p.

JACOMINO, A. P.; OJEDA, R. M.; KLUGE, R. A.; SCARPARE FILHO, J. A. Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 401-405, dez. 2003.

JOHNSON, D. **A carnaubeira e seu papel como uma planta econômica**. Tradução de Fernando bastos da Silveira e Pedro Guimarães Mariz Filho. Recife. Banco do Nordeste do Brasil, 1970. 107 p.

KITZE, E. D. A method for germinating *Copernicia* palm seed. **Principes**, v.2, n.1, p.5-8, 1958.

LIETH, H. **Phenology and seasonality modeling**. New York: Springer-Verlag, 1974, 444 p.

LIMA, G. A. de S. **Carnaúba**. CONAB. Superintendência Regional do Ceará, Gerência de Desenvolvimento e Suporte Estratégico, Setor de Apoio a Logística e Gestão da Oferta. Fortaleza, CE, 2006, 3 p.

LIRA, A. **Comissão de agricultura, pecuária, abastecimento e desenvolvimento rural**. Projeto de lei nº 2.673, de 2003. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/222449.pdf>>. Acesso em: 01/04/2008.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; COELHO, L. S.; MEDEIROS, J.; BEHR, N. **Palmeiras do Brasil**, Nova Odessa, São Paulo, Plantarum, 1996, 368 p.

MAPA. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Instrução normativa sarc nº 10, de 11 de dezembro de 2002**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso em: 13/02/2009.

MELO, R. de S.; CARNEIRO, J. G. M. **Aproveitamento de frutos verdes de carnaúba na elaboração de macarrão tipo talharim**. Teresina, Universidade Federal do Piauí, n. 8, 2006, 3 p. (Comunicado Técnico)

MÔRO, J. R. Produção de palmito de pupunha no Nordeste do Brasil: variabilidade genética e desenvolvimento de cultivares. In: QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Org.). **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**. (on line). Versão 1.0. Petrolina-PE: Embrapa Semi-Árido/Brasília-DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, nov, 1999. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br>> Acesso em: 24/03/2008.

MÔRO, J. R., SILVA, M. A. S.; GERALDO, J. S. Methodology for the karyological study of Brazilian palms. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 486, p. 225-228, 1999.

OLIVEIRA, A. M. S. **Comércio da cera de carnaúba e meio ambiente: barreiras e vantagens mercadológicas**. Teresina: p.151, 2006. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – UFPI.

OLIVEIRA, A. M. S.; GOMES, J. M. A. Exigências e vantagens mercadológicas da cera de carnaúba. In: **Cadeia produtiva da cera de carnaúba: Diagnóstico e cenários**. Organização: Jaíra Maria Alcoboca Gomes, Karla Brito dos Santos e Marcos Soares da Silva. Teresina: EDUFPI, 2006, 190 p.

OLIVEIRA, M. S. P.; AMORIM, E. P.; SANTOS, J. B. dos.; FERREIRA, D. F. Diversidade genética entre acessos de açazeiros baseada em marcadores moleculares RAPD. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1645-1653, nov./dez. 2007

OLIVEIRA, M. S. P.; LEMOS, M. A.; SANTOS, V. F.; SANTOS, E. O. Correlações fenotípicas entre caracteres vegetativos e de produção de frutos em açazeiros. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, p.1-5, abr. 2000.

OLIVEIRA, M. S. P.; LEMOS, M. A.; SANTOS, V. F.; SANTOS, E. O.; Coeficiente de caminhamento entre caracteres agronômicos e a produção de frutos em açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n.1, p.6-10, abr. 2000.

PEREIRA, D. R.; CARNEIRO, J. G. M. **Aproveitamento de frutos verdes de carnaúba na elaboração de biscoitos**. Teresina, Universidade Federal do Piauí, n. 9, 2006, 2 p. (Comunicado Técnico)

PINHEIRO, C. H. B. **Germinação de sementes de palmeiras**. Revisão bibliográfica. Teresina, EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1986, 102 p.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005, 332 p.

REIS FILHO, A. A. (Coordenador). **Projeto carnaupi: Mapeamento espacial e zoneamento de carnaúba no Piauí – relatório – Teresina: EDUFPI. P.54, 2005.**

RIBEIRO, L. **Árvore da vida: O universo "invisível" da Carnaúba**. **Revista Conterrâneos**. Fortaleza-CE, Edição bimestral, p. 42, nov/dez 2007.

SANTOS, A. P. S. **Estudo sócio-econômico dos principais produtos do extrativismo vegetal do Piauí: Carnaúba**. Fundação Cepro, Teresina – PI, 1979, 50 p.

SANTOS, K. B.; NASCIMENTO, M. F. V.; GOMES, J. M. A.; SILVA, M. S. Os custos de produção, rentabilidade e lucratividade do pó e da cera de carnaúba. In: **Cadeia produtiva da cera de carnaúba: Diagnóstico e cenários**. Jaíra Maria Alcoboca Gomes, Karla Brito dos Santos e Marcos Soares da Silva (Org.). Teresina: EDUFPI, 2006, 190 p.

SAWAZAKI, H. E.; BOVI, M. L. A.; SODEK, L.; COLOMBO, C. A. Diversidade genética em palmeiras através de isoenzimas e RAPD. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v.58, n.4, p.681-691, 1998.

SECRETARIA DA FAZENDA DO ESTADO DO PIAUÍ, Exportações piauiense crescem 113% em 2009 e PI supera CE na exportação de cera. Teresina, 2009. Disponível em: <http://www.sefaz.pi.gov.br/noticias.php?id=1891>. Acesso em: 13 de janeiro de 2009.

SOUZA JR., C. L. **Melhoramento de espécies alógamas** – Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” (Especialização) a distância: Tendências no Melhoramento Genético de Plantas no Século XXI. UFLA/FAEPE, 2003. 48p.

SOUZA, V. A. B.; VASCONCELOS, L. F. L.; GOMES, J. M. A.; ALMENDRA, E. C. A.; ROCHA, W. A. **Dormency break treatments effect on seed germination of carnauba (*Copernicia prunifer* Moore)**. In: III International Symposium of Tropical and Subtropical Fruits. Fortaleza, Ceará, Brasil. p.89, 2004.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H., DICKEY, D. **Principles and procedures of statistics: A biometrical approach**. 3.ed Boston: WCB/McGraw Hill, p.666, 1997.

TAVARES, Z. **O Piauí no século 20: 100 fatos que marcaram o Estado de 1900 a 2000**. Teresina: Alínea publicações Editora, p. 122. 2003.

UZZO, R. P.; BOVI, M. L. A.; SPIERING, S. H.; SÁES, L. A. Coeficiente de caminhamento entre caracteres vegetativos e de produção de palmito da palmeira real australiana. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v.21, n.1, p. 136-142, jan./mar. 2004.

UZZO, R. P.; BOVI, M. L. A.; SPIERING, S. H.; SÁES, L. A. Correlações fenotípicas entre caracteres vegetativos e de produção de palmito da palmeira real australiana. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.505-511. jul./set. 2002.

VALOIS, A. C. C. **Recursos genéticos de palmeiras**. Disponível em: <<http://www.acm-ma.com.br/palmeiras.htm>>. Acesso em: 01/04/2008.

VALOIS, A. C. C.; SALOMÃO, N.; ALLEN, A. A. C. **Glossário de recursos genéticos vegetais**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996, 62 p.

4 - CAPÍTULO I

Emissão foliar em populações de carnaubeira no município de União-PI em diferentes estádios de desenvolvimento

RESUMO

A carnaubeira (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore) é uma espécie de palmeira nativa do Brasil que contribui para o sustento de milhares de famílias residentes na região do semi-árido nordestino devido, principalmente, à comercialização da cera da carnaúba, beneficiada a partir do pó cerífero formado na superfície das folhas, e pela exploração artesanal das folhas. Não obstante seu potencial há uma enorme escassez de estudos a cerca da fenologia ou, mais especificamente, sobre a foliação nesta espécie. Objetivou-se neste trabalho avaliar a emissão foliar de carnaubeiras de duas populações (Fazenda Cajazeira e Fazenda Santo Antônio) em três estádios de desenvolvimento (Capoteiro, Palmeira Nova e Palmeira Velha). O estudo foi realizado em populações naturais de carnaubeira localizadas no município de União-PI. A área útil de cada carnaubal foi de 200 m² com 100 palmeiras em cada. Posteriormente, as plantas selecionadas foram classificadas segundo o estádio de desenvolvimento e então coletou-se os dados do número de folhas emitidas por planta mensalmente durante o período de dezembro de 2003 a dezembro de 2004. As análises estatísticas foram realizadas utilizando um modelo estatístico onde os tratamentos foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas no tempo com arranjo fatorial 2 x 3 na parcela, sendo duas populações e três estádios de desenvolvimento. As duas populações apresentaram divergência fenotípica para o número de folhas emitidas, contudo o comportamento deste caráter foi semelhante nos diferentes nos diferentes estádios de desenvolvimento avaliados.

A maior emissão de folhas ocorreu nos meses correspondentes ao período chuvoso da região.

Palavras chave: Carnaúba, *Copernicia prunifera*, fenologia, divergência fenotípica.

Leaf emission in populations of carnaubeira at district of União, Piauí State, Brazil under different development stages

Abstract - The carnauba (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore) is a Brazilian native palm species that contributes for the sustenance of thousand of resident families in the region of the northeastern semi-arid principally due to the commercialization of the carnauba wax, benefited from the formed cerífero dust in the surface of leaves, and for craft exploration of the leaves. Despite its potential has an enormous scarcity of studies about the phenology or, more specifically, on the foliation in this species. This work aimed to evaluate the leaf emission of carnaubas of two populations (Farm Cajazeira and Farm Santo Antonio) in three stage of development (Capoteiro, New Palm and Old Palm). It was carried out in natural populations of carnaubeira located in the district of União - PI. The useful area of carnauba was of 200 m² with 100 palms in each. The selected plants were classified according to development stage before evaluations. The leaf emission was evaluated monthly from December of 2003 to December of 2004. The analyses were carried out according to statistical model where the treatments were assigned in split-plot in time with a 2 x 3 factorial arrangement in the plot, being twos populations and three development stages in the plots. The two populations showed phenotypic divergence for the number of emitted leaves. However, the behavior of this character did not differ with the development stages. The highest leaf emission rate coincided with the rainy period of the region.

Key Words: Carnauba, *Copernicia prunifera*, phenology, phenotypic divergence.

INTRODUÇÃO

A carnaubeira (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore) é uma espécie de palmeira nativa do Brasil, sendo endêmica da região semi-árida do Nordeste, onde apresenta maior dispersão. Caracteriza-se como uma espécie xerófita pertencente à família *Palmae*, da qual fazem parte palmeiras de expressão comercial, como o coco (*Cocos nucifera*), açai (*Euterpe oleracea*) e o babaçu (*Orbignya phalerata*) (GOMES, 1945; SANTOS, 1979).

No Nordeste Brasileiro, os estados que apresentam maiores concentrações de áreas de carnaubais são Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte. No Estado do Piauí, de acordo com Reis Filho (2005), cerca de 140 municípios piauienses apresentam carnaubais, com destaque para o município de Campo Maior que apresenta uma área de 409,36 km² com elevadas concentrações de carnaubais. É interessante destacar que as maiores concentrações de carnaubais estão distribuídas, principalmente, em regiões próximas de rios, riachos, alagadiços ou de solos hidromórficos, estes últimos sujeitos a inundações durante o período chuvoso.

A planta de carnaúba apresenta notável importância para o equilíbrio da biodiversidade na sua região de ocorrência (d'ALVA, 2004), além de seu forte apelo econômico-social, contribuindo para o sustento de milhares de famílias residentes do semi-árido nordestino, em virtude de se tratar de planta de múltiplas utilidades. Dentre as possibilidades de uso da carnaubeira, destaca-se a extração do pó cerífero, a partir das folhas, com subsequente processamento na forma de cera, principal produto e de elevado valor comercial, sendo bastante apreciado nos mercados interno e externo, por suas propriedades específicas e desejáveis para variados setores da indústria. Outra forma de uso é a exploração artesanal diversificada das folhas ou palhas.

A produtividade de cera consiste numa característica composta por uma série de caracteres: número de folhas por planta, comprimento e largura da folha, tipo de folha, quantidade de pó cerífero e estágio de desenvolvimento da planta, além de sofrer forte influência de fatores ambientais, como climáticos e edáficos, em sua expressão fenotípica, denotando a natureza complexa da sua herança. A camada de pó cerífero que se forma na superfície da folha e tem a finalidade de evitar a perda excessiva de água pela evapotranspiração, sobretudo no período de

estiagem, resulta da síntese de clorofila oriunda das células das folhas, como consequência da combinação de ácidos e alcoóis (SANTOS, 1979; CARVALHO, 1982).

Não obstante a potencialidade da cultura, a exploração da carnaubeira em sua quase totalidade é praticada de forma extrativista, ou seja, a atividade é exercida nas populações naturais. Soma-se a isto, a enorme carência de informações científicas a respeito da espécie, principalmente no que se refere à fenologia e ao melhoramento genético (ALVES e CÔELHO, 2008).

Segundo Fisch et al. (2000), estudos fenológicos são essenciais para compreender tanto o processo, quanto o sucesso reprodutivo de uma espécie, principalmente no que concerne aos padrões de florescimento e frutificação. O conhecimento desses processos é fundamental para subsidiar programas de melhoramento. Cada cultura apresenta uma fenofase ou fase fenológica de maior interesse agro-econômico. No caso da carnaubeira, a fenofase mais importante está relacionada à foliação ou emissão das folhas, por guardar estreita relação com o produto final de maior importância, a cera.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o caráter número de folhas emitidas em plantas de carnaubeira de duas populações situadas no município de União, Piauí, Brasil, em diferentes estágios de desenvolvimento, no período de dezembro de 2003 a dezembro de 2004.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em populações naturais de carnaubeira localizadas no município de União, a 64 km da cidade de Teresina, Estado do Piauí. O clima predominante no município é o Sub-úmido úmido (C2), com precipitação média anual de 1.300 mm. (THORNTHWAITE e MATHER, 1955; ANDRADE JÚNIOR et al., 2004).

Foram avaliadas duas populações de carnaubeira: a primeira, situada na Fazenda Santo Antônio, onde as palmeiras encontravam-se mais adensadas e a segunda, na Fazenda Cajazeira, cujo adensamento era menor. Em relação ao tipo de solo, as duas áreas onde as populações estão situadas praticamente possuem as mesmas características, ou seja, apresentam solos eutróficos, moderadamente

ácidos e de baixa saturação por alumínio, bem como um elevado teor de matéria orgânica, diferindo apenas na capacidade de troca catiônica (CTC), onde o solo da Fazenda Santo Antônio possui uma baixa CTC e o solo da Fazenda Cajazeira é classificado como uma CTC muito baixa (Tabela 1). Além disso, a concentração de potássio, magnésio e sódio foram maiores na Fazenda Santo Antônio.

Tabela 1 Resultados da análise de fertilidade de amostras de solo coletadas em 2004 nas áreas das Fazendas Santo Antônio e Cajazeira, União- Pi.

| População | MO | pH | P | K | Ca | Mg | Na | Al | H+Al | S | CTC | V | M |
|-------------------|-------|------------------|--------------------|---|------|------|------|------|-----------|-------|-------|-------|------|
| | g/kg | H ₂ O | mg/dm ³ | -----Cmol _c /dm ³ ----- | | | | | ----%---- | | | | |
| Fazenda | | | | | | | | | | | | | |
| S. Antônio | 34,36 | 5,74 | 9,29 | 0,26 | 5,18 | 4,19 | 0,73 | 0,06 | 2,36 | 10,36 | 12,72 | 81,45 | 0,58 |
| (0-9 cm) | | | | | | | | | | | | | |
| Fazenda | | | | | | | | | | | | | |
| Cajazeira | 20,78 | 5,45 | 3,96 | 0,15 | 1,43 | 0,96 | 0,25 | 0,05 | 0,94 | 2,79 | 3,73 | 74,80 | 1,76 |
| (0-9 cm) | | | | | | | | | | | | | |

Fonte: Laboratório de Água e Solos da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, Pi.

Demarcou-se, em cada carnaubal (população), uma área útil de aproximadamente 200 m². Em cada área foram marcadas 100 plantas, identificadas com numeração de 1 a 100. Em seguida, as plantas de cada população foram classificadas segundo o tipo de palmeira ou estágio de desenvolvimento em: capoteiro, com estipe medindo de 1,00 m a 2,50 m de altura; palmeira nova, com estipe medindo de 2,50 m a 4,00 m de altura; e palmeira velha, com altura de estipe acima de 4,10 m.

As carnaubeiras marcadas nas duas populações foram avaliadas quanto ao caráter número de folhas emitidas. As observações fenológicas da emissão de folhas foram feitas mensalmente, por planta, durante o período de dezembro de 2003 a dezembro de 2004.

Para fins de análise foram desconsiderados os dados coletados de palmeiras caídas, sendo três na Fazenda Cajazeira e uma na Fazenda Santo Antônio. A população da Fazenda Cajazeira foi composta por 17 palmeiras no estágio de desenvolvimento capoteiro; 75 palmeiras tipo nova e 5 palmeiras tipo velha, enquanto na população da Fazenda Santo Antônio foram amostradas 19 palmeiras capoteiro; 31 palmeiras novas e 49 palmeiras velhas.

A análise estatística dos dados foi realizada de acordo com o modelo estatístico no delineamento inteiramente casualizado (STEEL, TORRIE e DICKEY, 1997) com tratamentos dispostos em esquema de parcelas subdivididas no tempo, com arranjo fatorial 2 x 3 na parcela. Os tratamentos se constituíram de populações (Fazenda Cajazeira e Fazenda Santo Antônio) e estádios de desenvolvimento da palmeira (Capoteiro, Palmeira Nova e Palmeira Velha). A unidade experimental constitui-se de uma planta. Adotou-se o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijkl} = \mu + p_i + t_j + pt_{ij} + e_{ijk} + m_l + pm_{li} + tm_{jl} + ptm_{jli} + \varepsilon_{ijkl}$$

em que:

y_{ijkl} : observação na planta k , no estádio de desenvolvimento j , na população i , no mês l ($i=1,2$; $j=1,2,3$; $k=1, \dots, 100$; $l=1, \dots, 13$);

μ : constante associada a todas as observações;

p_i : efeito fixo da população i ;

t_j : efeito fixo do estádio de desenvolvimento j ;

pt_{ij} : efeito fixo da interação população x estádio de desenvolvimento;

e_{ijk} : erro experimental em nível de parcela, admitindo $e_{ijk} \sim N(0, \sigma_e^2)$;

m_l : efeito fixo do mês de coleta l ;

pm_{li} : efeito fixo da interação população x mês;

tm_{jl} : efeito fixo da interação estádio de desenvolvimento x mês;

ptm_{jli} : efeito fixo da interação população x estádio de desenvolvimento x mês;

ε_{ijkl} : erro experimental em nível de subparcela, admitindo $\varepsilon_{ijkl} \sim N(0, \sigma_{\varepsilon}^2)$.

Realizou-se a análise de variância do número de folhas emitidas e testou-se a significância dos efeitos presentes no modelo a 5% de probabilidade pelo teste F. A comparação das médias dos tratamentos foi feita, aplicando-se o teste de agrupamento de Scott-Knott a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa ($P < 0,01$) entre as populações de carnaubeira em reação ao caráter número de folhas emitidas (NFE) (Tabela 2). Observou-se que a média de NFE por planta na população da Fazenda Cajazeira foi estatisticamente

superior à alcançada na população da Fazenda Santo Antônio, conforme apresentado na Figura 1.

Tabela 2 Resumo da análise de variância do número de folhas emitidas de duas populações de carnaubeira, segundo o estágio de desenvolvimento, avaliado no período de dezembro de 2003 a dezembro de 2004.

| Fontes de Variação | GL | Quadrados Médios |
|---------------------------------|------|-----------------------|
| População (P) | 1 | 20,449** |
| Estádio de desenvolvimento (ED) | 2 | 144,065** |
| PxED | 2 | 1,755 ^{n.s.} |
| Erro (a) | 190 | 2,086 |
| Mês (M) | 12 | 115,896** |
| PxM | 12 | 13,040** |
| EDxM | 24 | 1,632** |
| PxEDxM | 24 | 1,313** |
| Erro (b) | 2280 | 0,533 |
| Média Geral | | 3,097 |
| C. V.(a) (%) | | 46,63 |
| C. V. (b) (%) | | 23,58 |

n.s., *, ** Não significativo, significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

É importante salientar que o efeito de populações no presente trabalho está confundido com o efeito de ambiente, ou mais propriamente com o efeito de fatores ambientais de natureza permanente como, por exemplo, aqueles relacionados ao tipo de solo, geografia da área, drenagem, etc. Conforme já mencionado em material e métodos a população da Fazenda Santo Antônio está situada em área bem mais adensada, o que contribuiria para o menor desempenho observado das plantas quanto ao caráter NFE.

Outro aspecto a ser considerado é que a carnaubeira por se tratar de espécie tida como alógama, é esperado que a maior fração da divergência genética se encontre dentro das populações, como observado ou estimado em outras espécies que apresentam predominância da fecundação cruzada (HAMRICK e GOLDT, 1990). Dessa forma, a divergência fenotípica observada entre as populações de carnaubeira estudadas quanto ao caráter NFE pode estar mais relacionada às variações acentuadas nas condições de ambiente das áreas, haja vista a proximidade entre os carnaubais.

Verificou-se alta significância ($P < 0,01$) para efeito de estágio de desenvolvimento (Tabela 2). Observou-se um comportamento característico em que

as plantas mais adultas (palmeiras novas e velhas) exibem maior NFE que às plantas mais novas (capoteiro) (Figura 1).

O comportamento médio das plantas de carnaubeira nos diferentes estádios de desenvolvimento foi semelhante nas duas populações (Tabela 3 e Figura 2). Detectou-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre as populações para os tipos de desenvolvimento capoteiro e palmeira nova, onde consistentemente as plantas da população da Fazenda Cajazeira foram, em média, superiores às da população da Fazenda Santo Antônio. Para o estágio de desenvolvimento palmeira velha não houve diferença significativa entre as populações.

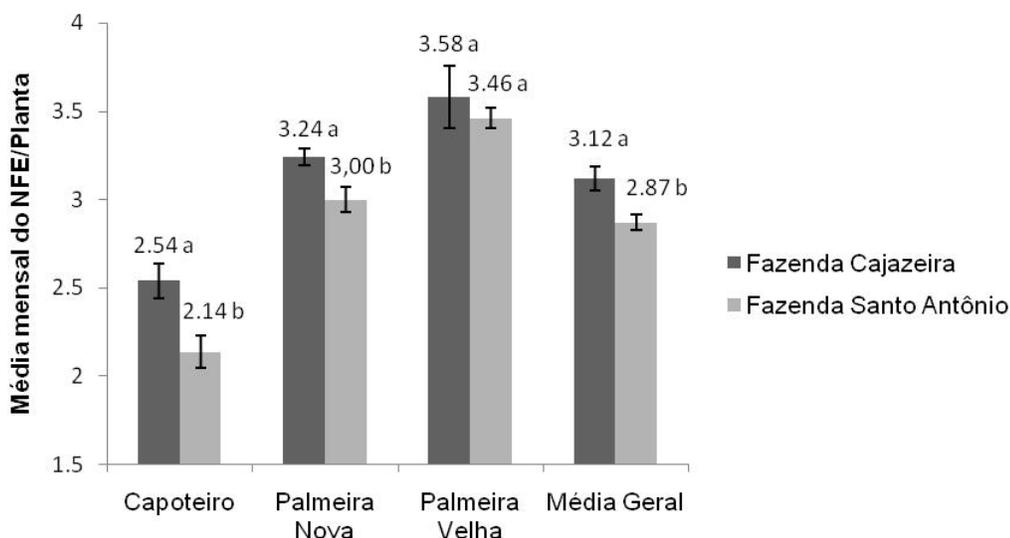


Figura 1 Número médio de folhas emitidas (NFE) por planta de carnaubeira, no período de dezembro de 2003 a dezembro de 2004, de duas populações (Fazenda Cajazeira e Fazenda Santo Antônio), segundo o estágio de desenvolvimento (capoteiro, palmeira nova e palmeira velha).

O mês de coleta apresentou efeito significativo ($P < 0,01$), bem como, as demais interações com este fator, no caso, mês x população e mês x tipo de palmeira (Tabela 2). O efeito pronunciado de mês de coleta deveu-se à diferenciação marcante que existe em função dos períodos de ocorrência de chuvas na região (janeiro a início de junho) e da ausência praticamente total de chuvas (agosto a novembro). Observou-se que no período de dezembro a julho houve uma maior emissão de folhas, enquanto que no período subsequente ocorreu uma

queda, em ambas as populações e diferentes estádios de desenvolvimento da carnaubeira (Tabela 3, Figura 2).

As plantas de carnaúba se mostram com razoável tolerância a solos salinos, ricos em potássio, magnésio e sódio, além de solos alcalinos com pH acima de 7,0, o que favorece a elevação da concentração do suco celular da folha resultando em uma maior deposição de pó cerífero (SANTOS, 1979; CARVALHO, 1982). No entanto, no presente trabalho não ficou evidente o efeito dos atributos químicos do solo sobre o caráter emissão de folha, já que as maiores concentrações desses elementos químicos estavam presentes no solo da Fazenda Santo Antônio (Tabela 1), a qual em média apresentou uma menor emissão foliar (Figura 1).

A menor emissão de folhas nos três estádios de desenvolvimento capoteiro, palmeira nova e palmeira velha ocorreu nos meses de outubro e novembro (Tabela 3, Figura 2), que além de configurar o período mais crítico de déficit hídrico, coincide com o início da floração da carnaubeira, no qual as plantas deslocam suas reservas para as atividades de reprodução (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Além de reduzir o número de folhas emitidas, a carnaubeira minimiza a perda de água pelo fechamento estomático e formação de uma fina camada de pó cerífero na superfície adaxial das folhas, a qual se torna mais concentrada no período seco (CARVALHO e GOMES, 2006). Por este motivo, a atividade de colheita das folhas da carnaubeira é intensificada exatamente nesta época do ano, em geral no fim do mês de outubro até o final de novembro.

Tabela 3. Valores médios de número de folhas emitidas de carnaubeira durante o período de dezembro de 2003 a dezembro de 2004.

| População | Estádio de desenvolvimento | Meses | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|----------------------------|----------|----------|----------|----------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | Dez 2003 | Jan 2004 | Fev 2004 | Mar 2004 | Abr 2004 | Mai 2004 | Jun 2004 | Jul 2004 | Ago 2004 | Set 2004 | Out 2004 | Nov 2004 | Dez 2004 |
| Fazenda Cajazeira | Capoteiro | 4,29a | 2,47c | 3,06b | 2,65c | 3,11b | 3,12b | 3,88a | 3,76a | 1,88d | 1,94d | 0,35e | 0,29e | 2,23d |
| | Palmeira Nova | 5,65a | 3,40d | 3,83c | 3,84c | 3,81c | 3,77c | 4,07b | 4,07b | 2,15f | 2,55e | 1,12g | 1,23g | 2,58e |
| | Palmeira Velha | 6,60a | 4,20b | 4,60b | 3,20c | 4,20b | 3,80b | 4,40b | 4,50b | 2,66c | 3,20c | 1,60d | 0,80d | 2,80c |
| Fazenda Santo Antônio | Capoteiro | 1,95d | 2,79b | 3,21a | 2,16c | 3,37 ^a | 3,10a | 2,89b | 3,37a | 1,21e | 1,31e | 0,36f | 0,47f | 1,68d |
| | Palmeira Nova | 3,22c | 3,35c | 3,90b | 3,16c | 4,19 ^a | 3,77b | 3,61c | 4,26a | 2,55d | 1,90e | 1,74e | 0,87f | 2,48d |
| | Palmeira Velha | 3,86b | 4,08b | 4,59a | 3,96b | 3,55c | 4,49a | 4,06b | 4,65a | 3,14d | 2,63e | 2,20f | 1,28g | 2,47e |

Médias seguidas da mesma letra na linha pertencem ao mesmo grupo a 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

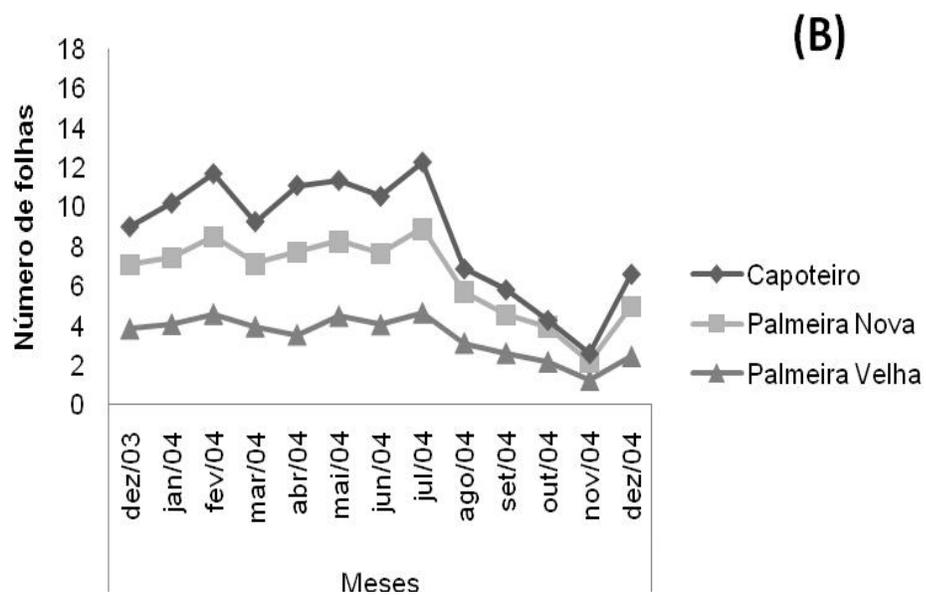
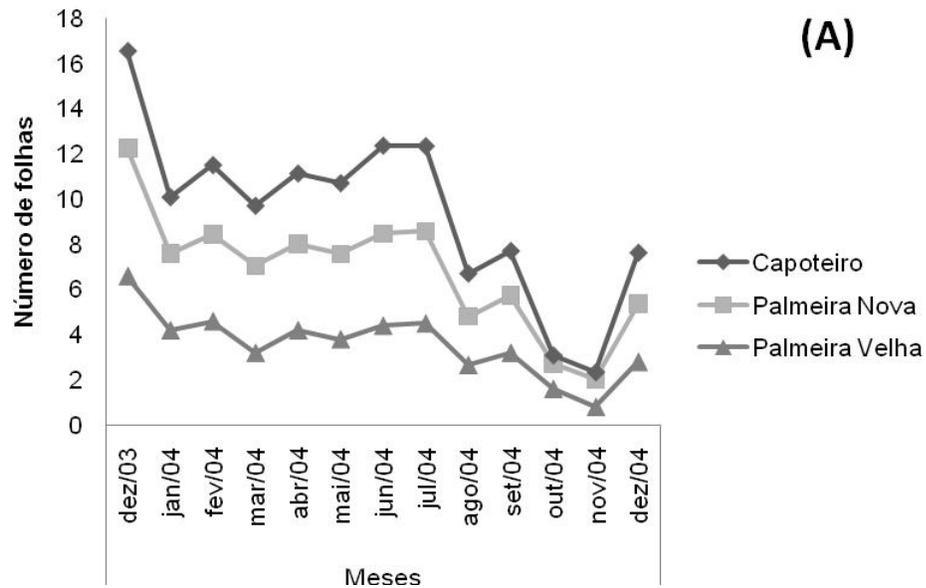


Figura 2 Número de folhas emitidas por planta de carnaubeira das populações da Fazenda Cajazeira (A) e Fazenda Santo Antônio (B) nos estágios de desenvolvimento capoteiro, nova e velha durante o período de dezembro de 2003 a dezembro de 2004.

CONCLUSÕES

1. As duas populações de carnaubeira (Fazenda Cajazeira e Fazenda Santo Antônio) apresentaram divergência fenotípica para a característica número de folhas emitidas;
2. O comportamento das plantas de carnaubeira nos diferentes estádios de desenvolvimento avaliados para o caráter número de folhas emitidas foi semelhante nas duas populações; e
3. A emissão de folhas da carnaubeira é acentuada no período das chuvas e fortemente reduzida no período das secas, ou seja, nos meses de setembro, outubro e novembro, nos três estádios de desenvolvimento estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. O.; COELHO, J. A. **Extrativismo da carnaúba: relações de produção, tecnologia e mercados**. Série Documentos do ETENE - Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste. N° 20. Fortaleza-CE. Banco do Nordeste. 2008, 213 p.

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O.; GOMES, A. A. N. **Classificação climática do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004, 86 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 86).

CARVALHO, J. B. M. **Ensaio sobre a carnaubeira**. 2. ed. Natal: EMPARN, 1982. 369 p.

CARVALHO, F. P. A.; GOMES, J. M. A. Análise da eficiência econômica e ambiental na produção de pó e cera de carnaúba. In: **Cadeia produtiva da cera de carnaúba: Diagnóstico e cenários**. Organização: Jaíra Maria Alcoboca Gomes, Karla Brito dos Santos e Marcos Soares da Silva. Teresina: EDUFPI, 2006, 190 p.

d'ALVA, O. A. **Carnaúba, um convite à luta**. Fortaleza: Instituto Sertão, 2004, 16 p.

FISCH, S. T. V.; NOGUEIRA Jr., L. R.; MANTOVANI, W. Fenologia reprodutiva de *Euterpe edulis* Mart. na Mata Atlântica (Reserva Ecológica do Trabiçu, Pindamonhangaba – SP). **Revista Biociências**, Taubaté, v. 6, n. 2, p. 31-37, 2000.

GOMES, P. **Carnaubeira**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Serviço de documentação, 1945, 162 p.

HAMRICK, J. L.; GOLDT, J. W. Allozyme diversity in plant species. *In*: BROWN, A. W. D.; CLEGG, M. T.; KALHER, A. L.; Weir, B. S. **Plant population genetics, breeding, and genetic resources**. Massachusetts: Sinauer Associates, p. 43-63, 1990.

REIS FILHO, A. A. (Coordenador). **Projeto carnaupi: Mapeamento espacial e zoneamento de carnaúba no Piauí – relatório – Teresina: EDUFPI, 2005, 64 p.**

SANTOS, A. P. S. **Estudo sócio-econômico dos principais produtos do extrativismo vegetal do Piauí: Carnaúba**. Fundação Cepro, Teresina – PI, 1979, 50 p.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H., DICKEY, D. **Principles and procedures of statistics: A biometrical approach**. 3.ed Boston: WCB/McGraw Hill, 1997, 666 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2004, 719 p.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance. Publications in Climatology**. New Jersey, Drexel Institute of Technology, 1955, 104 p.

5 - CAPÍTULO II

Atributos fenológicos da carnaubeira e físico-químicos da cera sob diferentes estratégias de manejo de corte das folhas

RESUMO

Objetivou-se nesse trabalho avaliar o efeito de diferentes estratégias de manejo de corte de folhas, do estágio de desenvolvimento e do tipo de folha sobre número de folhas, produção de pó cerífero, razão entre produção de pó cerífero e número de folhas, teor de impurezas, teor de umidade e rendimento de cera em carnaubeiras. O estudo foi realizado em uma população natural localizada na Fazenda Cajazeira, município de União, Piauí, Brasil. As plantas amostradas foram identificadas e, em seguida, classificadas em dois estágios de desenvolvimento: capoteiro e palmeira adulta. As estratégias de manejo de corte avaliadas foram: Manejo 1, um corte apenas no início de agosto de 2008; Manejo 2, considerando dois cortes, o 1º corte em agosto de 2008 e o 2º corte em dezembro de 2008; e Manejo 3, um corte apenas no início de dezembro de 2008. Por ocasião dos cortes, as folhas foram separadas segundo o tipo de folha em folha nova ou folha velha. Foram realizadas as análises de variância dos dados de cada manejo, além das análises conjuntas envolvendo os dados dos manejos 1 e 3, e considerando os dados dos manejos 2 e 3. O tipo de folha destacou-se como atributo da planta de maior relevância na exploração comercial da carnaubeira, enquanto o estágio de desenvolvimento não exerceu influência considerável. A melhor estratégia de manejo de corte das folhas da carnaubeira, nas condições estudadas, constituiu-se na realização de um único corte anual das plantas no final do período seco, mais especificamente, do começo de outubro até o início de dezembro.

Palavras chave: Estádio de desenvolvimento, época de corte, cera de carnaúba, pó cerífero

Phenological attributes of plant and physico-chemical ones of the carnauba wax under different management strategies for leaves cutting

Abstract - The objective of this work was to evaluate the effect of different management strategies of leaves cutting, development stages and leaf types on the following characteristics: leaf number, wax powder production, ratio between cerifero dust production and leaf number, moisture content, impurities content and wax yield in a natural population of carnauba located at the Cajazeira Farm, district of União, Piauí, Brazil. The selected plants were identified and after that classified in two development stages: capoteiro and adult palm. The management strategies of leaves cutting were: management 1, one cut only at the beginning of august of 2008; management 2, considering two cuts, the first cut in august of 2008 and the second cut in december of 2008; and management 3, one cut only at the beginning of december of 2008. During the cutting, the leaves were separated according to leaf type on the new leaf or old leaf. It was performed the individual analysis of variance of evaluated characteristics for each management and the join analysis considering the managements 1 and 3, and ones considering the managements 2 and 3. The leaf type stood out as the plant attributes of greater relevance in the commercial exploitation of carnauba, while the development stage not exercised considerable influence. The best management strategy for cutting the leaves of carnauba consisted in a single annual cut at the end of the dry period, more specifically, the beginning of October until the early December.

Key Words: Development Stage, cutting time, carnauba wax, wax powder.

INTRODUÇÃO

A exploração da carnaubeira (*Copernicia prunifera* (Miller) H. E. Moore) destaca-se como uma importante atividade geradora de emprego e renda para comunidades que residem no semi-árido nordestino, região na qual esta espécie é

endêmica. Estima-se que esta atividade chegue a ocupar em todo o Nordeste Brasileiro um total de mão-de-obra que ultrapassa as 200 mil pessoas no período de exploração (BEZERRA, 2005). No Estado do Piauí, onde se concentram as maiores áreas de carnaubais, a cadeia produtiva da carnaúba gera ocupação para mais de 50 mil famílias de baixa renda, quer seja pela exploração da palha para artesanato, quer pela extração do pó cerífero e confecção de cera para indústria (LIRA, 2004).

A cera de carnaúba constitui-se no principal produto de valor econômico da carnaubeira. É obtida mediante processamento do pó cerífero, que se forma na superfície das folhas, como uma camada protetora, para evitar a perda excessiva de água por evapotranspiração, no período seco e de elevadas temperaturas. Na pauta de exportação do Estado do Piauí, a cera de carnaúba ocupa o segundo lugar, ficando atrás apenas do agronegócio da soja (SEFAZ-PI, 2009).

Apesar da importância desta espécie, a forma de exploração da carnaubeira é essencialmente extrativista, com forte escassez de informações a cerca das práticas de manejo tecnológico. Relativo à extração do pó cerífero destaca-se, dentre outras atividades, o manejo de corte das folhas como importante atividade na exploração da carnaubeira. Contudo, a eficácia desta atividade é bastante dependente da época de realização do corte e do intervalo entre cortes. No Estado do Piauí encontram-se algumas variações em relação ao manejo de corte das folhas adotado. Em alguns casos é realizado um corte único anual com época variando desde que se estende de julho até dezembro, ou de outro modo realizam-se dois cortes por ano, o primeiro no período de julho a agosto e o segundo nos meses de novembro a dezembro. A definição dessa atividade de manejo é de fundamental importância para obtenção de melhores rendimentos e, possivelmente, de melhorias também na qualidade da cera.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes estratégias de manejo de corte de folhas, dos estádios de desenvolvimento da planta e do tipo de folha sobre as características: número de folhas, produção de pó cerífero, relação produção de pó e número de folhas, teor de umidade, teor de impurezas e rendimento de cera em carnaubeiras de uma população natural.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma população natural de carnaubeira localizada na Fazenda Cajazeira, município de União, Estado do Piauí, Brasil, com latitude de

4°28'20.30"S e longitude de 42°47'47.10"W. O clima predominante é Sub-úmido úmido (C2), com precipitação média anual de 1300 mm (THORNTHWAITE e MATHER, 1955; ANDRADE JÚNIOR et al., 2004).

Foram amostradas 96 carnaubeiras sadias e homogêneas, sendo 48 plantas no estágio de desenvolvimento capoteiro (estipe medindo de 1,00 a 2,50 m) e 48 plantas no estágio de palmeira adulta (estipe medindo acima, de 2,5 m). As plantas selecionadas foram identificadas e, em seguida, divididas em dois grupos de igual tamanho, de forma que cada grupo foi composto por 24 plantas no estágio capoteiro e por 24 plantas no estágio de palmeira adulta.

Num primeiro grupo de 48 carnaubeiras realizou-se o corte das folhas em duas épocas: primeiro corte no início de agosto de 2008 e segundo corte no início de dezembro de 2008. Enquanto que no segundo grupo de plantas, o corte das folhas foi realizado apenas no início de dezembro de 2008. A parcela foi constituída por quatro plantas.

Em função das estratégias de corte, definiram-se diferentes manejos, quais sejam: Manejo 1, corte realizado no início de agosto de 2008; Manejo 2, cortes em agosto e no início de dezembro de 2008 realizados no mesmo grupo de plantas; e Manejo 3, corte no segundo grupo de plantas apenas no início de dezembro de 2008.

Em cada parcela, o corte das plantas e a subsequente extração do pó cerífero foram efetuados seguindo o método tradicional usado pelos extrativistas da região (d'ALVA, 2007). Primeiramente, foram cortadas as palhas ou folhas com uso de foice acoplada a uma vara, conduzida por um cortador de palhas ou "vareiro". Em seguida, os aparadores retiraram com auxílio de facão os pecíolos das folhas recém cortadas, separando-as concomitantemente segundo o tipo de folha em folhas novas e folhas velhas, organizando-as em feixes de 50 folhas para transporte até o local de secagem e extração do pó. Posteriormente, as folhas foram riscadas, com auxílio de uma faca, individualmente no sentido longitudinal e colocadas para secagem ao sol. Os feixes de cada parcela foram postos em uma sala fechada com piso revestido por lona plástica e pendurados por uma corda para realização da batidura manual, com um instrumento de madeira ou "porrete", com a finalidade remover o pó das folhas. Posteriormente as amostras de pó cerífero colhidas, por parcela, foram

pesadas e beneficiadas para obtenção da cera, segundo metodologia descrita por protocolos das indústrias de cera da região¹.

As características avaliadas nesse estudo foram: número de folhas (NF), produção de pó cerífero, em gramas (PP), relação PP/NF, teor de umidade (U, %), teor de impurezas (Imp, %) e rendimento em cera a partir do pó beneficiado (Rend, %).

Foram realizadas as análises de variância dos dados para cada estratégia de manejo anteriormente definida de acordo com um modelo estatístico no esquema de parcelas subdivididas 2 x 2, sendo os dois estádios de desenvolvimento (capoteiro e palmeira adulta) nas parcelas e os dois tipos de folha (folha nova e folha velha) nas subparcelas. Realizaram-se, ainda, as seguintes análises conjuntas: uma primeira considerando os manejos 1 e 3, ou seja, diferentes épocas de realização do 1º corte; e uma segunda considerando os dados do manejo 2 (soma dos dados do 1º corte e 2º corte) e manejo 3. Neste último caso, permitindo confrontar os manejos de diferentes números de corte realizados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precisão experimental é um aspecto de grande relevância na pesquisa científica, pois dela depende toda a qualidade de informação que possa ser extraída a partir da análise dos dados coletados (STELL, TORRIE e DICKEY, 1997). Tomando como base o coeficiente de variação (C.V.), parâmetro comumente empregado como um indicador da precisão experimental, observou-se, a partir das análises de variâncias por estratégia de manejo, maiores valores de C.V., destacadamente, para as características NF, PP, PP/NF e Imp, enquanto que para o Rend, os valores de C.V. foram consistentemente menores (Tabela 1).

Na exploração agroeconômica da carnaubeira, vários aspectos inerentes à planta precisam ser considerados, como exemplo, o estágio de desenvolvimento e o tipo de folha. Em relação ao estágio de desenvolvimento, observou-se que, em geral, houve significância ($P < 0,05$) para NF, PP, PP/NF e U nos diferentes manejos de corte das folhas (Tabela 1). Para o caráter NF, as plantas no estágio adulto apresentaram em média 20 folhas por planta.ano⁻¹, enquanto que no estágio

¹ - Metodologia de propriedade particular

capoteiro este valor foi de 10 folhas por planta.ano⁻¹ (Tabela 2). Este resultado é concordante com o relatado na literatura no que concerne à carnaubeira no estágio adulto. Santos (1979) evidencia que, em média, uma palmeira adulta emite de 15 a 20 folhas ao ano. Para Carvalho (1982) este número é, em média, de 15 folhas por planta.ano⁻¹, enquanto d'Alva (2007) considera que uma planta adulta pode apresentar de 20 até 100 folhas ao ano, sendo que o número de folha olhos por palmeira pode variar de 4 até 12 folhas.

Tabela 1. Resumo da análise de variância das características número de folhas (NF), produção de pó cerífero (PP), relação PP/NF, teor de umidade (U), teor de impurezas (Imp) e rendimento em cera (Rend) em carnaubeiras submetidas a diferentes estratégias de manejo de corte das folhas em função do estágio de desenvolvimento (ED) e tipo de folha (TF).

| Fonte de Variação | G.L. | Quadrados médios | | | | | |
|--|------|------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| | | NF | PP(g) | PP/NF | U(%) | Imp(%) | Rend(%) |
| Manejo 1 – Corte em Agosto de 2008 | | | | | | | |
| ED | 1 | 8664,0** | 19402,34** | 1,98* | 1,22 ^{n.s.} | 197,85 ^{n.s.} | 244,16 ^{n.s.} |
| Erro (a) | 10 | 175,5 | 1344,62 | 0,20 | 0,41 | 111,71 | 117,35 |
| TF | 1 | 32560,7** | 5582,43** | 1,17** | 1,82** | 2295,37** | 2379,04** |
| ED x TF | 1 | 1568,2* | 1691,93 ^{n.s.} | 0,16* | 0,03 ^{n.s.} | 226,01 ^{n.s.} | 236,19 ^{n.s.} |
| Erro (b) | 10 | 190,6 | 447,72 | 0,03 | 0,07 | 91,8 | 91,55 |
| Média geral | | 63,6 | 44,47 | 0,74 | 1,89 | 33,17 | 65,03 |
| C.V.(%) (a) | | 20,83 | 82,45 | 61,27 | 34,02 | 31,86 | 16,66 |
| C.V.(%) (b) | | 21,71 | 47,58 | 23,83 | 13,58 | 28,88 | 14,71 |
| Manejo 2 – Cortes em Agosto e Dezembro de 2008 | | | | | | | |
| ED | 1 | 16537,5** | 36100,30** | 1,58* | 2,09* | 139,64 ^{n.s.} | 183,25 ^{n.s.} |
| Erro (a) | 10 | 220,5 | 1642,24 | 0,18 | 0,27 | 59,98 | 64,46 |
| TF | 1 | 46816,7** | 9227,29** | 1,29** | 1,90** | 1447,71** | 1531,36** |
| ED x TF | 1 | 3037,5** | 3521,83* | 0,03 ^{n.s.} | 0,06 ^{n.s.} | 145,05 ^{n.s.} | 147,44 ^{n.s.} |
| Erro (b) | 10 | 238,3 | 396,43 | 0,03 | 0,08 | 30,98 | 31,05 |
| Média geral | | 81,7 | 62,51 | 0,81 | 1,80 | 29,52 | 68,74 |
| C.V.(%) (a) | | 18,18 | 64,82 | 52,34 | 28,98 | 26,24 | 11,68 |
| C.V.(%) (b) | | 18,90 | 31,85 | 20,23 | 15,81 | 18,85 | 8,11 |
| Manejo 3 – Corte em Dezembro de 2008 | | | | | | | |
| ED | 1 | 7740,0** | 43476,74** | 4,30* | 0,65** | 0,38 ^{n.s.} | 12,82 ^{n.s.} |
| Erro (a) | 10 | 456,0 | 1667,08 | 0,83 | 0,04 | 100,24 | 96,37 |
| TF | 1 | 28085,0** | 7559,02* | 11,46** | 3,71** | 4089,35* | 4044,57* |
| ED x TF | 1 | 2795,0* | 3582,66 ^{n.s.} | 0,67 ^{n.s.} | 0,03 ^{n.s.} | 24,64 ^{n.s.} | 50,17 ^{n.s.} |
| Erro (b) | 10 | 500,1 | 1289,52 | 0,70 | 0,07 | 75,62 | 75,48 |
| Média geral | | 59,2 | 84,50 | 1,74 | 1,07 | 22,46 | 76,02 |
| C.V.(%) (a) | | 36,07 | 48,34 | 52,34 | 19,79 | 44,57 | 12,91 |
| C.V.(%) (b) | | 37,77 | 42,51 | 47,98 | 25,22 | 38,71 | 11,43 |

^{n.s.}, *, ** não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Em relação aos caracteres PP e PP/NF, observou-se que o comportamento médio das plantas no estágio adulto foi superior ao das plantas no estágio capoteiro

(Tabela 2). Para os caracteres Imp e Rend não foi verificada diferença significativa ($P > 0,05$) entre os estádios de desenvolvimento nos manejos avaliados (Tabelas 1). Os valores médios do Rend segundo o estágio de desenvolvimento variaram de 61,84% a 76,75%, enquanto que para a Imp estes valores ficaram entre 22,33% a 31,93% (Tabela 2). Costa Filho (2003) avaliando essas mesmas características encontrou valores que variaram de 85,14% a 94,87% para o Rend e de 4,14% a 12,38% para a Imp. Essa discordância nos valores deveu-se ao fato de que em seu trabalho Costa Filho (2003) empregou secador solar e máquina para batidura das palhas, aumentando a eficiência do processo de extração do pó.

Tabela 2. Valores médios das características número de folhas (NF), produção de pó cerífero (PP), relação PP/NF, teor de umidade (U), teor de impurezas (Imp) e rendimento em cera (Rend) de carnaubeiras submetidas a diferentes estratégias de manejo em função do estágio de desenvolvimento e tipo de folha.

| ATRIBUTO DA PLANTA | | NF ¹ | PP(g) | PP/NF | U(%) | Imp(%) | Rend(%) |
|--|-----------------|-----------------|---------|-------|-------|--------|---------|
| Manejo 1 – Corte em Agosto de 2008 | | | | | | | |
| Estádio de desenvolvimento | Capoteiro | 44,58b | 16,04b | 0,45b | 2,11a | 36,04a | 61,84a |
| | Palmeira Adulta | 82,58a | 72,90a | 1,02a | 1,66a | 30,30a | 68,22a |
| Tipo de Folha | Folha Nova | 26,75b | 29,22b | 0,96a | 1,61b | 23,39b | 74,99a |
| | Folha Velha | 100,42a | 59,72a | 0,52b | 2,17a | 42,95a | 55,08b |
| | | | | | | | |
| Manejo 2 – Cortes em Agosto e Dezembro de 2008 | | | | | | | |
| Estádio de desenvolvimento | Capoteiro | 55,41b | 23,73b | 0,55b | 2,10a | 31,93a | 65,98a |
| | Palmeira Adulta | 107,92a | 101,30a | 1,07a | 1,51b | 27,10a | 71,50a |
| Tipo de Folha | Folha Nova | 37,50b | 42,91b | 1,04a | 1,52b | 21,75b | 76,73a |
| | Folha Velha | 125,83a | 82,12a | 0,58b | 2,09a | 37,29a | 60,75b |
| | | | | | | | |
| Manejo 3 – Corte em Dezembro de 2008 | | | | | | | |
| Estádio de desenvolvimento | Capoteiro | 41,25b | 41,90b | 1,32b | 1,24a | 22,33a | 75,29a |
| | Palmeira Adulta | 77,17a | 127,03a | 2,17a | 0,91b | 22,59a | 76,75a |
| Tipo de Folha | Folha Nova | 25,00b | 66,72b | 2,43a | 0,68b | 9,41b | 89,00a |
| | Folha Velha | 93,41a | 102,21a | 1,05b | 1,46a | 35,52a | 63,04b |
| | | | | | | | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste F.

¹Média em nível de parcela constituída por quatro plantas.

Concernente ao tipo de folha verificou-se que este atributo da carnaubeira foi o que mais contribuiu para a variação observada nos caracteres avaliados nos diferentes manejos de corte considerados (Tabela 1). Evidenciou-se que para os

caracteres NF, PP, U e Imp, a folha velha apresentou valores médios significativamente superiores aos da folha nova (Tabela 2). No entanto para os caracteres PP/NF e rendimento em cera, o tipo de folha nova apresentou estatisticamente maiores médias (Tabela 2). Concernente à variável Rend as diferenças observadas nos manejos 1, 2 e 3 foram de 19,91%, 15,98% e 25,96%, respectivamente (Tabela 2). Portanto, relativo às características observadas pela indústria, as quais estão diretamente ligadas com a qualidade da cera, a atividade de separação das folhas por ocasião da colheita é altamente recomendável. Além disso, tem-se o aspecto diferenciado da agregação de valor econômico à cera proveniente de tipos diferentes de folha.

Em geral, não foi verificada interação significativa ($P > 0,05$) para o efeito da interação estágio de desenvolvimento x tipo de folha (Tabela 1). Obteve-se significância para este efeito de interação consistentemente nas diferentes estratégias de manejo avaliadas apenas para o caráter NF (Tabela 1). Contudo, verificou-se que essa interação foi em geral do tipo simples, ou seja, sem provocar alterações marcantes no ordenamento das médias.

Uma questão de grande interesse no tocante ao manejo de corte das folhas é a definição da melhor época para sua realização, sobretudo quando o manejo adotado se constitui em apenas um corte anual. Comparando-se o comportamento das plantas submetidas ao Manejo 1 versus àquelas submetidas ao Manejo 3, notou-se que para os caracteres estudados, em geral, não houve interações significativas ($P > 0,05$) entre o manejo com os atributos da planta estágio de desenvolvimento e tipo de folha, destacando-se, neste caso, a significância ($P < 0,05$) para a diferença entre manejos de corte para a maioria dos caracteres (Tabela 3). Constatou-se que postergar a realização do corte provocou alterações significativas em quase todos os caracteres, exceto NF, resultando numa maior produção de pó cerífero, maior rendimento em cera e queda significativa no teor de impurezas (Tabela 4). A explicação para este resultado está atrelada provavelmente à ausência praticamente total de chuvas e à elevação da temperatura no período de agosto a dezembro. Nessa condição climática, a planta ativa mecanismos responsáveis por minimizar a perda excessiva de água por evapotranspiração, como, por exemplo, o fechamento dos estômatos (TAIZ e ZEIGER, 2004) e, mais especificamente no caso da carnaubeira, também ocorre a formação de uma camada de pó cerífero na

superfície das folhas, resultante da síntese clorofiliana e da combinação de ácidos e alcoóis (SANTOS, 1979; CARVALHO, 1982).

Tabela 3. Resumo da análise de variância conjunta das características número de folhas (NF), produção de pó cerífero (PP), relação PP/NF, teor de umidade (U), teor de impurezas (Imp) e rendimento em cera (Rend) de carnaubeiras submetidas ao manejo 1 ou manejo 3.

| Fonte de Variação | G.L. | Quadrados médios | | | | | |
|---------------------------------|------|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| | | NF | PP (g) | PP/NF | U (%) | Imp (%) | Rend (%) |
| Manejo (M) | 1 | 229,7 ^{n.s.} | 19192,00 ^{**} | 12,15 ^{**} | 8,06 ^{**} | 1376,34 ^{**} | 1448,59 ^{**} |
| Estádio de desenvolvimento (ED) | 1 | 16391,0 ^{**} | 60483,00 ^{**} | 6,05 ^{**} | 1,83 [*] | 107,79 ^{n.s.} | 184,44 ^{n.s.} |
| M x ED | 1 | 13,0 ^{n.s.} | 2395,60 ^{n.s.} | 0,22 ^{n.s.} | 0,04 ^{n.s.} | 90,45 ^{n.s.} | 72,54 ^{n.s.} |
| Erro (a) | 20 | 315,8 | 1505,85 | 0,52 | 0,23 | 105,97 | 106,86 |
| Tipo de folha (TF) | 1 | 60563,0 ^{**} | 13067,00 ^{**} | 9,98 ^{**} | 5,35 ^{**} | 6256,10 ^{**} | 6313,78 ^{**} |
| ED x TF | 1 | 4275,2 ^{**} | 5099,33 [*] | 0,74 ^{n.s.} | 0,00 ^{n.s.} | 50,70 ^{n.s.} | 34,32 ^{n.s.} |
| M x TF | 1 | 82,7 ^{n.s.} | 74,75 ^{n.s.} | 2,65 [*] | 0,17 ^{n.s.} | 128,61 ^{n.s.} | 109,84 ^{n.s.} |
| M x ED x TF | 1 | 88,0 ^{n.s.} | 175,26 ^{n.s.} | 0,09 ^{n.s.} | 0,06 ^{n.s.} | 199,96 ^{n.s.} | 252,04 ^{n.s.} |
| Erro (b) | 20 | 345,4 | 868,60 | 0,36 | 0,07 | 83,71 | 83,52 |
| Média geral | | 61,4 | 64,5 | 1,2 | 1,5 | 27,8 | 70,5 |
| CV(a) | | 28,9 | 60,16 | 60,09 | 31,97 | 37,02 | 14,66 |
| CV(b) | | 30,26 | 45,69 | 50,00 | 17,63 | 32,91 | 12,96 |

^{n.s.}, ^{*}, ^{**} não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 4. Valores médios do número de folhas (NF), produção de pó cerífero (PP), relação PP/NF, teor de Umidade (U), teor de impurezas (Imp) e de rendimento em cera (Rend) em carnaubeiras submetidas ao manejo 1 ou manejo 3.

| Características | Manejo | |
|-----------------|----------|----------|
| | Manejo 1 | Manejo 3 |
| NF | 63,6 a | 59,2 a |
| PP (g) | 44,47 b | 84,50 a |
| PP/NF | 0,74 b | 1,74 a |
| U (%) | 1,89 a | 1,07 b |
| Imp. (%) | 33,17 a | 22,46 b |
| Rend. (%) | 65,03 b | 76,02 a |

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste F.

Na exploração da carnaubeira uma prática comum é a realização de apenas um corte anual das folhas. Contudo, devido a resiliência da planta, ou seja, a capacidade de recuperação da planta em termos de emissão de folhas, alguns extrativistas praticam o manejo com dois cortes anuais. A fim de verificar a viabilidade do emprego de um manejo com dois cortes anuais (Manejo 2) versus o

manejo de apenas um corte anual (Manejo 3) realizou-se a análise conjunta, cujo resultado é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Resumo da análise de variância conjunta para número de folhas (NF), produção de pó cerífero (PP), relação PP/NF, teor de umidade (U), teor de impurezas (Imp) e de rendimento em cera (Rend) em carnaubeira submetidas ao manejo 2 ou manejo 3.

| Fonte de Variação | G.L. | Quadrados médios | | | | | |
|---------------------------------|------|------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
| | | NF | PP (g) | PP/NF | U (%) | Imp (%) | Rend (%) |
| Manejo (M) | 1 | 6052,5** | 5781,63 ^{n.s.} | 10,42** | 6,42** | 597,17* | 635,83* |
| Estádio de desenvolvimento (ED) | 1 | 23453,0** | 79406,00** | 5,54** | 2,54** | 77,29 ^{n.s.} | 146,50 ^{n.s.} |
| M x ED | 1 | 825,0 ^{n.s.} | 171,31 ^{n.s.} | 0,33 ^{n.s.} | 0,21 ^{n.s.} | 62,72 ^{n.s.} | 49,57 ^{n.s.} |
| Erro (a) | 20 | 338,3 | 1654,66 | 0,51 | 0,16 | 80,11 | 80,42 |
| Tipo de folha (TF) | 1 | 73712,0** | 16745,00** | 10,22** | 5,46** | 5201,67** | 5276,67** |
| ED x TF | 1 | 5830,0** | 7104,36** | 0,48 ^{n.s.} | 0,00 ^{n.s.} | 25,06 ^{n.s.} | 12,80 ^{n.s.} |
| M x TF | 1 | 1190,0 ^{n.s.} | 41,55 ^{n.s.} | 2,53* | 0,15 ^{n.s.} | 335,38* | 299,25* |
| M x ED x TF | 1 | 2,5 ^{n.s.} | 0,13 ^{n.s.} | 0,22 ^{n.s.} | 0,08 ^{n.s.} | 144,64 ^{n.s.} | 184,81 ^{n.s.} |
| Erro (b) | 20 | 369,2 | 842,98 | 0,36 | 0,08 | 53,30 | 53,27 |
| Média geral | | 70,43 | 73,48 | 1,27 | 1,43 | 25,98 | 72,37 |
| CV(a) | | 26,11 | 55,35 | 56,23 | 27,97 | 34,45 | 12,39 |
| CV(b) | | 27,28 | 39,51 | 47,24 | 19,78 | 20,08 | 10,08 |

** , * Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Verificou-se que houve efeito significativo ($P < 0,05$) do manejo para as características avaliadas, exceto PP (Tabela 5). Enquanto que, em geral, para os demais efeitos de interação do modelo em que o fator manejo participa não foi observada significância ($P < 0,05$), conforme Tabela 5. Mostrando que o efeito do estágio de desenvolvimento e do tipo de folha não foi influenciado pelo manejo empregado.

De acordo com a Tabela 6, constata-se que no Manejo 3, apesar do menor NF, a média da PP foi superior a alcançada no Manejo 2. O valor médio do PP/NF observado no Manejo 3 foi de 1,74 g, enquanto que Costa Filho (2003) com uso de secador solar e extração por meio de máquina, obteve produção média de pó cerífero por folha de 7,35 g. Ainda na Tabela 6, observa-se que o Rend das plantas submetidas ao manejo 3 foi de 76,01% superior ao alcançado com o manejo 2 (68,73%). Portanto, a realização de dois cortes anuais não trouxe vantagens do ponto de vista da exploração racional para carnaubeira, podendo ainda trazer mais efeitos negativos em longo prazo, como a diminuição da viabilidade comercial do carnaubal em virtude da forma intensiva de exploração.

Tabela 6. Valores médios de número de folhas (NF), Produção de pó cerífero (PP), relação PP/NF, teor de umidade (U), teor de impurezas (Imp) e rendimento em cera (Rend) em carnaubeiras submetidas ao manejo 2 ou manejo 3.

| Característica | Tipo de manejo | Tipo de Folha | | Média |
|----------------|----------------|---------------|---------|---------|
| | | Nova | Velha | |
| NF | Manejo 2 | 37,5 a | 125,8 a | 81,7 a |
| | Manejo 3 | 25,0 b | 93,4 b | 59,2 b |
| PP (g) | Manejo 2 | 42,91 b | 82,12 b | 62,51 b |
| | Manejo 3 | 66,71 a | 102,21a | 84,46 a |
| PP/NF | Manejo 2 | 1,04 b | 0,58 b | 0,81 b |
| | Manejo 3 | 2,43 a | 1,05 a | 1,74 a |
| U (%) | Manejo 2 | 1,52 a | 2,08 a | 1,80 a |
| | Manejo 3 | 0,67 b | 1,46 b | 1,06 b |
| Imp (%) | Manejo 2 | 21,75 a | 37,28 a | 29,51 a |
| | Manejo 3 | 9,41 b | 35,51 b | 22,46 b |
| Rend (%) | Manejo 2 | 76,72 b | 60,75 b | 68,73 b |
| | Manejo 3 | 89,00 a | 63,03 a | 76,01 a |

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de F.

A partir dos resultados obtidos, observou-se que algumas variáveis parecem ser mais fortemente influenciadas pelo ambiente, como é o caso do caráter PP. Este caráter é altamente dependente da variação dos fatores climáticos e/ou edáficos. A partir disso, induz-se que a sua herdabilidade seja baixa, de tal sorte que pode vir dificultar a possibilidade de ganho com a seleção. A quantificação do PP, assim como de outros caracteres, como o teor de impurezas, este último diretamente relacionado com a qualidade da cera, é grandemente afetada pelas atividades operacionais realizadas para sua extração, especialmente nas etapas de secagem e batedura. Neste contexto, Kempton e Fox (1997) relatam sobre a necessidade do emprego de ferramentas de mensuração das variáveis de apropriada acurácia, sob pena da impossibilidade de detecção de significância para efeitos em estudo.

Finalmente, em relação ao melhoramento genético da carnaubeira, o interesse maior do melhorista seria obter genótipos superiores, que associem alta produtividade de cera e um período juvenil mais curto. No entanto, o caráter produtividade de cera está diretamente relacionado com vários outros caracteres, como número de folhas, produção de pó cerífero e rendimento de cera. Dessa forma, a herdabilidade esperada para produtividade de cera é baixa, o que poderia dificultar a obtenção de ganhos por meio de seleção. Nesse caso, indubitavelmente, a alternativa para fins de melhoramento seria aumentar o controle ambiental, com o

intuito de atenuar efeitos que venham a acentuar o erro experimental e, assim, aumentar a herdabilidade.

CONCLUSÕES

1 - O tipo de folha destacou-se como atributo da planta de maior relevância na exploração comercial da carnaubeira, enquanto que o estágio de desenvolvimento não exerceu influência considerável.

2 - A melhor estratégia de manejo de corte das folhas da carnaubeira, nas condições estudadas, constituiu-se na realização de um único corte anual das plantas no final do período seco, mais especificamente, do começo de outubro até o início de dezembro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; BASTOS, E. A.; BARROS, A. H. C.; SILVA, C. O.; GOMES, A. A. N. **Classificação climática do Estado do Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004, 86 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 86).

BEZERRA, J. A. Carnaúba: a árvore da vida. **Revista Globo Rural**, São Paulo, ano 20, n. 233, p. 50-57, mar. 2005.

CARVALHO, J. B. M. **Ensaio sobre a carnaubeira**. 2. ed. Natal: EMPARN, 1982, 369 p.

COSTA FILHO, R. T. **Uso alternativo da energia solar na elevação do rendimento de pó cerífero da carnaúba (*Copernicia prunifera*, Moore)**. In. VI Reunião de pesquisa do centro de Ciências Agrárias, Teresina: UFPI, 2003, 414 p.

d'ALVA, O. A. **O extrativismo da carnaúba no Ceará**. Série BNB teses e dissertações, n. 4. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2007, 172 p.

KEMPTON, R. A.; FOX, P. N. **Statistical methods for plant variety evaluation**. London, 1997, 191 p.

LIRA, A. **Comissão de agricultura, pecuária, abastecimento e desenvolvimento rural**. Projeto de lei no 2.673, de 2003. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/222449.pdf>> Acesso em: 01/04/2008.

SANTOS, A. de P. S. dos. **Estudo sócio-econômico dos principais produtos do extrativismo vegetal do Piauí: Carnaúba**. Fundação Cepro, Teresina, PI. 1979, 50 p.

SECRETARIA DA FAZENDA DO ESTADO DO PIAUÍ, Exportações piauiense crescem 113% em 2009 e PI supera CE na exportação de cera. Teresina, 2009. Disponível em: <http://www.sefaz.pi.gov.br/noticias.php?id=1891>. Acesso em 13 de janeiro de 2009.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H., DICKEY, D. **Principles and procedures of statistics: a biometrical approach**. 3. ed Boston: WCB/McGraw Hill, 1997, 666 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2004, 719 p.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance. Publications in Climatology**. New Jersey, Drexel Institute of Technology, 1955, 104 p.