

PAULO CÉSAR FERNANDES LIMA

COMPORTAMENTO SILVICULTURAL DE ESPÉCIES  
DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE, REGIÃO  
SEMI-ÁRIDA BRASILEIRA

Tese apresentada à consideração da Comissão Examinadora, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Rudi Arno Seitz

CURITIBA

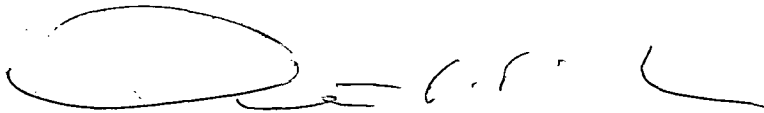
1994

MINISTERIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

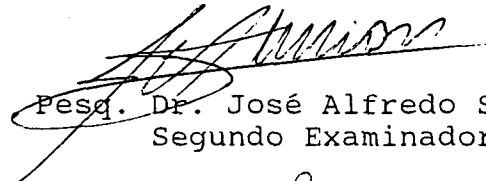
P A R E C E R

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Doutorado apresentada pelo candidato PAULO CESAR FERNANDES LIMA, sob o título "COMPORTAMENTO SILVICULTURAL DE ESPÉCIES DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE, REGIÃO SEMI-ÁRIDA BRASILEIRA. para obtenção do grau de Doutor em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Area de concentração em SILVICULTURA, após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação com média final: ( 8,1 ), correspondente ao conceito: ( B ).

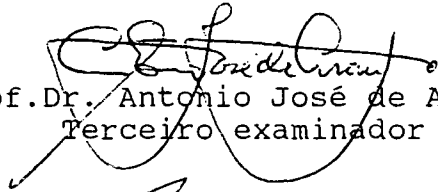
Curitiba, 17 de junho de 1994



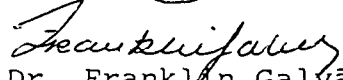
Pesq.Dr. Vicente Pongitory Gifoni Moura  
Primeiro Examinador




Pesq. Dr. José Alfredo Sturion  
Segundo Examinador



Prof.Dr. Antonio José de Araujo  
Terceiro examinador



Prof.Dr. Franklin Galvão  
Quarto Examinador



Prof.Dr. Rudi Arno Seitz  
Presidente da Banca e Quinto Examinador

À minha esposa, lêda  
e aos meus filhos  
Fabíola,  
Brunela,  
Augusto César,  
Ludmila e  
André Luiz

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, pela oportunidade concedida para a realização do curso, bem como, pela concessão da bolsa de estudo e recursos financeiros utilizados;

Ao International Development Research Center - IDRC pelos recursos auferidos ao "Proyecto Prosopis" que possibilitaram a condução e manutenção do experimento por quatro anos;

Ao comitê orientador formado pelos professores Dr. Rudi Arno Seitz e Dr. Sebastião do Amaral Machado e pelo pesquisador Dr. Jarbas Y. Shimizu;

Aos colegas e funcionários do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido - CPATSA, e em especial aos do Laboratório de Entomologia, Solos e Nutrição Animal;

A José de Assis Amaral de Lima, João Claro de Souza e José Joaquim Liberalino, pela dedicação, companheirismo e acompanhamento deste trabalho desde a fase de produção das mudas;

Aos engenheiros Visêldo Ribeiro Oliveira e Salvador Barros Torres, aos técnicos Jacir Faber, Dimas Zanlorenzi e José Vicente da Silva, e aos senhores Pedro José Alves, Ivo Pereira de Sá e Geraldo Freire pela colaboração na coleta de dados de campo nas diversas fases do experimento;

Aos colegas do Centro Nacional de Pesquisa de Florestas - CNPF, em especial ao Dr. José Carlos Duarte Pereira e funcionários do Laboratório de Tecnologia da Madeira;

Aos engenheiros Francisca Nemauro Haji, Martiniano Oliveira, Emílio Rotta, Edilson Oliveira, Eduardo Menezes e à bibliotecária Doroti Maria de Lourdes Andrade pela valiosa colaboração na revisão do texto, em suas respectivas áreas de atuação;

Ao Centro de Identificação de Insetos Fitófagos (CIIF), pela identificação dos insetos e ao Dr. Mohammad M. Choudhury pela identificação dos fungos;

À minha esposa e filhos, pela compreensão, tolerância, incentivo e apoio constantes;

Aos professores, funcionários e colegas de curso, e em particular a Máisa Guapyassú, Armin Feiden, José Brandão de Moura, Jorge Matos e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

PAULO CÉSAR FERNANDES LIMA, filho de Walter Fernandes de Lima e Nelyta Loyola de Lima, graduou-se em 1969 em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. Em 1982, concluiu o Curso de Pós-Graduação a nível de mestrado em Engenharia Florestal, na área de concentração em Silvicultura, no Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Trabalhou como Assessor em Silvicultura e em Crédito Rural na Associação de Crédito e Assistência Rural do Espírito Santo (ACARES), no período de 1970 a 1973. Na Floresta Rio Doce S.A., de 1973 a 1977, trabalhou em reflorestamento e administração da Reserva Florestal da Companhia Vale do Rio Doce, em São Mateus e Linhares, respectivamente, no estado do Espírito Santo.

Desde 1978 pertence ao quadro funcional da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), lotado no Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido (CPATSA), em Petrolina - PE, com trabalhos de pesquisa concentrados no comportamento e técnicas silviculturais de espécies florestais no semi-árido brasileiro, principalmente em espécies de usos múltiplos.

## SUMÁRIO

|       |  |     |
|-------|--|-----|
|       | LISTA DE TABELAS                                 | ix  |
|       | LISTA DE FIGURAS                                 | xii |
|       | RESUMO   | xiv |
|       | ABSTRACT   | xv  |
|       | RESUMEN  | xvi |
| 1     | INTRODUÇÃO                                       | 1   |
| 2     | PROSOPIS - ÁRVORES E ARBUSTOS DE USO MÚLTIPLO    | 3   |
| 2.1   | TAXONOMIA E ESPECIAÇÃO DO GÊNERO <i>PROSOPIS</i> | 3   |
| 2.2   | PRINCIPAIS ESPÉCIES                              | 6   |
| 2.3   | DISTRIBUIÇÃO E CULTIVO DE PROSOPIS NO BRASIL     | 7   |
| 3     | PROCEDIMENTO METODOLÓGICO                        | 10  |
| 3.1   | CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO                         | 10  |
| 3.1.1 | Clima  | 10  |
| 3.1.2 | Solos  | 12  |
| 3.1.3 | Vegetação  | 12  |
| 3.2   | O ENSAIO   | 12  |
| 3.2.1 | Espécies utilizadas                              | 12  |
| 3.2.2 | O plano experimental                             | 14  |
| 3.2.3 | Produção, plantio e manutenção das plantas       | 16  |
| 3.2.4 | Comportamento das espécies                       | 17  |
| 4     | ASPECTOS DA SOBREVÊNCIA E CRESCIMENTO            | 18  |
| 4.1   | REVISÃO DE LITERATURA                            | 18  |
| 4.1.1 | Sobrevivência                                    | 18  |
| 4.1.2 | Crescimento                                      | 19  |
| 4.1.3 | Forma das árvores                                | 20  |
| 4.2   | MATERIAL E MÉTODOS                               | 22  |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 4.2.1    | Sobrevivência                          | 22 |
| 4.2.2    | Crescimento                            | 22 |
| 4.2.3    | Forma das árvores                      | 23 |
| 4.3      | <b>RESULTADO E DISCUSSÃO</b>           | 25 |
| 4.3.1    | Sobrevivência                          | 25 |
| 4.3.1.1  | Curvas de sobrevivência                | 28 |
| 4.3.2    | Altura                                 | 28 |
| 4.3.2.1  | Curva cumulativa do crescimento        | 30 |
| 4.3.3    | Diâmetro                               | 33 |
| 4.3.4    | Forma das árvores                      | 35 |
| <b>5</b> | <b>ASPECTOS FENOLÓGICOS</b>            | 42 |
| 5.1      | REVISÃO DE LITERATURA                  | 42 |
| 5.2      | MATERIAL E MÉTODOS                     | 43 |
| 5.3      | RESULTADOS E DISCUSSÃO                 | 44 |
| 5.3.1    | Mudança foliar                         | 46 |
| 5.3.2    | Floração e frutificação                | 48 |
| 5.3.3    | Exsudação de goma nos troncos e ramos  | 54 |
| <b>6</b> | <b>ASPECTOS DA PRODUÇÃO MADEIREIRA</b> | 59 |
| 6.1      | REVISÃO DE LITERATURA                  | 59 |
| 6.2      | MATERIAL E MÉTODOS                     | 61 |
| 6.3      | RESULTADOS E DISCUSSÃO                 | 63 |
| <b>7</b> | <b>ASPECTO FORRAGEIRO</b>              | 70 |
| 7.1      | REVISÃO DE LITERATURA                  | 70 |
| 7.2      | MATERIAL E MÉTODOS                     | 73 |
| 7.3      | RESULTADOS E DISCUSSÃO                 | 74 |
| 7.3.1    | Valor Nutritivo                        | 74 |
| 7.3.1.1  | Vagens                                 | 74 |
| 7.3.1.2  | Folhas                                 | 76 |
| 7.3.2    | Teor de Minerais                       | 78 |
| 7.3.2.1  | Vagens                                 | 78 |
| 7.3.2.2  | Folhas                                 | 79 |
| <b>8</b> | <b>ASPECTO FITOSSANITÁRIO</b>          | 83 |
| 8.1      | REVISÃO DE LITERATURA                  | 83 |
| 8.2      | MATERIAL E MÉTODOS                     | 85 |

|       |                            |    |
|-------|----------------------------|----|
| 8.3   | RESULTADOS E DISCUSSÃO     | 86 |
| 8.3.1 | Lagartas desfolhadoras     | 86 |
| 8.3.2 | Gafanhotos                 | 87 |
| 8.3.3 | Serra-pau                  | 88 |
| 8.3.4 | Outros insetos             | 90 |
| 8.3.5 | Doenças                    | 91 |
| 9     | CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES  | 93 |
|       | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 96 |

## LISTA DE TABELAS

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | ÁREAS GEOGRÁFICAS DE DISTRIBUIÇÃO NATURAL DE <i>Prosopis</i> .....  | 5  |
| 2  | LOCAIS DE ORIGEM DAS SEMENTES.....  | 13 |
| 3  | ESPÉCIES, PROGÊNIES, PROCEDÊNCIAS E NÚMERO DE REPETIÇÕES DE <i>Prosopis</i> , UTILIZADOS NA EXPERIMENTAÇÃO.....   | 16 |
| 4  | PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA DAS PROGÊNIES DE <i>P. tamarugo</i> , EM PETROLINA-PE.....   | 25 |
| 5  | PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA DE ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> , EM PETROLINA-PE.....  | 26 |
| 6  | PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA DE PROGÊNIES DE <i>P. alba</i> , <i>P. chilensis</i> , <i>P. juliflora</i> e <i>P. pallida</i> , EM PETROLINA, PE, AOS OITO ANOS DE IDADE.....           | 27 |
| 7  | COEFICIENTES DAS CURVAS DE SOBREVIVÊNCIA DE <i>Prosopis</i> , UTILIZANDO EQUAÇÃO DE SMALEY & BAILEY.....  | 28 |
| 8  | CRESCIMENTO EM ALTURA (m) DAS ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> EM PETROLINA-PE, ATÉ AOS 96 MESES DE IDADE.....   | 29 |
| 9  | COEFICIENTES DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO EM ALTURA, EM <i>Prosopis</i> , UTILIZANDO O MODELO DE CHAPMAN-RICHARDS.....   | 30 |
| 10 | VALORES DO ICA E IMA (m) ENCONTRADOS NAS ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> , EM PETROLINA-PE.....   | 31 |
| 11 | DIÂMETRO QUADRÁTICO (cm) (MÉDIA $\pm$ DESVIO)) OBTIDO A DIVERSAS ALTURAS DO TRONCO DE <i>Prosopis</i> , EM PETROLINA-PE, AOS OITO ANOS DE IDADE.....                                  | 33 |
| 12 | NÚMERO DE EIXOS (MÉDIA $\pm$ DESVIO) COM DIÂMETRO SUPERIOR A 2,25 cm ENCONTRADOS NAS ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> , A DIFERENTES ALTURAS, AOS OITO ANOS DE IDADE, EM PETROLINA-PE..... | 39 |
| 13 | DIMENSÕES DA PROJEÇÃO DE COPA (m) DAS ÁRVORES DE <i>Prosopis</i> , EM PETROLINA-PE, EM FUNÇÃO DA IDADE.....   | 41 |
| 14 | CÓDIGO E DESCRIÇÃO DAS FASES FENOLÓGICAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS.....  | 44 |
| 15 | MÉDIA DOS DADOS METEOROLÓGICOS DA ÁREA EXPERIMENTAL, NO PERÍODO DE JUNHO DE 1989 A MAIO DE 1992.....  | 46 |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 16 | PRODUÇÃO MÉDIA DE VAGENS DE <i>Prosopis</i> (g/ÁRVORE). EM PETROLINA-PE, ATÉ AOS SETE ANOS DE IDADE.....  | 50 |
| 17 | EQUAÇÕES PARA ESTIMAR O PESO DE MADEIRA (Y) EM kg, DE ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> , EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO (D) A 0,30 m DE ALTURA.....   | 62 |
| 18 | PORCENTAGEM DA BIOMASSA LENHOSA E FOLIAR DAS PLANTAS DE <i>Prosopis</i> , EM PETROLINA-PE, AOS OITO ANOS DE IDADE, NO ESPAÇAMENTO DE 6 X 6 m.....                                 | 64 |
| 19 | TEOR DE UMIDADE (%) COM BASE NO PESO DA MATÉRIA VERDE DOS TRONCOS, RAMOS E GALHOS DAS ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> , EM FUNÇÃO DAS CLASSES DIAMÉTRICAS EM QUE FORAM AGRUPADAS..... | 65 |
| 20 | BIOMASSA LENHOSA SECA (t/ha) ENCONTRADA NAS ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> , EM PETROLINA-PE, AOS OITO ANOS DE IDADE, AGRUPADAS POR CLASSE DE DIÂMETRO.....                          | 66 |
| 21 | PESO DA MATÉRIA SECA (PMS), DENSIDADE BÁSICA (Db), VOLUME E FATOR DE EMPILHAMENTO (Vr/Ve) EM ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> , EM PETROLINA-PE.....                                   | 67 |
| 22 | DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA (g/cm <sup>3</sup> ) DAS ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> , A DIFERENTES ALTURAS DO FUSTE, AOS OITO ANOS DE IDADE, EM PETROLINA-PE.....                    | 68 |
| 23 | DIÂMETROS (cm) DO FUSTE (MÉDIA ± DESVIO) DAS ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> , A DIFERENTES ALTURAS DA ÁRVORE (H), AOS OITO ANOS DE IDADE, EM PETROLINA-PE.....                       | 68 |
| 24 | NÚMERO MÉDIO DE ESTACAS OBTIDAS POR ÁRVORE EM ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> , EM PETROLINA-PE, AOS OITO ANOS DE IDADE.....  | 69 |
| 25 | COMPOSIÇÃO PROXIMAL E DIGESTIBILIDADE "IN VITRO" DA MATÉRIA SECA (DIVMS) DE VAGENS DE <i>Prosopis</i> , COLHIDAS EM OUTUBRO/NOVEMBRO DE 1991, EM PETROLINA-PE.....                | 74 |
| 26 | PROTEÍNA BRUTA (PB) E DIGESTIBILIDADE DE ALGUMAS ESPÉCIES DA CAATINGA.....  | 75 |
| 27 | MÉDIA DA COMPOSIÇÃO PROXIMAL E DIGESTIBILIDADE "IN VITRO" DA MATÉRIA SECA (DIVMS) DE FOLHAS DE <i>Prosopis</i> , COLHIDAS NOS PERÍODOS DE CHUVA E SECA, EM PETROLINA-PE.....      | 76 |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 28 | VALORES DE PB, DIVIMS E TANINO ENCONTRADOS NAS ESPÉCIES DE Prosopis, NAS AVALIAÇÕES DOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO.....   | 77 |
| 29 | REQUERIMENTOS MINERAIS SUGERIDAS PARA RUMINANTES EM PASTEJO (COM BASE NA MATÉRIA SECA) E CONCENTRAÇÃO ENCONTRADA EM VAGENS DE Prosopis, EM PETROLINA-PE.....                               | 78 |
| 30 | CONCENTRAÇÃO MÉDIA (%) DE MACRONUTRIENTES EM FOLHAS DE Prosopis, EM PETROLINA-PE.....  | 79 |
| 31 | CONCENTRAÇÃO MÉDIA (ppm) DE MICRONUTRIENTES E SÓDIO (Na) EM FOLHAS DE Prosopis, EM PETROLINA-PE.....   | 80 |
| 32 | CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO (Na) EM FOLHAS DE Prosopis NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO, EM PETROLINA-PE.....   | 81 |
| 33 | CONCENTRAÇÃO DE MICRONUTRIENTES EM FOLHAS DE Prosopis NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO, EM PETROLINA-PE.....  | 82 |
| 34 | PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE Prosopis DANIFICADAS POR INSETOS "SERRA-PAUS".....   | 88 |
| 35 | RELAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS INSETOS "SERRADORES" DE RAMOS E GALHOS DE Prosopis, EM PETROLINA-PE.....   | 89 |
| 36 | ESTIMATIVAS DE PERDA DE MATÉRIA SECA E ÁREA FOLIAR DE RAMOS DE Prosopis COM DIÂMETRO INFERIOR A 0,8 cm OBTIDOS POR SIMULAÇÃO, EM FUNÇÃO DO COMPRIMENTO DE GALHOS SERRADOS POR INSETOS..... | 90 |

## LISTA DE FIGURAS

|    |   |    |
|----|---|----|
| 1  | DISTRIBUIÇÃO NATURAL DE ESPÉCIES DO GÊNERO <i>Prosopis</i> NOS CONTINENTES.....   | 4  |
| 2  | ÁREAS DE OCORRÊNCIA NATURAL E CULTIVADA DO GÊNERO <i>Prosopis</i> NO BRASIL.....  | 8  |
| 3  | LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE PETROLINA NA REGIÃO NORDESTE E UNIDADE DE PAISAGEM DEPRESSÃO SERTANEJA.....                  | 11 |
| 4  | CROQUIS DE CAMPO DO ENSAIO DE COMPETIÇÃO DE ESPÉCIES.....   | 15 |
| 5  | MODELOS ARQUITETÔNICOS DE ALGUMAS ESPÉCIES TROPICAIS ....   | 24 |
| 6  | CURVAS DE CRESCIMENTO EM ALTURA DAS ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> EM PETROLINA-PE, UTILIZANDO EQUAÇÃO DE CHAPMAN-RICHARDS..           | 32 |
| 7  | CURVAS DE CRESCIMENTO DO DIÂMETRO NA ALTURA DA BASE DO TRONCO (DAB) DAS ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> , EM PETROLINA-PE.....          | 34 |
| 8  | ESQUEMA DAS FASES DE CRESCIMENTO DE PLANTAS DE <i>Prosopis</i> DESDE A GERMINAÇÃO ATÉ A FASE ADULTA.....                            | 35 |
| 9  | MODELOS ARQUITETÔNICOS DE MANGENOT (A) E DE TROLL (B), FORMADOS POR EIXOS MISTOS.....   | 36 |
| 10 | ASPECTO ARQUITETÔNICO E PORTE DE <i>Prosopis velutina</i> E <i>P. glandulosa</i> EM PETROLINA, AOS OITO ANOS DE IDADE.....          | 37 |
| 11 | ASPECTO ARQUITETÔNICO DA COPA DE ÁRVORES DE <i>Prosopis alba</i> E <i>P. chilensis</i> EM PETROLINA-PE, AOS OITO ANOS DE IDADE..... | 38 |
| 12 | ASPECTO ARQUITETÔNICO E PORTE DE <i>Prosopis juliflora</i> E <i>P. velutina</i> , EM PETROLINA-PE, AOS OITO ANOS DE IDADE.....      | 39 |
| 13 | FORMAS ARQUITETÔNICAS E PORTE DE <i>P. pallida</i> ENCONTRADAS EM PETROLINA-PE, AOS OITO ANOS DE IDADE.....                         | 40 |
| 14 | BALANÇO HÍDRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL, NO PERÍODO DE JUNHO DE 1989 A MAIO DE 1993.....   | 45 |
| 15 | FENOGRAMA PARA AS FASES DE QUEDA DE FOLHAS DAS ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> , EM PETROLINA-PE.....                                   | 47 |

|    |   |    |
|----|---|----|
| 16 | FENOGRAMA PARA AS FASES DE FLORAÇÃO DAS ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> , EM PETROLINA-PE.....                                  | 48 |
| 17 | FENOGRAMA PARA AS FASES DE FRUTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> , EM PETROLINA-PE.....                              | 49 |
| 18 | CURVAS DE PRODUÇÃO MÉDIA DE VAGENS DAS DIFERENTES ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> , EM PETROLINA-PE.....                        | 51 |
| 19 | PRODUÇÃO DE VAGENS POR PROGÊNIE EM <i>P. juliflora</i> , em PETROLINA-PE.....   | 52 |
| 20 | PRODUÇÃO DE VAGENS POR PROGÊNIE EM <i>P. pallida</i> , EM PETROLINA-PE.....   | 53 |
| 21 | FENOGRAMA PARA AS FASES DE EXSUDAÇÃO EM ESPÉCIES DE <i>Prosopis</i> , EM PETROLINA-PE.....                                  | 55 |
| 22 | PRODUÇÃO MÉDIA DE GOMA (g) POR EXSUDAÇÃO NOS TRONCOS, RAMOS E GALHOS DE <i>Prosopis</i> , EM PETROLINA-PE.....              | 56 |
| 23 | PRODUÇÃO MÉDIA DE GOMA (g) POR EXSUDAÇÃO NOS TRONCOS, RAMOS E GALHOS EM PROGÊNIES DE <i>P. alba</i> , EM PETROLINA-PE ..... | 57 |
| 24 | PRODUÇÃO MÉDIA DE GOMA (g) POR EXSUDAÇÃO NOS TRONCOS E RAMOS EM PROGÊNIES DE <i>P. chilensis</i> , EM PETROLINA-PE.....     | 58 |

## RESUMO

Performance e produtividades madeireira e forrageira foram avaliadas em *Prosopis alba*, *P. chilensis* e *P. tamarugo* introduzidas do Chile; *P. glandulosa* e *P. velutina* dos Estados Unidos; *P. pallida* do Peru e *P. juliflora* do Nordeste do Brasil, até a idade de 96 meses. O experimento, conduzido em Petrolina (PE), foi avaliado sob os aspectos de sobrevivência, crescimento, fenologia, produtividades madeireira e forrageira e fitossanidade. Dados das medições aos 3, 13, 24, 39, 63, 75, 87 e 96 meses foram usados em construções de equações de predição de sobrevivência e altura das plantas. Os resultados indicaram a não adaptação de *P. tamarugo* às condições ecológicas da região, sobressaindo em sobrevivência, aos 96 meses de idade, *P. juliflora* (99%) e *P. pallida* (95%). Em altura, destacaram-se *P. juliflora* (6,48 m), *P. pallida* (5,12 m) e *P. alba* (4,71 m), classificadas como arbóreas, sendo arbustivas *P. velutina* (3,30 m) e *P. glandulosa* (2,33 m). As espécies enquadraram-se ao modelo Troll de crescimento. Quanto à forma, *P. pallida* apresentou dois fenótipos, sendo um caracterizado por eixos com ramificações ascendentes e outro com decumbentes. Todas as espécies apresentaram copa simples, variando entre a elíptica horizontal e umbeliforme, à exceção de *P. chilensis*, com forma flabeliforme. A produção de frutos teve início a partir do segundo ano, e destacaram-se aos sete anos *P. velutina* e *P. glandulosa*, com produtividades médias de 1,7 e 1,4 Kg de vagens por árvore, respectivamente. Os valores de PB para folhas e frutos são compatíveis com o requerido pelos ruminantes e semelhantes aos das forrageiras nativas da caatinga. A relação Ca:P nas vagens, embora dentro do ideal, está abaixo do requerido na alimentação de ruminantes. Para folhas, os valores extrapolam, necessitando de acréscimo de P para manter o equilíbrio desejado. Quanto à DIVMS, todas as espécies apresentaram, para frutos, índices superiores a 65%. Para folhas, os índices estiveram entre 60 e 55 %, com exceção de *P. chilensis* (31%). Quanto à biomassa lenhosa, a produção de *P. juliflora* (27,1 t/ha) foi superior às das demais espécies, sendo que o peso dos galhos e ramos (diâmetro maior que 3 cm) corresponde a 62% da biomassa lenhosa. Para esta espécie, foi encontrada densidade básica média da madeira de 0,91 g/cm<sup>3</sup>. Para produção de estacas, o maior número médio por árvore foi encontrado em *P. juliflora* (4 unidades). As espécies arbustivas não produziram estacas. Os principais insetos que causaram danos às espécies de *Prosopis* foram *Melipotis ochrodes* e *Stiphra robusta*, como desfolhadores e os cerambicideos (*Oncideres limpida*, *Oncideres alicei*, *Nesozineus bucki*, *Retrachydes thoracicus thoracicus*), como seccionadores de galhos e ramos. A ação dos fungos *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* sp e *Cladasporium* sp provocou o aparecimento de manchas escuras nas vagens de todas as espécies.

## ABSTRACT

Performance, wood and fodder productivity were evaluated on *Prosopis alba*, *P. chilensis* and *P. tamarugo*, introduced from Chile; *P. glandulosa* and *P. velutina*, from USA; *P. pallida*, from Peru, and *P. juliflora*, from Northeastern Brazil, up to 96 months old. The experiment, carried out in Petrolina (PE), was evaluated for survival, growth, phenology, wood and fodder productivity, and health aspects. Data from mensurations on 3, 13, 24, 39, 63, 75, 87 and 96 months after planting were used for survival and growth prediction equations. The results showed no adaptation of *P. tamarugo* to Brazilian semi-arid conditions and 99% and 95% of survival for *P. juliflora* and *P. pallida*, respectively. For height growth, *P. juliflora* (6.48 m), *P. pallida* (5.12 m) and *P. alba* (4.71 m) were considered as trees, and *P. velutina* (3.30 m) and *P. glandulosa* (2.33 m) as shrubs. The growth form of trunk and branches of the trees was according to Troll's model of architecture. *P. pallida* showed two phenotypic forms, one with upward branches and other with reclining branches. Only *P. chilensis* had flabelliform canopy. The other species had simple, elliptical and umbelliform canopies. The pod production started at the second year and at the seventh year the highest productions were observed in *P. velutina* (1.7 kg/tree) and *P. glandulosa* (1.4 kg/tree). Crude protein in pods and leaves had the minimum levels required for ruminants, similar to "caatinga" fodder species. The relation Ca:P in pods is reasonable but below ruminants requirements. Regarding leaves, it is necessary a higher level of P, in order to obtain the ideal balance. All species had digestibility for pods above 65% and between 55% and 60% for leaves, except *P. chilensis* (31%). The wood production of *P. juliflora* (27.1 ton/ha) was superior to that of the other species and the weight of its stems and branches (diameter above 3 cm) made up 62% of its wood biomass. The basic density of the wood of this species was 0.91 g/cm<sup>3</sup>. For fence pots yield, the highest number was found in *P. juliflora* trees (4 units) and there was no yield in the shrubby species. The main insects damaging *Prosopis* species are *Melipotis ochrodes* and *Stiphra robusta* in defoliations of plants and *Oncideres limpida*, *Oncideres alicei*, *Nesozineus bucki* and *Retrachydes thoracicus thoracicus*, cutting the branches. *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* sp and *Cladasporium* sp were the fungi that caused spots in *Prosopis* pods.

## RESUMEN

Fueron estudiadas desde el punto de vista del comportamiento, productividad maderera y forrafera del *Prosopis alba*, *P. chilensis* y *P. tamarugo*, introducidas de Chile; *P. glandulosa* y *P. velutina* de los Estados Unidos; *P. pallida* de Peru y *P. juliflora* del Nordeste de Brasil, hasta 96 meses de edad. El experimento, ubicado en Petrolina (PE), fué analizado en los aspectos de sobrevivencia, crecimiento, fenología, productividad maderera y forrajera y sanidad de las plantas. Mediciones a los 3, 13, 24, 39, 63, 75, 87 y 96 meses fueron utilizados en la construcción de curvas de sobrevivencia y altura de las plantas. Los datos obtenidos demuestran mortalidad total de *P. tamarugo* y buena sobrevivencia de *P. juliflora* (99%) y *P. pallida* (95%), en la región. Para altura, las mejores características arborea fueron en las especies *P. juliflora* (6.48 m), a *P. pallida* (5.12 m) y *P. alba* (4.71 m), y con aspecto arbustivo *P. velutina* (3.30 m) y *P. glandulosa* (2.33 m). Las especies tuvieron el modelo Troll de crecimiento. Cuanto la forma, *P. pallida* presentó dos fenótipos, uno con árboles con ejes con ramas ascendentes y otro con ramas decumbentes. Todas las especies tuvieron copa simples, con formas variando entre la elíptica horizontal y umbeliforme, con excepción de *P. chilensis* que presentó copa flabeliforme. La fructificación empieza a partir del segundo año y en el séptimo, la mayor cosecha fué en *P. velutina* (1,7 kg/árbol) y *P. glandulosa* (1,4 kg/árbol). La proteína cruda de las hojas y vainas presentaron valores adecuados para los rumiantes y similares las especies forrajeras de caatinga. La relación Ca:P en las vainas es buena, todavia los valores son inferiores a los requerimientos para alimentación de rumiantes. Para las hojas es necesario un aumento de P para mantener el balance ideal. Todas las especies presentaron digestibilidad porcentual del fruto arriba de 65% y entre 55% a 0% para las hojas, con excepción de *P. chilensis* (33%). La producción de biomasa para leña en *P. juliflora* (27.1 ton/ha) fué superior a las otras especies, y el peso de los ejes y ramas (diámetro mayor que 3 cm) corresponde 62% de toda la parte aérea leñosa del árbol. La densidad básica de la madera fué 0.91 g/cm<sup>3</sup>, para esta especie. Cuanto la producción de estacas para cercas, el mayor número fué encontrado en árboles de *P. juliflora* (4 unidades). Las especies arbustivas no produjeron estacas. *Melipotis ochrodes* y *Stiphra robusta* fueron los principales insectos que dañan el follaje de las especies de *Prosopis*, y *Oncideres limpida*, *Oncideres alicei*, *Nesozineus bucki* y *Ratrachydès thoracicus thoracicus* dañan las ramas. Los hongos *Macrophomina phaseolina*, *Fusarium* sp y *Cladasporium* sp fueron los responsables por las manchas oscuras encontradas en las vainas de todas las especies.

## 1 INTRODUÇÃO

Na região semi-árida brasileira, o desmatamento tem aumentado consideravelmente nestes últimos anos. O homem vem derrubando e transformando árvores e arbustos em lenha e carvão, a fim de suprirem as indústrias locais, como fonte de energia. As pastagens, face ao manejo inadequado, tornam-se áreas em processo de degradação acelerado pela erosão e outros fatores ocasionados pela hostilidade do clima e a retirada total da vegetação arbórea nativa. Esta região representa 13% da área do país.

Embora tenha sido estimado que 73% do Nordeste seja área inadequada ou tenha limitações para a agricultura dependente de chuva (HARGREAVES, 1974), esta, ainda, é uma das principais atividades econômicas da região semi-árida. Nessa região, a agricultura está diversificada para a comercialização e subsistência.

Para comercialização, em área de sequeiro, sobressaem o sisal, o algodão arbóreo e a mamona. Para as áreas irrigadas, são cultivados o tomate industrial, a cebola, o melão, a melancia, a bananeira e a uva, entre outros produtos. Como cultura de subsistência, tem-se plantado principalmente o milho, o feijão e a mandioca com produtividade oscilando com o ano, em função da quantidade e intensidade de chuvas (ANDRADE, 1964).

A pecuária é extensiva, sem quaisquer práticas zootécnicas ou sanitárias, a não ser aquelas rudimentares. São poucos os proprietários que suplementam seus animais nos períodos de seca (GUIMARÃES FILHO, 1983).

Para as áreas de sequeiro, paisagem típica do semi-árido brasileiro, onde os riscos de perda da cultura agrícola são altos, independente dos sistemas de irrigação suplementar adotados, é necessário identificar espécies arbóreas e arbustivas de uso múltiplo ("multipurpose trees and shrubs" - MPTS) resistentes à seca. Segundo DUQUE (1964), as condições de limitada capacidade hídrica dos solos, intermitência da pluviosidade, altas temperaturas e intensidade luminosa da região tornam o semi-árido brasileiro mais adequado ao cultivo de árvores e vegetais perenes, do que plantas anuais ou herbáceas. O número de espécies economicamente viáveis para produção de lenha e/ou forragem, nestas condições, é limitado.

Dentre as espécies de uso múltiplo, a algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw) DC) é uma das mais plantadas em regiões semi-áridas. Os plantios realizados em sistemas puros ou consorciados têm como finalidade a produção de lenha, estacas, carvão, e principalmente, forragem. A estimativa de plantio realizado no Brasil, em todos os Estados do Nordeste, a partir de 1979, é superior a 90 mil ha, apenas com incentivos do governo (REIS, 1985).

Todavia, ainda são escassos os conhecimentos sobre a produção e o comportamento das espécies deste gênero nas diferentes zonas agroecológicas do Nordeste.

Este trabalho tem como objetivo geral analisar o comportamento silvicultural das diferentes espécies de *Prosopis* introduzidas em Petrolina, Pernambuco, e determinar as produtividades madeireira e forrageira das mesmas em área de sequeiro. Mais especificamente, pretende-se fazer uma análise crítica de seu potencial de implantação, produtividade, resistência a pragas e doenças, fenologia e arquitetura, na seleção e utilização destas espécies em programas de florestamento e sistemas agrossilviculturais na região.

## 2 *PROSOPIS* - ÁRVORES E ARBUSTOS DE USO MÚLTIPLO

Em geral, toda espécie arbórea pode ser utilizada para mais de um propósito. Todavia, em agrossilvicultura, este termo tem uma conotação especial. Enquanto que em um reflorestamento tradicional, normalmente a escolha da espécie se faz visando à produção de madeira para cavacos, laminados ou serraria, na agrossilvicultura, as árvores são plantadas para usos múltiplos. Por exemplo, além desses produtos, visa-se a obtenção de benefícios adicionais. Esses usos adicionais incluem a lenha, carvão, melhoramento e estabilização do solo, aumento da fertilidade do solo pela fixação de nitrogênio, pastagem e produção de forragem para os animais e alimento para o homem, refúgio para animais, produtos medicinais, resinas, mel e outros. A ordem de prioridades é determinada em função das necessidades locais.

Na definição de BURLEY & CARLOWITZ (1984), árvores e arbustos de usos múltiplos são "aqueles cultivados propositalmente ou mantidos e manejados preferencialmente para mais de uma finalidade específica, em geral, produtos e/ou serviços motivados econômica e/ou ecologicamente em qualquer sistema de uso múltiplo da terra, especialmente sistemas agroflorestais".

Face à importância do conhecimento de espécies arbóreas de usos múltiplos, diversos setores da área florestal têm intensificado estudos das características ideais das árvores para utilização em sistemas agrossilviculturais. Entre essas características, HUXLEY (1983) considera a adaptação a solos e climas, hábito e taxa de crescimento, principalmente nos primeiros estádios, palatabilidade como forragem, características das raízes, produtividade, capacidade de rebrota e de resistir a podas e ao pastejo e resistência a pragas e doenças. Todavia, a escolha de uma espécie, em função das entradas de benefícios, pode variar de uma região para outra. Para regiões semi-áridas, diversas espécies de *Prosopis* têm sido indicadas.

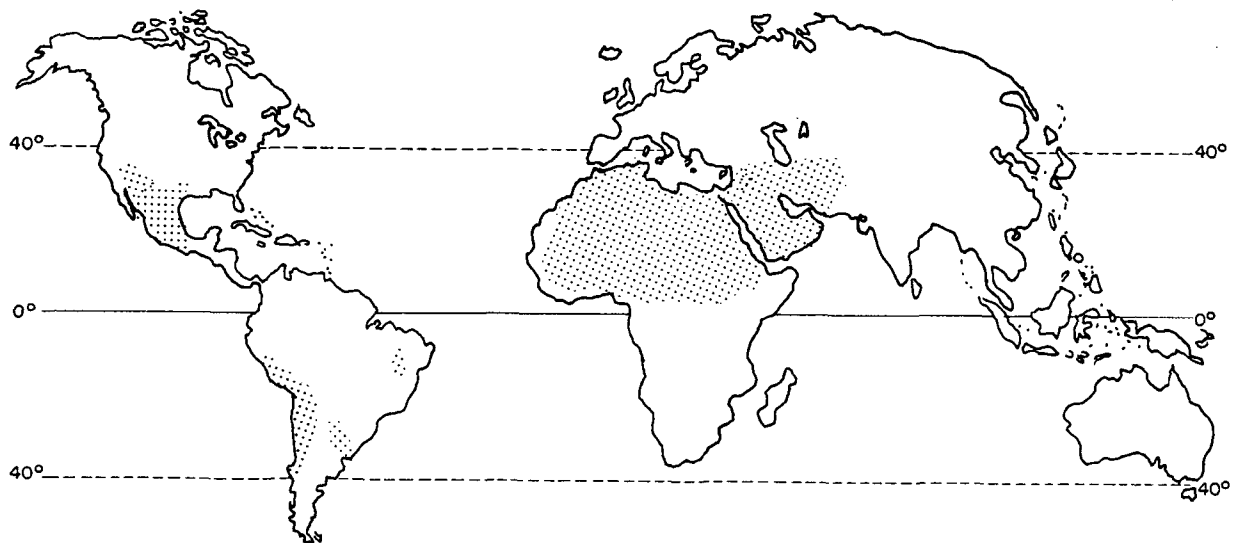
### 2.1 TAXONOMIA E ESPECIAÇÃO DO GÊNERO *PROSOPIS*

O gênero *Prosopis*, família Leguminosae, subfamília Mimosoideae, foi descrito por Linné em 1767 com uma única espécie, *Prosopis cineraria* (L.) Druce (sin. *P. spicigera* L.), constituindo a espécie tipo do gênero. Atualmente, esse gênero reúne 45 espécies em cinco seções (*Prosopis*, *Anonychium*, *Strombocarpa*, *Monilicarpa* e *Algarobia*) distribuídas naturalmente nas regiões áridas e semi-áridas do Sudeste da Ásia (três espécies), África (uma

espécie) e nas Américas (41 espécies), desde o sudoeste dos Estados Unidos até a Patagonia (BURKART, 1940, 1976a; SCHININI, 1981).

Na FIGURA 1 está demonstrada a distribuição natural do gênero *Prosopis* nos continentes, e na TABELA 1 encontra-se a relação das áreas geográficas de ocorrência de cada espécie. Das que vegetam na América do Sul, cerca de 94% são nativas da Argentina (KARLIN & AYERZA, 1982) sendo 13 espécies endêmicas (BURKART, 1976a).

FIGURA 1 DISTRIBUIÇÃO NATURAL DE ESPÉCIES DO GÊNERO *PROSOPIS* NOS CONTINENTES



(FONTE: SILVA, 1988)

O desenvolvimento evolucionário de especiação do gênero, originou-se no continente africano (África Tropical), onde persiste a *P. africana*, última espécie especializada. Sua migração para o continente americano ocorreu quando estes eram ligados, envolvendo diferentes espécies adaptadas à dispersão a curta distância, mas de difusão efetiva endozóica, através de pássaros e mamíferos (BURKART, 1967a).

A análise do padrão de distribuição das espécies sugere a possibilidade de que uma antiga flora desértica comum às Américas tenha se dividido, resultando em dois centros distintos: o Texano-Mexicano e o Argentino-Paraguaio-Chileno. Em ambos existem espécies endêmicas deste gênero, indicando a sua antiguidade e sugerindo que a dispersão a longa

distância teve papel secundário ou, talvez, nenhum. Assim, o processo de especiação, depois de milhões de anos, lentamente originou as espécies e variedades agora conhecidas (BURKART, 1976a).

TABELA 1 - ÁREAS GEOGRÁFICAS DE DISTRIBUIÇÃO NATURAL DE *Prosopis*

| REGIÃO  | ESPÉCIES  |
|---|---|
| Sudoeste da Ásia e Norte da África                                | <i>P. cineraria</i> ; <i>P. farcta</i> ; <i>P. koelziana</i> .  |
| África Tropical   | <i>P. africana</i> .  |
| Texana-Mexicana   | <i>P. pubescens</i> ; <i>P. palmeri</i> ; <i>P. articulata</i> ;<br><i>P. tamaulipana</i> ; <i>P. juliflora</i> ; <i>P. laevigata</i> ;<br><i>P. glandulosa</i> ; <i>P. velutina</i> .  |
| Tropical Andina   | <i>P. burkartii</i> ; <i>P. ferox</i> ; <i>P. tamarugo</i> ;<br><i>P. pallida</i> ; <i>P. chilensis</i> ; <i>P. juliflora</i> .   |
| Centro Argentino-Paraguaio<br>e Áreas vizinhas do Grande<br>Chaco | <i>P. strombulifera</i> ; <i>P. reptans</i> ; <i>P. abbreviata</i> ;<br><i>P. torquata</i> ; <i>P. sericantha</i> ; <i>P. kuntzei</i> ;<br><i>P. ruscifolia</i> ; <i>P. fiebrigii</i> ; <i>P. vinalillo</i> ; <i>P. hassleri</i> ;<br><i>P. humilis</i> ; <i>P. rojasiana</i> ; <i>P. campestris</i> ;<br><i>P. rubriflora</i> ; <i>P. affinis</i> ; <i>P. elata</i> ; <i>P. nuda</i> ;<br><i>P. chilensis</i> ; <i>P. flexuosa</i> ; <i>P. alpataco</i> ; <i>P. nigra</i> ;<br><i>P. alba</i> ; <i>P. pugionata</i> ; <i>P. caldenia</i> . |
| Patagonia e Cuyo  | <i>P. argentina</i> ; <i>P. denudans</i> ; <i>P. castellanosii</i> ;<br><i>P. ruizleali</i> ; <i>P. calingastana</i> .  |

FONTE: BURKART (1976a), SCHININI(1981)

Na América do Sul, com o centro de irradiação na Região do Chaco, as espécies de *Prosopis* avançaram para o sul e oeste, até a Patagonia e o deserto de Atacama. Nesse processo evolutivo, cada vez mais avançaram para territórios xéricos, adaptando-se a solos salinos, havendo uma redução no tamanho dos indivíduos, passando de árvores para arbustos (ROIG, 1991).

Uma outra característica de evolução da espécie foi a aparição de espinhos de diversos tipos. A diferença básica entre indivíduos pertencentes às secção *Strombocarpa* e *Algarobia* é a natureza morfológica dos espinhos (BURKART, 1937).

Vegetando desde o nível do mar até altitudes de 1500 m, em regiões com precipitação anual de 150 a 750 mm ( GOOR & BARNEY, 1976; HUECK, 1972), solos rochosos e arenosos (MAYDELL, 1978), *Prosopis* são árvores ou arbustos predominantemente xerófitos, aculeados, espinhosos ou raramente armados. As folhas são bipinadas, comumente com poucos pares de pinas opostas; folíolos pequenos, numerosos, geralmente opostos, lineares, oblongos, fusiformes, raramente grandes, da mesma cor em ambos os lados. Os frutos são indeiscentes, lomento drupáceos, lineares, retos, falcados, anulares para espiralados; mesocarpo carnudo, acurado ou fibroso; endocarpo dividido em compartimentos para uma semente, segmentos coriáceos para lenhosos, fechados ou às vezes de fácil abertura, longitudinais ou raramente seriados e transversos, com sementes ovóides, achatadas com linha fissural nas faces, duras, amarronzadas, com endosperma mucilaginoso circundando o embrião; cotilédones achatados, arredondados, epígenos na germinação. As flores são pequenas, actinomorfas, hermafroditas, de coloração branca-esverdeada, amarelada com a idade, polinizada por insetos (BURKART, 1976a).

A maioria das espécies é diploide ( $2n=28$ ), cromossomos pequenos e uniformes, sem marcas especiais de caracterização. Na sistemática do gênero, três espécies enquadram-se na Secção *Prosopis* (sin. *Adenopsis* DC), apenas uma na Secção *Anonychium* Benth., sete na Secção *Strombocarpa* Benth. Série *Strombocarpaceae* e duas espécies na Série *Cavenicarpaceae*; uma na Secção *Monilicarpa* e três espécies na Secção *Algarobia* DC (sin. *Neltuma*) Série *Sericanthae* (inclusão de *P. nuda* recém descrita por SCHININI, 1981), quatro espécies na Série *Denudantes*, duas na Série *Humiles*, sete na Série *Pallidae* e onze na Série *Chilensis* (BURKART, 1976a).

## 2.2 PRINCIPAIS ESPÉCIES

Seis espécies do gênero merecem atenção particular face aos benefícios oferecidos : *P. affinis* Sprengel, *P. alba* Grisebach, *P. chilensis* (Molina) Stuntz emend. Burkart, *P. nigra* (Grisebach) Hieronymus, *P. pallida* (Humboldt and Bonpland ex Willdenov) H.B.K e *P. tamarugo* F. Philippi (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1979 e HABIT et al., 1981).

Em Huaraz, Peru, em 1987, durante o encontro sobre Planificação da Investigação Florestal na América Latina, oito países da América do Sul, incluindo o Brasil, elegeram, além destas, as espécies arbóreas *P. caldenia* Burkart, *P. flexuosa* DC, *P. hassleri* Harms, *P. juliflora* (SW) DC e *P. glandulosa* Torrey como prioritárias na solução dos problemas de devastação de suas regiões áridas e semi-áridas (FAO, 1987).

Devido à facilidade de propagação e de superar condições adversas, as espécies *P. glandulosa* e *P. juliflora* podem se disseminar rapidamente onde forem plantadas, tornando-se problema, pois a sua erradicação é onerosa (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1979)

*P. juliflora* é cultivada no Brasil, no Sudão, em partes do Sahel, na África do Sul e Índia, onde é importante na produção de madeira e forragem. No entanto, na região do Caribe, ela apresenta características de planta invasora. A agressividade da espécie depende das condições edafoclimáticas em que vegeta e do manejo aplicado.

Quanto à nomenclatura de muitas espécies, existe, ainda, confusão. Em algumas literaturas *P. glandulosa* é denominada como *P. juliflora* (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1979). A espécie denominada *P. juliflora*, que ocorre no Peru, não corresponde aos aspectos morfológicos da espécie com a mesma denominação que é encontrada na Jamaica e se estende pela América Central, México, Venezuela e Colômbia (FERREYRA, 1987). BURKART (1976b) descreve as variedades de *P. juliflora* (*P. juliflora* var. *inermis* (H.B.K.) Burkart e *P. juliflora* var. *horrida* (Kunth) Burkart) bem como locais de ocorrência.

### 2.3 DISTRIBUIÇÃO E CULTIVO DE *PROSOPIS* NO BRASIL

No Brasil, a dispersão natural do gênero se concentra no sudoeste do Rio Grande do Sul com as espécies *P. affinis* e *P. nigra*; no extremo sul do Mato Grosso do Sul onde ocorre a *P. rubriflora* E. Hassler e em uma pequena área entre os Estados de Pernambuco e Piauí com a presença da *P. ruscifolia* Grisebach (SILVA, 1988).

BURKART (1976a) deixa dúvidas quanto ao endemismo da *P. ruscifolia* no Nordeste do Brasil. Entretanto, BIGARELLA et al. (1975) o confirmam, citando-a como exemplo de paleo-conexão que uniu a flora dessa região e a do Chaco, atingindo parte da Argentina, Paraguai e Bolívia. ALLEM & VALLS (1987) relatam ainda a ocorrência de *P. algarobila* (sin. *P. affinis*), *P. rubriflora*, *P. ruscifolia* e *P. fiebrigii* Harms como forrageiras nativas do Pantanal Matogrossense.

No Nordeste, ainda, são encontradas populações cultivadas e subespontâneas de *P. juliflora* (FIGURA 2). A introdução de *P. juliflora* no Brasil ocorreu a partir de 1942, em Serra Talhada, Pernambuco, com sementes procedentes de Piura, Peru (AZEVEDO, 1961; GOMES, 1961). Duas introduções adicionais foram feitas em Angicos, Rio Grande do Norte. Em 1947, foram introduzidas sementes do Peru e, em 1948, sementes oriundas do Sudão (AZEVEDO, 1955). A partir daí, sua expansão para os demais Estados da federação ocorreu através da regeneração natural e plantios.

FIGURA 2 ÁREAS DE OCORRÊNCIA NATURAL E CULTIVADA DO GÊNERO *PROSOPIS* NO BRASIL



Pelo fato de que poucas árvores constituíram a base para a formação destes povoamentos, é possível que se esteja utilizando material genético com elevado grau de endogamia no estabelecimento de novos plantios sucessivos no Nordeste (PIRES & KAGEYAMA, 1985). Na Paraíba, PIRES et al. (1988) constataram uma baixa variabilidade genética no crescimento em altura nas progênies de uma população de polinização livre, nos ensaios instalados em Soledade. Assim, PIRES (1988) recomenda estudos mais detalhados de identificação de híbridos e da estrutura genética das populações de algarobeiras existentes no Nordeste.

Outro fator a ser considerado em programas de melhoramento com algarobeira na região é a forma que foi obtido o material genético introduzido em 1942. De acordo com GOMES (1961), as sementes de *Prosopis* foram obtidas em cavalariças, após utilização das vagens na alimentação dos animais.

Segundo AZEVEDO (1982), as mudas da primeira introdução dessa espécie foram eliminadas, por serem mais uma com espinho para a região. No entanto, ainda são encontrados, em Serra Talhada (PE), exemplares destas primeiras árvores. Nesta mesma região, em levantamento botânico de *P. juliflora*, LIMA & SILVA (1991) encontraram indivíduos com características de *P. affinis*. Isto sugere que o lote de sementes de algarobeiras introduzidas em 1942 continha sementes tanto de *P. juliflora* quanto de *P. affinis* ou, ainda, de indivíduos híbridos dessas espécies.

Face sua resistência à seca e produtividade, a algarobeira tem se constituído em uma das alternativas para o florestamento no semi-árido brasileiro. Até 1984 as maiores áreas de plantio concentravam-se nos estados da Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do norte (REIS, 1985).

Empresas de reflorestamento e agricultores têm realizado plantios com *Prosopis* com o objetivo principal de produção de vagens para a alimentação bovina e fabricação de farinha. LIMA (1988) descreve a estrutura de alguns sistemas agrícolas utilizados no Nordeste, onde a espécie é consorciada ou não a culturas agrícolas e/ou pecuária. Como pastos arbóreos, as algarobeiras são plantadas em espaçamentos a partir de 10 x 10 m, sendo que em hortos caseiros não existe um padrão de espaçamento, sendo as mudas plantadas ao redor da casa-sede ou, ainda, em fileiras, paralelas às cercas, caminhos ou estradas da propriedade.

No sistema de plantio consorciado com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.), a cactácea é beneficiada pelo sombreamento da leguminosa, havendo aumento no conteúdo de seu peso da matéria verde por hectare. Para a produção de estacas e sombreamento da palma, ALVES (1972) recomenda espaçamento de 10 x 5 m para a leguminosa.

A algarobeira também vem sendo plantada associada ao capim-búfel (*Cenchrus ciliaris* L.). Essa associação, às vezes, é realizada em plantios simultâneos das duas espécies, ou o capim sendo introduzida posterior ao estabelecimento da leguminosa. Neste sistema a algarobeira tem sido plantada em espaçamento superior a 10 x 10 m.

### 3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

O trabalho foi desenvolvido em Petrolina, Sertão de Pernambuco, a 09° 09' latitude sul, 40° 22' longitude oeste, e 365,5 m de altitude, unidade de paisagem denominada Depressão Sertaneja (FIGURA 3).

A Depressão Sertaneja abrange 22% do Nordeste e é caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos com vertentes dissecadas. Elevações residuais, crista e/ou outeiros ponteam a linha do horizonte. Trata-se da paisagem típica do semi-árido nordestino (SILVA et al., 1992). A unidade geoambiental em que o experimento foi instalado corresponde a 5,8% da área da unidade de paisagem.

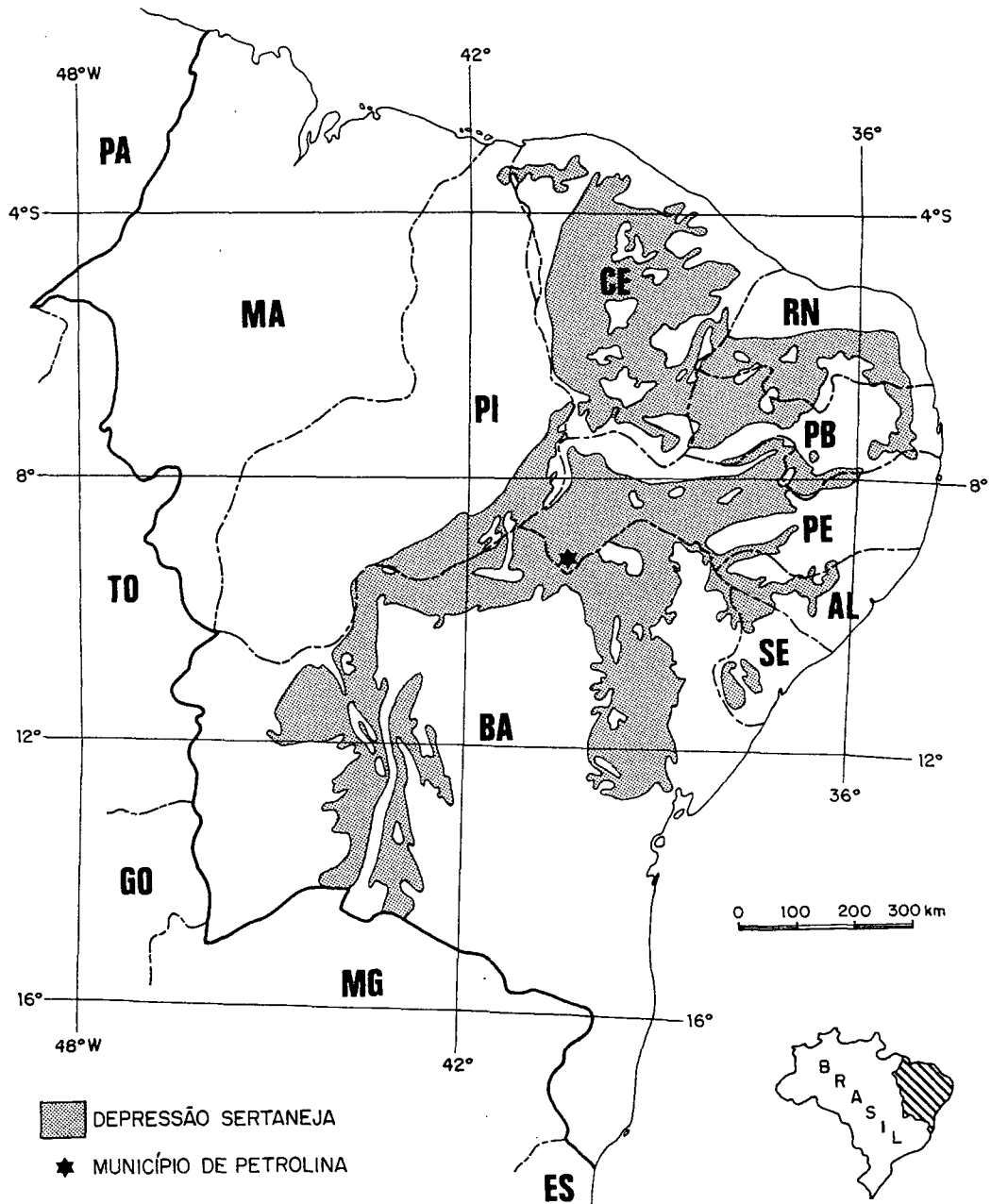
O recurso agrossocioeconômico predominante na Depressão Sertaneja é o agrário, baseado na pecuária/agricultura tradicional integrada, havendo variações relacionadas com o tempo de ocupação, fertilidade natural dos solos, precipitação e outros. Nas zonas mais favoráveis, desenvolve-se uma agricultura diversificada ao lado da bovinocultura, enquanto que, nas mais desfavoráveis, a caprinocultura e ovinocultura (SILVA et al., 1992).

##### 3.1.1 Clima

De acordo com o sistema de classificação climática de Köppen, o clima na região é o Bshw, semi-árido quente, regime de chuvas no verão, com distintas estações seca e úmida. A precipitação anual varia de 350 a 500 mm e é irregularmente distribuída de dezembro a abril. Existe pouca variação quanto à temperatura, cuja média das máximas está em torno de 28° C e das mínimas em torno de 20° C. A insolação é alta, com média anual de 2.800 horas, e a evapotranspiração média é de 2.000 mm/ano (EMBRAPA, 1979).

De acordo com o zoneamento bioclimático realizado por GOLFARI & CASER (1977), Petrolina enquadra-se na Região 5, com clima tropical árido, umidade relativa de 45 a 65%, e déficit hídrico anual de 800 a 1.300 mm.

FIGURA 3 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DO MUNICÍPIO DE PETROLINA NA REGIÃO NORDESTE E UNIDADE DE PAISAGEM DEPRESSÃO SERTANEJA



### 3.1.2 Solos

Na região do médio e baixo São Francisco, onde está situado o município de Petrolina, o relevo é pouco dissecado, com pequenas elevações residuais disseminados na paisagem. Os solos são de alta fertilidade natural, mas em geral cascalhentos e muito suscetíveis à erosão. Em Petrolina, predominam solos mais profundos, de fertilidade natural baixa (SILVA et al., 1992). Segundo REIS & SANTOS (1974), os solos que caracterizam a região de Petrolina são Areias Quartzozas e Podzol Hidromórfico, de fertilidade muito baixa e baixa retenção de umidade.

Na área experimental o solo é do tipo Podzólico Vermelho Amarelo Distrófico (Epieutrófico), sendo que aproximadamente 80% da área são profundos, abruptos, plínticos, textura arenosa/média a média/argilosa, e o restante, fase pedregosa. O relevo é plano.

### 3.1.3 Vegetação

A vegetação da região apresenta uma flora rica em cactáceas e bromeliáceas no estrato rasteiro, sendo denominada regionalmente como Caatinga Hiperxerófila. De acordo com VELOSO et al. (1991), a vegetação é do tipo "savanícola", com predominância de plantas espinhosas decíduas, classificada como Savana Estépica Arborizada. No estrato arbóreo, dominam ecotipos endêmicos como *Spondias tuberosa* Arr. Cam (Umbuzeiro, Anacardiaceae), *Commiphora leptophloeos* (Mart.) J.B.Gillet (= *Bursera leptophloeos*, Umburana de Cambão, Burseraceae), *Cnidocolus phyllacanthus* Pax. S.K. Hoffm (Favela, Euphorbiaceae), *Aspidosperma pyrifolium* Mart. (Pereiro, Apocynaceae), *Mimosa* sp (Jurema, Leguminosae) e outras. Como ochlospécies (espécies de ampla distribuição), são comuns *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan (Angico, Leguminosae) e *Myracrodum urundeuva* (Engler) Fr. All. (= *Astronium urundeuva*, Aroeira, Anacardiaceae)

## 3.2 O ENSAIO

### 3.2.1 Espécies utilizadas

Foram estudadas as espécies *Prosopis juliflora* (Sw) DC com sementes procedentes do Nordeste do Brasil; *P. pallida* (Humboldt and Bonpland ex Willdenov.) H.B.K. do Peru; *P. velutina* Wooton e *P. glandulosa* Torrey dos Estados Unidos; *P. alba* Grisebach, *P. chilensis* (Molina) Stuntz emend. Burkart e *P. tamarugo* F. Philippi, do Chile (TABELA 2).

TABELA 2 - LOCAIS DE ORIGEM DAS SEMENTES

| Pais/Local  | Latitude    | Longitude   | Altitude<br>(m) | Espécies  |
|---|-------------|-------------|-----------------|---|
| Brasil  |             |             |                 |   |
| Caicó - RN  | 6° 27' S    | 37° 06' W   | 135             | <i>P. juliflora</i>   |
| Petrolina - PE                                      | 9° 09' S    | 40° 22' W   | 365,5           | <i>P. juliflora</i>   |
| Chile   |             |             |                 |   |
| Fundo Refresco                                      | 25° 19' S   | 69° 52' W   | > 1000          | <i>P. alba</i> ,<br><i>P. tamarugo</i>                          |
| Pampa do Tamarugal<br>(Pica, La Guaica e<br>Tirana) | 19° a 21° S | 70° a 69° W | 300 a<br>1300   | <i>P. alba</i> ,<br><i>P. chilensis</i> ,<br><i>P. tamarugo</i> |
| Santiago  | 33° 27'S    | 70° 40' W   | 520             | <i>P. chilensis</i>   |
| EUA   |             |             |                 |   |
| Kingsville - Texas                                  | 27° 31'N    | 97° 52' W   | < 50            | <i>P. glandulosa</i> ,<br><i>P. velutina</i>                    |
| Peru  |             |             |                 |   |
| Piura   | 5° 12'W     | 80° 38'W    | 22              | <i>P. pallida</i>   |

As sementes de *P. juliflora* foram coletadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA em Caicó (RN) e Petrolina (PE), regiões caracterizadas pelo tipo climático árido a semi-árido tropical, com temperatura média anual entre 23° a 27,5° C, sendo de menos de 4° C a variação entre a média do mês menos quente e o mais quente, com precipitação média anual variando entre 250 a 550 mm (GOLFARI & CASER, 1977).

As sementes de *P. pallida* foram coletadas e enviadas por Dr. Salomé Valdivia, do Ministério da Agricultura do Peru. A região de Piura, norte do Peru, corresponde às condições climáticas de deserto tropical, com clima quente e seco no verão. A temperatura média anual oscila em torno dos 25° C, com precipitação média inferior a 100 mm e umidade relativa de 67,5% (VILELA PINGO, 1988)

As sementes de *P. velutina* e *P. glandulosa* são de origem do semi-árido norte americano texano do Golfo, cuja região chega a atingir altas umidades relativas (> 80%), altas temperaturas no verão (> 40° C) e baixa precipitação (<150 mm). As sementes foram enviadas

por Dr. Peter Felker, do Caesar Kleber Wildlife Research Institute, Texas A & I University, Texas, EUA.

As sementes de *P. alba*, *P. chilensis* e *P. tamarugo* foram coletadas pela EMBRAPA com a colaboração do Instituto Forestal de Chile (INFOR) e Corporación Nacional de Chile (INFOR).

No Pampa do Tamarugal, as localidades de coleta foram Pica, La Guaica e Tirana. Nesta região o clima é classificado como desértico, caracterizado pela falta quase que absoluta de chuvas e grande amplitude de temperatura. No inverno, a temperatura diurna oscila em torno dos 30° C. Porém, à noite, ela se reduz para aproximadamente 0° C, podendo chegar até a -12° C. No verão, a temperatura máxima chega a 40° C e a mínima a 8° C (SUDZUKI, 1982).

### 3.2.3 O plano experimental

O ensaio de competição de espécies foi instalado em blocos ao acaso com diferentes números de repetições, sendo quatro de *P. alba*, *P. chilensis*, *P. juliflora*, *P. pallida* e *P. tamarugo*, e três de *P. glandulosa* e *P. velutina*. Cada parcela com 25 plantas, foi disposta em cinco linhas de cinco indivíduos. Cada linha (subparcela) correspondia a uma progênie (FIGURA 4). O número total de progênies foi de 29, conforme apresentado na TABELA 3. Para análise de comportamento das espécies, não levou-se em consideração as subdivisões por progênie.

De cada espécie foram coletados dados referentes às características de crescimento (altura, diâmetro, forma da árvore), fenologia, estado sanitário e materiais (folhas e frutos) para análise quanto aos teores de nutrientes da forragem.

As análises das variâncias para altura, DAP, diâmetro de copa, diâmetro de colo e sobrevivência, obedeceram ao modelo

$$Y_{ij} = \bar{I} + T_i + B_j + E_{ij}$$

onde:

$Y_{ij}$  = variável de resposta correspondente ao tratamento "i" na repetição "j"

$\bar{I}$  = média geral

$T_i$  = efeito da espécie "i"

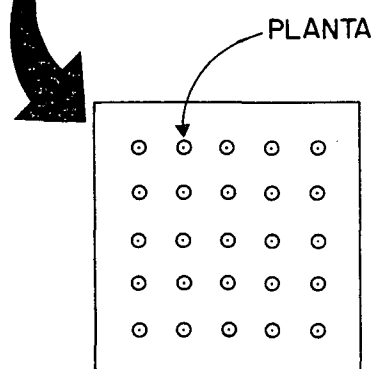
$B_j$  = efeito dos blocos "j"

$E_{ij}$  = componente aleatório (erro)

FIGURA 4 - CROQUIS DE CAMPO DO ENSAIO DE COMPETIÇÃO DE ESPÉCIE

|     |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| IV  | <b>J</b><br>22143 | <b>P</b><br>23132 | <b>T</b><br>87654 | <b>A</b><br>76543 | <b>C</b><br>54321 |                   |                   |
| III | <b>V</b><br>11111 | <b>T</b><br>45283 | <b>A</b><br>61573 | <b>C</b><br>34251 | <b>G</b><br>11111 | <b>J</b><br>33214 | <b>P</b><br>13213 |
| II  | <b>A</b><br>76142 | <b>G</b><br>11111 | <b>J</b><br>12134 | <b>P</b><br>31232 | <b>T</b><br>35671 | <b>C</b><br>31524 | <b>V</b><br>11111 |
| I   | <b>P</b><br>12312 | <b>V</b><br>11111 | <b>G</b><br>11111 | <b>C</b><br>12345 | <b>A</b><br>12345 | <b>J</b><br>12344 | <b>T</b><br>12467 |

I, II, III, IV = Repetições



ESPÉCIES

- A** - P. alba
- C** - P. chilensis
- G** - P. glandulosa
- J** - P. juliflora
- P** - P. pallida
- T** - P. tamarugo
- V** - P. Velutina

NOME DA ESPÉCIE

NÚMERO DA PROGÊNIE

TABELA 3 - ESPÉCIES, PROGÊNIES, PROCEDÊNCIAS E NÚMERO DE REPETIÇÕES DE *Prosopis*, UTILIZADAS NA EXPERIMENTAÇÃO

| ESPÉCIES             | PROGÊNIES      | PROCEDÊNCIAS            | REPETIÇÕES |
|----------------------|----------------|-------------------------|------------|
| <i>P. alba</i>       | A1             | La Guaica - Chile       | 3          |
|                      | A2             | Fundo Refresco - Chile  | 2          |
|                      | A4, A5, A6     | Fundo Refresco - Chile  | 3          |
|                      | A3, A7         | La Tirana - Chile       | 3          |
| <i>P. chilensis</i>  | C1, C2, C3, C4 | Santiago - Chile        | 4          |
|                      | C5             | Estrada de Pica - Chile | 4          |
| <i>P. glandulosa</i> | G1             | Kingsville, Texas - EUA | 15         |
| <i>P. juliflora</i>  | J1, J2, J3     | Petrolina - Brasil      | 5          |
|                      | J4             | Caicó - Brasil          | 5          |
| <i>P. pallida</i>    | P1             | Piura - Peru            | 6          |
|                      | P2, P3         | Piura - Peru            | 7          |
| <i>P. velutina</i>   | V1             | Kingsville, Texas - EUA | 15         |
| <i>P. tamarugo</i>   | T1, T8         | La Tirana - Chile       | 2          |
|                      | T2, T3         | Estrada de Pica - Chile | 2          |
|                      | T4, T6, T7     | Estrada de Pica - Chile | 3          |
|                      | T5             | Fundo Refresco - Chile  | 3          |

### 3.2.3 Produção, plantio e manutenção das plantas

As mudas foram produzidas em Petrolina-PE, no final de 1983. Utilizaram-se sacos de polietileno escuro, com 8 cm de diâmetro e 20 cm de altura, tendo como substrato terra de subsolo sem adubação. Todas as sementes foram inoculadas com *Rhizobium* específico para *Prosopis juliflora*. Embora sem uma avaliação das mudas quanto à eficiência da inoculação do *Rhizobium*, todas as espécies nodularam na fase de viveiro.

No preparo do terreno, foram utilizadas correntes, puxadas por tratores de esteira, para retirada da vegetação. Todo o material foi retirado do local antes da aração e gradagem do solo. As covas foram adubadas com 120 gramas de NPK na formulação 5:14:3. O plantio foi realizado em fevereiro de 1984, no espaçamento de 6 x 6 m.

A área de plantio foi capinada pelo menos uma vez ao ano. Inicialmente, foram realizadas capinas totais e a partir do segundo ano, somente o coroamento em aproximadamente um raio de 1,5 a 2,0 m, em torno das plantas. Não houve condução ou podas dos ramos laterais, sendo deixadas as plantas em crescimento livre.

#### 3.2.4 Comportamento das espécies

As observações quanto a sobrevivência, crescimento, forma, fenologia, produção madeireira e forrageira das espécies, bem como o comportamento das mesmas quanto ao ataque de pragas e doenças, foram descritas separadamente. Em cada tópico são apresentados a metodologia adotada para cada coleta de dados, análise e discussão dos resultados. Posteriormente, reunindo todos estes dados, conclui-se o comportamento das espécies, na região.

## 4 ASPECTOS DA SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO

A sobrevivência ou mortalidade é um dos componentes básicos no estudo da predição do crescimento e produção. Numa primeira instância, indica a adaptação da espécie às condições do sítio. A mortalidade pode ser causada por fatores relacionados às exigências ecológicas da espécie, genótipo, senescência, competição natural entre indivíduos, ou por fatores adversos ao povoamento, como pragas, doenças, inundações, incêndios e danos mecânicos às plantas.

No estudo do crescimento, três pontos são fundamentais: alongamento, engrossamento do tronco e forma da árvore. Cada um é resultado de inúmeros processos fisiológicos influenciados pelo meio ambiente (PHARIS, 1976)

O crescimento e produção de uma planta podem ser expressos através de modelos matemáticos empíricos e teóricos, sendo os primeiros utilizados com maior frequência. As curvas de crescimento assumem, de modo geral, a forma de um sigmóide, assintótica, com um ponto de inflexão sobre a curva em uma idade que varia com a espécie e o sítio. Na interpretação destas curvas, é possível prever a época de máxima produção das plantas, auxiliando nas decisões de manejo e permitindo uma exploração racional, sem interferir no potencial de crescimento futuro da espécie.

### 4.1 REVISÃO DE LITERATURA

#### 4.1.1 Sobrevivência

O índice de mortalidade consiste na proporção de plantas vivas encontradas em determinado tempo, em relação ao número de indivíduos estabelecidos quando da formação do povoamento. Segundo LEE (1971), quando a mortalidade é inerente à própria planta, ela é denominada regular; quando não, irregular. A sua predição é possível no primeiro caso, enquanto que no segundo, é praticamente impossível, por não se ter uma base biológica. De acordo com REUKMA & BRUCE (1977), citados por MACHADO (1979), a taxa média de mortalidade das árvores é uma função da taxa de crescimento do povoamento monoespecífico.

CLUTTER et al. (1983) destacaram que o desenvolvimento de equações de predição de mortalidade, geralmente, requer dados de medições de parcelas permanentes. Dados

obtidos de parcelas temporárias, locadas aleatoriamente em povoamentos de idades variáveis, proporcionam informações sobre a tendência da sobrevivência. A maioria das análises de mortalidade está baseada na mensuração de dados que envolvem as seguintes variáveis:

A1 - idade inicial;

N1 - número de árvores por unidade de área na idade A1;

A2 - idade da remedição;

N2 - número de árvores por unidade de área na idade A2.

Diversos modelos têm sido utilizados na predição da mortalidade de espécies florestais. Um dos primeiros foi desenvolvido por SCHUMACHER & COILE (1960) para a predição da sobrevivência em povoamentos de *Pinus elliotii* Engelm. SCOLFORO (1990) apresentou diversos modelos que expressam a sobrevivência das árvores em povoamentos ao longo dos anos. Entretanto, a eficiência deste ou daquele modelo pode variar em função da espécie estudada ou prática de manejo aplicado no povoamento

No estudo da dinâmica da estrutura de plantações de *P. elliotii* com aplicação de fertilizantes, SILVA (1986) observou que era impossível aplicar modelos comumente usados na determinação da curva de sobrevivência, pois a idade das árvores, na época de fertilização, não é considerada.

No estudo da sobrevivência de *Pinus taeda* L. na região central do Paraná, MACHADO (1979) obteve bons resultados utilizando a equação de SMALLEY & BAILEY (1974), onde a altura das árvores dominantes é utilizada na determinação da sobrevivência. Atualmente, este parâmetro tem sido utilizado como o método mais prático e eficiente na estimativa do potencial de produtividade relativa dos sítios. A altura dominante reflete a relação entre a idade e a qualidade de sítio numa única variável.

MIRANDA et al. (1989), ao estudarem a predição da mortalidade regular em progênies e procedência de *Eucalyptus* sp em Minas Gerais, baseados no tamanho e vigor das árvores, concluíram que a taxa de sobrevivência aumenta à medida que aumenta o vigor da planta.

#### 4.1.2 Crescimento

O crescimento de uma árvore é um processo dinâmico que constitui o resultado final da integração de inúmeros processos fisiológicos (fotossíntese, respiração, transpiração) afetados pelo meio ambiente, sendo, geralmente, lento no início, face ao período de estabelecimento da mesma. Do ponto de vista fisiológico, isto ocorre porque, no início, a planta depende de reservas da semente para a produção dos órgãos que compõem a

plântula. Após o desenvolvimento radicial e a emergência das folhas, os processos anabólicos dependentes da fotossíntese se traduzem por um rápido crescimento (MAGALHÃES, 1979).

Este crescimento é acelerado até o ponto de máximo incremento corrente anual (ICA), correspondente ao primeiro ponto de inflexão da curva. Após este ponto, ocorre uma diminuição da taxa de crescimento. No segundo ponto de inflexão, a curva do ICA se cruza com a do incremento médio anual (IMA). Este ponto serve como indicativo biológico para intervenções no povoamento, por se tratar de máxima produtividade. A duração de cada um destes estádios dependerá das características de cada espécie e dos fatores do meio. A qualidade do sítio deve ser considerada para cada espécie, pois as condições podem ser favoráveis para uma e desfavoráveis para outra. As potencialidades genéticas também influenciam na velocidade de crescimento de uma espécie.

Para entender o crescimento das plantas em altura, em diâmetro e, conseqüentemente, em volume, é necessário compreender o processo interno que se passa nas mesmas. O ciclo mitótico pode ser considerado como a base do crescimento de todos os indivíduos. Nele, uma célula de volume molecular determinado sofre um processo de divisão do material genético seguido de divisões de materiais citoplasmáticos, formação de uma parede intermediária e nascimento de células filhas. Estas novas células começam a aumentar de tamanho pela síntese de novos materiais citoplasmáticos até que seu volume adquira as proporções da célula original. O crescimento por aumento de volume celular não discrimina direção; pode ser longitudinal ou primário, baseado nos meristemas apicais, e secundário, baseado nos meristemas laterais (CORDOBA, 1976).

Enquanto o crescimento das árvores consiste no alongamento e engrossamento das raízes, troncos ramos e galhos (HUSH et al., 1982) a produção, segundo SPURR (1952), é a quantidade total de matéria seca expressa por um valor numérico, em dado momento.

#### 4.1.3 Forma das árvores

O crescimento biológico, pré-estabelecido na semente antes da germinação, confere à planta as características de porte, forma de copa, disposição de folhas e flores. Estas estruturas, comuns a indivíduos de cada espécie, são denominadas modelos arquitetônicos (SEITZ, 1990).

O conceito de arquitetura, geralmente expresso como forma de crescimento, sintetiza o entendimento de construção das árvores. A arquitetura permite reconhecer fatores envolvidos na expressão normal de crescimento, através de seu próprio controle (genético) e

do ambiente (fenótipo), bem como os processos que envolvem o conceito de reiteração do modelo existente da árvore (TOMLINSON, 1976).

Em povoamentos menos densos, a forma específica da árvore se apresenta irregular. Segundo HALLÉ et al. (1978), no crescimento e formação arquitetônica da planta, uma única gema meristemática apical pode dar origem à árvore de quatro maneiras:

- a - somente pela continuidade de suas atividades;
- b - por multiplicação para produzir novos meristemas, todos de igual potencial e, por conseguinte, não diferenciados em troncos e galhos;
- c - através de multiplicação, produzindo novos meristemas com diferentes potenciais, alguns dando origem a galhos e um ou mais dando origem ao tronco;
- d - formando, através de multiplicação, novos meristemas de potencial igual e, também, variável, sendo que, cada meristema dá origem primeiro a um segmento do tronco, depois a um segmento do galho, ou ainda o inverso em certos casos.

Após um período de dormência, se o broto apical crescer rapidamente, contrastando com a formação anterior que poderá conter ainda folhas velhas ou estar em estado decidual, o ritmo de crescimento é periódico. Quando as gemas não têm uma marcada periodicidade endógena, crescendo sem descanso, o ritmo é contínuo (HALLÉ et al., 1978)

Quanto à direção de crescimento, importante na definição do tronco e copa das árvores, quando os meristemas crescem verticalmente, são denominados ortotrópicos e quando obliquamente ou horizontalmente, plagiotrópicos. Esta plagiotropia pode ser permanente ou reversível (SEITZ, 1990).

A forma da árvore está associada ao ângulo de inserção, diâmetro e comprimento dos brotos laterais em relação ao crescimento vertical e diametral do tronco principal (PHARIS, 1976). Ela varia de acordo com a espécie, idade, condição de desenvolvimento (isolado ou em povoamento), influências de agentes atmosféricos e intervenção humana ou de animais (FISCHESSER, 1981).

Embora as condições ecológicas possam causar mudanças na forma, na maioria das espécies, a arquitetura vegetativa básica, permanece inalterada, sendo uma característica constante e estável na planta. Baseados em componentes do desenvolvimento de uma planta, HALLÉ et al. (1978) caracterizaram o crescimento das plantas segundo modelos arquitetônicos previamente estabelecidos para árvores tropicais.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.2.1 Sobrevivência

Para a predição da porcentagem de sobrevivência de cada espécie em função da idade, utilizou-se a equação de SMALLEY & BAILEY (1974), por envolver em sua determinação, o número de árvores plantadas no início do estabelecimento da população, o número de árvores vivas no ato da avaliação e a altura das árvores dominantes ( $H_{dom}$ ). A equação é expressa pela seguinte fórmula:

$$\log\left(\frac{A_p}{A_v}\right) = I \cdot \left\{ b \cdot \log(A_p) + c \cdot H_{dom} + d \cdot \sqrt{H_{dom}} \right\}$$

onde,

- $A_p$  = árvores plantadas;
  - $A_v$  = árvores vivas;
  - $H_{dom}$  = altura das árvores dominantes;
  - $I$  = idade.
- b, c, d = valores a serem determinados

Para este trabalho, não se pretendeu determinar a equação que melhor se ajusta à predição de sobrevivência das espécies de *Prosopis* na região, e sim, comentar o comportamento das mesmas, utilizando o modelo pré-estabelecido. Foi considerado em 80% o índice de sobrevivência ótimo, requerido para que a espécie introduzida seja considerada adaptada a uma região diferente que a sua.

Os dados utilizados foram provenientes das medições aos 3, 13, 24, 39, 63, 75, 87 e 96 meses de idade, de cada espécie. A diferenciação estatística entre sobrevivências de progênies de uma mesma espécie foi realizada através de análise de variância dos dados observados a cada ano, desde a implantação do ensaio.

### 4.2.2 Crescimento

Para expressar a relação entre altura e idade das espécies, foram utilizados 3779 pares de dados. Na elaboração da equação da curva de crescimento, por espécie, não houve separação das medições por progênie, sendo o modelo utilizado o de Chapman-Richards. Segundo PIENNAR (1966), citado por CAMPOS (1980), os modelos biomatemáticos

proporcionam melhor compreensão do processo, destacando-se, entre eles, o de Chapman-Richards.

Dentre as equações que expressam o crescimento, utilizadas por SCOLFORO & MACHADO (1988a, 1988b), na determinação de curvas de índice de sítio para plantações de *Pinus elliottii* e *P. taeda* nos Estados do Paraná e Santa Catarina, o modelo de Chapman-Richards foi o que melhor ajustou a relação altura dominante-idade.

Com relação à diferenciação estatística para altura entre progênies, a mesma foi realizada mediante análise de variância dos dados coletados nos períodos mencionados.

Embora o incremento corrente anual (ICA) e o incremento médio anual (IMA) possam ser obtidos das derivadas da curva cumulativa de crescimento, o ICA, para altura, foi determinado pela diferença entre os valores medidos no início e final do ano de crescimento. O IMA foi obtido dividindo-se o valor acumulado da variável altura pela idade.

Para análise do crescimento em diâmetro, foram utilizados dados provenientes das medições do diâmetro da base aos 24, 63, 75, 87 e 96 meses de idade. Na determinação do diâmetro das árvores com múltiplos fustes, até a altura de 1,30 m, adotou-se a metodologia descrita em MACDICKEN et al. (1991), cuja fórmula é

$$d = \sqrt{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2}$$

onde,

$d$  = diâmetro quadrático da planta, na altura de 1,30 m;

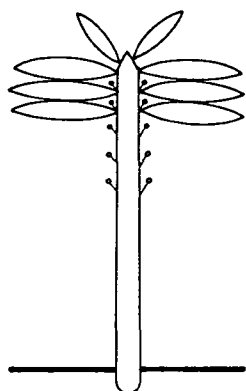
$d_{1,\dots,n}$  = diâmetro de cada fuste tomado na altura de 1,30 m.

#### 4.2.3 Forma das árvores

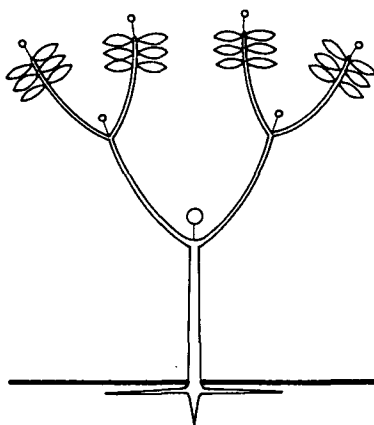
Foram observados os aspectos de tipo de copa (simples, múltipla e estratificada) e formas (globosa, elíptica, cônica, colunar, umbeliforme, flabeliforme, pendente e irregular) de acordo com RODERJAN (1987).

Na definição do modelo arquitetônico, foi utilizada a chave dicotômica descrita em HALLÉ et al. (1978), onde as árvores tem padrões de crescimento, segundo aos modelos Holttum, Corner, Tomlinson, Schoute, Chamberlain, Leeuwenberg, McClure, Koriba, Prévost, Fagerlind, Petit, Nozeran, Aubréville, Massart, Roux, Cook, Scarrone, Stone, Rauh, Attims, Mangenot, Champagnat e Troll. Na FIGURA 5 são apresentados nove destes modelos arquitetônicos.

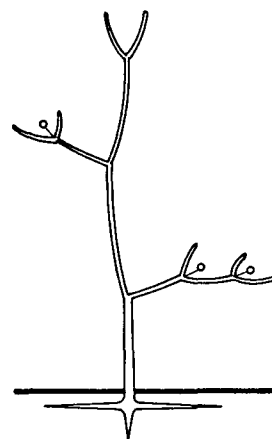
FIGURA 5 - MODELOS ARQUITETÔNICOS DE ALGUMAS ESPÉCIES TROPICAIS



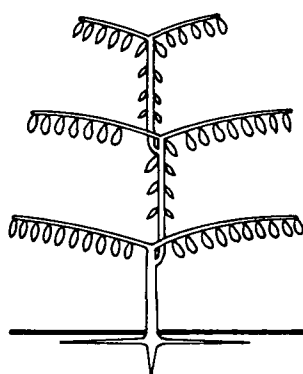
MODELO DE CORNER  
Ex: *Carica papaya* L.



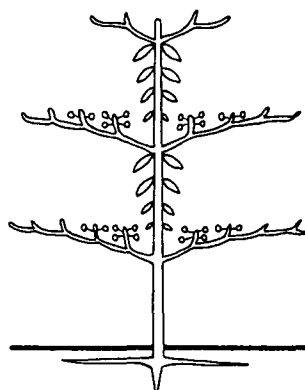
MODELO DE LEEUWENBERG  
Ex: *Manihot esculenta* Crantz



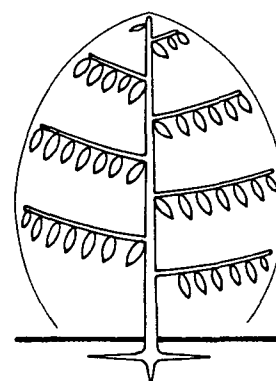
MODELO DE KORIBA  
Ex: *Hura crepitans* L.



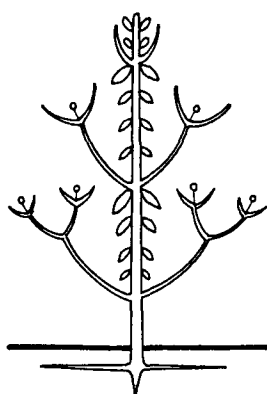
MODELO DE NOZERAN  
Ex: *Theobroma cacao* L.



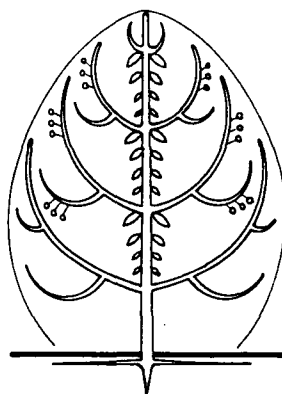
MODELO DE AUBREVILLE  
Ex: *Terminalia catappa* L.



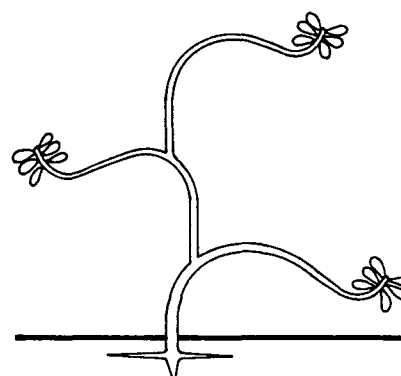
MODELO DE ROUX  
Ex: *Coffea arabica* L.



MODELO DE SCARRONE  
Ex: *Mangifera indica* L.



MODELO DE RAUH  
Ex: *Pinus caribaea* Mor.



MODELO DE CHAMPAGNAT  
Ex: *Bougainvillea glabra* Choisy

Na determinação do modelo arquitetônico é observado o desenvolvimento da planta desde a germinação à fase adulta, sendo analisados ramificações, posição de flores ou inflorescências e direção de crescimento dos eixos (tronco e galhos).

Foram considerados como fustes todas as bifurcações com perímetro superior a 7 cm, equivalentes ao diâmetro de 2,25 cm, encontrados abaixo de 1,30 m de altura do tronco, de acordo com a metodologia apresentada em CATIE (1984) e MACDICKEN et al. (1991).

### 4.3 RESULTADO E DISCUSSÃO

#### 4.3.1 Sobrevivência

Registrou-se 99% de mortalidade em *Prosopis tamarugo* aos 12 meses após o plantio. A taxa de sobrevivência desta espécie, aos três meses de idade, já era de 52%, em média, entre progênies, conforme TABELA 4. As maiores sobrevivências foram de 73 e 87 %, respectivamente, para as progênies T5 e T4, procedentes de Fundo Refresco e Estrada de Pica. As tentativas de introdução desta espécie na região semi-árida brasileira têm fracassado. ANDRADE et al. (1993) relatam mortalidade total da *P. tamarugo*, aos seis meses de plantio, no Rio Grande do Norte.

TABELA 4 - PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA DAS PROGÊNIES DE *P. tamarugo*, EM PETROLINA-PE.

| PROGÊNIE | LOCAL DE ORIGEM | MESES |    |
|----------|-----------------|-------|----|
|          |                 | 3     | 12 |
| T1       | La Tirana       | 60    | 0  |
| T2       | Estrada de Pica | 60    | 0  |
| T3       | Estrada de Pica | 10    | 0  |
| T4       | Estrada de Pica | 87    | 7  |
| T5       | Fundo Refresco  | 73    | 0  |
| T6       | Estrada de Pica | 47    | 0  |
| T7       | Estrada de Pica | 30    | 0  |
| T8       | La Tirana       | 47    | 0  |
| MÉDIA    |                 | 52    | 1  |

Para as demais espécies, a diferença entre os índices de sobrevivência passa a ser significativa a partir dos 24 meses de idade (TABELA 5). À exceção de *P. tamarugo*, a mortalidade ocorrida até aos três meses pode ser considerada como consequência de erros de plantio. Como não houve fatores adversos relevantes que levassem as plantas à morte no decorrer da experimentação, considerou-se as mortalidades observadas, a partir desta data, como intrínsecas ao povoamento.

TABELA 5 - PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA DAS ESPÉCIES DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE.

| ESPÉCIES             | MESES |       |      |      |       |       |       |       |
|----------------------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
|                      | 3     | 13    | 24   | 39   | 63    | 75    | 87    | 96    |
| <i>P. alba</i>       | 96 a  | 95 a  | 85 b | 78 b | 68 bc | 65 bc | 65 de | 57 cd |
| <i>P. chilensis</i>  | 99 a  | 97 a  | 88 b | 76 b | 58 c  | 55 c  | 51 e  | 45 d  |
| <i>P. glandulosa</i> | 96 a  | 95 a  | 91 b | 87 b | 75 b  | 75 b  | 71 d  | 64 c  |
| <i>P. juliflora</i>  | 99 a  | 99 a  | 99 a | 99 a | 99 a  | 99 a  | 99 a  | 99 a  |
| <i>P. pallida</i>    | 100 a | 100 a | 97 a | 95 a | 95 a  | 95 a  | 95 b  | 95 a  |
| <i>P. velutina</i>   | 99 a  | 99 a  | 99 a | 97 a | 96 a  | 96 a  | 89 c  | 88 b  |

Média com letras iguais numa mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan ( $p > 0,05$ )

Para a região em estudo, a resistência à seca é um dos principais fatores na seleção de genótipos para as produções de madeira e forragem, já que os plantios realizados em áreas de sequeiro não recebem práticas de irrigação. A sobrevivência observada em *P. juliflora* (99%), aos 96 meses (oito anos) de idade, não diferiu da sobrevivência de *P. pallida* (95%), confirmando a adaptação de ambas as espécies às condições do semi-árido brasileiro. A sobrevivência de *P. velutina* (88%) também evidencia a adaptação desta espécie às condições edafoclimáticas locais, em conformidade ao índice pré-estabelecido como ótimo para adaptação de espécie, na região.

*P. glandulosa*, *P. alba* e *P. chilensis* foram as espécies que apresentaram as menores sobrevivências aos oito anos de idade (inferiores a 65%). Fatores edafoclimáticos podem ter influenciado significativamente nas atividades fisiológicas dessas espécies e, conseqüentemente, na capacidade das mesmas de resistirem às condições locais de sítio. Nos seus locais de origem, principalmente *P. alba* e *P. chilensis* estão sujeitas a maiores oscilações entre as

temperaturas máximas e mínimas do dia, durante todo o ano. Essa situação não ocorre em Petrolina, numa mesma escala de valores.

Com relação às progênies, não foram constatadas diferenças significativas na sobrevivência aos oito anos de idade entre as de *P. juliflora*, *P. pallida* e *P. alba*. Houve, entretanto, diferenças significativas entre as progênies de *P. chilensis* (TABELA 6). Em *P. alba*, houve progênie com alta sobrevivência, sem, contudo, diferenciar daquelas que apresentaram baixa sobrevivência.

TABELA 6 - PORCENTAGEM DE SOBREVIVÊNCIA DAS PROGÊNIES DE *P. alba*, *P. chilensis*, *P. juliflora* e *P. pallida*, EM PETROLINA, PE, AOS 8 ANOS DE IDADE

| PROGÊNIE | <i>P. alba</i> | <i>P. chilensis</i> | <i>P. juliflora</i> | <i>P. pallida</i> |
|----------|----------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| 1        | 53 a           | 40 bc               | 100 a               | 93 a              |
| 2        | 80 a           | 35 bc               | 100 a               | 100 a             |
| 3        | 53 a           | 60 ab               | 96 a                | 91 a              |
| 4        | 53 a           | 10 c                | 100 a               | -                 |
| 5        | 33 a           | 80 a                | -                   | -                 |
| 6        | 67 a           | -                   | -                   | -                 |
| 7        | 60 a           | -                   | -                   | -                 |
| Média    | 57             | 45                  | 99                  | 95                |

Médias com letras iguais seguidas numa mesma coluna não diferem entre si pelo teste de DUNCAN ( $p > 0,05$ )

Entre as progênies de *P. chilensis*, a de número 5 apresentou maior sobrevivência. O fenótipo da mesma assemelha-se aos de *P. alba*, tanto nos aspectos de arquitetura do fuste quanto foliar. Na região de origem, *P. alba* e *P. chilensis* ocorrem naturalmente juntas, existindo a possibilidade de ter havido cruzamento entre ambas, podendo ser a progênie C5 um híbrido entre estas espécies. Segundo HUNZIKER et al. (1986) e PALACIOS & BRAVO (1981), o gênero *Prosopis* apresenta possibilidades de cruzamentos interespecíficos. Dentro das séries *Ruscifoliae*, *Pallidae* e *Chilensis* da secção *Algarobia*, diversas espécies hibridizam e, além disto, é comum a ocorrência de alguns híbridos de interséries (HUNZIKER et al., 1986).

#### 4.3.1.1 Curvas de Sobrevivência

Os coeficientes das equações de predição de sobrevivência das espécies estudadas e os seus respectivos valores de  $R^2$  e  $S_{yx}$ , são apresentados na TABELA 7. A análise estatística demonstra que os valores de  $R^2$  (coeficiente de determinação) e  $S_{yx}$  (erro padrão residual) não foram satisfatórios para a equação pré-estabelecida. Para *P. juliflora* e *P. pallida*, os valores de  $R^2$  ficaram próximos de zero. Face à baixa precisão das equações, não se construiu as curvas de crescimento anteriormente propostas.

TABELA 7 - COEFICIENTES DAS CURVAS DE SOBREVIVÊNCIA DE *Prosopis*, UTILIZANDO EQUAÇÃO DE SMALEY & BAILEY

| ESPÉCIES             | Coeficientes |         |         | $R^2$ | $S_{yx}$ |
|----------------------|--------------|---------|---------|-------|----------|
|                      | a            | b       | c       |       |          |
| <i>P. alba</i>       | - 0,023      | - 0,122 | 0,047   | 0,25  | 0,399    |
| <i>P. chilensis</i>  | 0,002        | - 0,004 | 0,011   | 0,40  | 0,326    |
| <i>P. glandulosa</i> | 0,018        | 0,007   | - 0,027 | 0,35  | 0,208    |
| <i>P. velutina</i>   | 0,006        | 0,001   | - 0,007 | 0,21  | 0,085    |

#### 4.3.2. Altura

À exceção de *P. tamarugo*, que foi eliminada das análises por não apresentar sobreviventes após o primeiro ano de plantio, os dados de altura das demais espécies de *Prosopis* são apresentados na TABELA 8.

As avaliações ao longo dos anos revelam diferenças significativas para altura entre as espécies, a partir do primeiro ano. Os valores das alturas, observados em *P. juliflora*, sempre se destacaram em relação às demais espécies. Embora aos oito anos de idade estes valores sejam os mais altos (6,48 m), os mesmos não diferem dos observados em *P. pallida* (5,12 m) e *P. alba* (4,71 m). As menores alturas foram constatadas em *P. glandulosa* (2,33 m) e *P. velutina* (3,30 m). Com relação à altura entre progênies, não foram constatadas diferenças entre as mesmas, nas diferentes espécies

TABELA 8 - CRESCIMENTO EM ALTURA (m) DAS ESPÉCIES DE *Prosopis* EM PETROLINA-PE, ATÉ OS 96 MESES DE IDADE

| MESES | ESPÉCIES       |                     |                      |                     |                   |                    |
|-------|----------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
|       | <i>P. alba</i> | <i>P. chilensis</i> | <i>P. glandulosa</i> | <i>P. juliflora</i> | <i>P. pallida</i> | <i>P. velutina</i> |
| 3     | 0,71 a         | 0,73 a              | 0,53 ab              | 0,95 a              | 0,75 a            | 0,70 a             |
| 13    | 1,75 ab        | 1,62 ab             | 1,07 b               | 2,37 a              | 1,67 ab           | 1,56 ab            |
| 24    | 2,88 ab        | 2,47 ab             | 1,48 b               | 4,18 a              | 2,94 ab           | 2,32 ab            |
| 39    | 3,43 abc       | 2,86 bc             | 1,75 c               | 4,78 a              | 3,57 ab           | 2,86 bc            |
| 63    | 3,88 abc       | 3,14 bc             | 1,91 c               | 5,51 a              | 4,09 ab           | 2,99 bc            |
| 75    | 4,16 abc       | 3,31 bc             | 2,04 c               | 5,86 a              | 4,55 ab           | 3,09 bc            |
| 87    | 4,64 ab        | 3,59 bc             | 2,19 c               | 6,24 a              | 4,88 ab           | 3,23 bc            |
| 96    | 4,71 ab        | 3,67 bc             | 2,33 c               | 6,48 a              | 5,12 ab           | 3,30 bc            |

Médias seguidas de uma mesma letra numa linha, não diferem entre si pelo teste de DUNCAN ( $p>0,05$ ).

Comparando estes resultados com os obtidos por outros autores, verificou-se que o desenvolvimento das espécies de *Prosopis* em Petrolina (PE) difere das médias de crescimento do gênero, observadas em outras regiões semi-áridas do Nordeste. PIRES et al. (1988) mencionam a altura média de 1,97 m e 1,79 m para progênies de *P. juliflora* espaçadas de 3 x 3 m em Caicó (RN) e Soledade (PB), respectivamente, aos 36 meses de idade. ANDRADE et al. (1993) relatam o desenvolvimento de *P. alba*, *P. chilensis*, *P. juliflora* e *P. pallida* nas condições edafoclimáticas de Pedro Avelino (RN), plantadas 7 x 7 m, com alturas de 2,06 m; 2,12 m; 2,96 m e 2,54 m, respectivamente, aos 60 meses de idade.

Quanto a outras regiões, plantios de *P. juliflora* realizados na Índia demonstram variação em altura e no DAP das árvores em função da idade e sítio. Em Jhunjhunu, diferentes plantios com 7, 8 e 9 anos apresentaram alturas médias de 6,90 m, 8,44 m e 5,92 m, respectivamente, enquanto que em Sardarshahar, para estas mesmas idades, foram encontradas, respectivamente, alturas médias de 6,13 m, 7,95 m e 7,26 m. Nas localidades de Sardarshahar, Bikaner e Gadra Road, aos 4 e 5 anos, foram encontradas alturas de 5,75 e 6,15 m; 4,48 e 5,03 m e 4,14 e 6,52 m, respectivamente (MUTHANA, 1988).

No Peru, CALDERON & CHUMACERO (1987), ao avaliarem o crescimento de *P. pallida* irrigada por gotejamento, observaram uma altura média de 1,81m, aos 30 meses de idade. VALDIVIA (1982) relata incremento médio anual para altura de *P. pallida* em diferentes

locais e métodos de irrigação, variando de 0,36 a 0,48 m/ano, quando irrigadas por lata e de 1,12 a 1,25 m/ano, quando por gravidade.

#### 4.3.2.1 Curva cumulativa do crescimento

Os coeficientes encontrados para as curvas de crescimento em altura de cada espécie, em função do modelo testado, bem como suas medidas de precisão, são apresentados na TABELA 9. Para todas as espécies, as regressões apresentaram significância ao nível de 95% de probabilidade.

TABELA 9 - COEFICIENTES DA EQUAÇÃO DE CRESCIMENTO EM ALTURA, EM *Prosopis*, UTILIZANDO O MODELO DE CHAPMAN-RICHARDS

| ESPÉCIES             | Coeficientes |         |         | R <sup>2</sup> | Syx%  |
|----------------------|--------------|---------|---------|----------------|-------|
|                      | bo           | b1      | b2      |                |       |
| <i>P. alba</i>       | 4,82041      | 0,02522 | 0,73014 | 0,74           | 26,34 |
| <i>P. chilensis</i>  | 3,68932      | 0,02753 | 0,64372 | 0,66           | 29,24 |
| <i>P. glandulosa</i> | 2,50411      | 0,01628 | 0,49791 | 0,56           | 32,33 |
| <i>P. juliflora</i>  | 6,68971      | 0,02712 | 0,77710 | 0,85           | 16,72 |
| <i>P. pallida</i>    | 5,99101      | 0,01520 | 0,67643 | 0,79           | 22,75 |
| <i>P. velutina</i>   | 3,29336      | 0,03938 | 0,74529 | 0,69           | 23,64 |

Os valores de R<sup>2</sup> e Syx são satisfatórios, principalmente para as espécies *P. juliflora* e *P. pallida*. Todavia, para definição das curvas que melhor se ajustam às espécies, na região, recomenda-se análise dos dados utilizando outros modelos matemáticos de predição de crescimento. Uma equação pode melhor se ajustar ao desenvolvimento de uma espécie, do que a outra.

Utilizando os coeficientes encontrados na equação de Chapman-Richards, as alturas foram estimadas até a idade de oito anos (FIGURA 6) e para cada espécie, determinados seus respectivos IMA e ICA (TABELA 10)

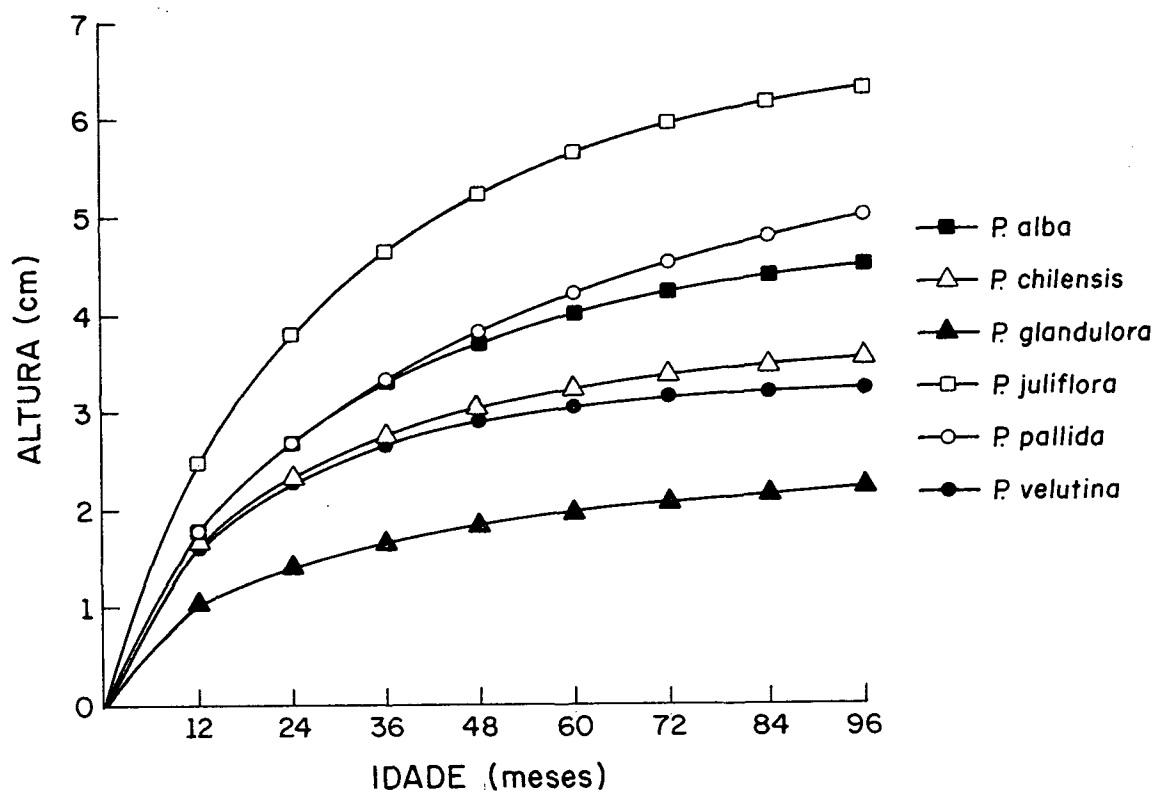
Pela análise das alturas, o ponto de máximo incremento, o ICA, em todas as espécies, ocorreu no primeiro ano após o plantio. Deve-se ressaltar que a altura das plantas de *Prosopis* não corresponde ao verdadeiro valor de crescimento do eixo principal.

TABELA 10 - VALORES DO ICA E IMA (m) ENCONTRADOS NAS ESPÉCIES DE *Prosopis* EM PETROLINA-PE

| IDADE | <i>P. alba</i> |      | <i>P. chilensis</i> |      | <i>P. glandulosa</i> |      | <i>P. juliflora</i> |      | <i>P. pallida</i> |      | <i>P. velutina</i> |      |
|-------|----------------|------|---------------------|------|----------------------|------|---------------------|------|-------------------|------|--------------------|------|
|       | ICA            | IMA  | ICA                 | IMA  | ICA                  | IMA  | ICA                 | IMA  | ICA               | IMA  | ICA                | IMA  |
| 1     | 1,80           | 1,80 | 1,65                | 1,65 | 1,05                 | 1,05 | 2,48                | 2,48 | 1,77              | 1,77 | 1,58               | 1,58 |
| 2     | 0,89           | 1,35 | 0,68                | 1,67 | 0,37                 | 0,71 | 1,30                | 1,89 | 0,90              | 1,34 | 0,69               | 1,14 |
| 3     | 0,60           | 1,10 | 0,42                | 0,92 | 0,24                 | 0,55 | 0,86                | 1,55 | 0,65              | 1,11 | 0,40               | 0,89 |
| 4     | 0,42           | 0,93 | 0,29                | 0,76 | 0,18                 | 0,46 | 0,59                | 1,31 | 0,50              | 0,96 | 0,24               | 0,73 |
| 5     | 0,30           | 0,80 | 0,19                | 0,65 | 0,13                 | 0,39 | 0,41                | 1,29 | 0,39              | 0,84 | 0,14               | 0,61 |
| 6     | 0,21           | 0,70 | 0,13                | 0,56 | 0,10                 | 0,35 | 0,30                | 0,99 | 0,32              | 0,76 | 0,09               | 0,52 |
| 7     | 0,16           | 0,63 | 0,10                | 0,49 | 0,08                 | 0,31 | 0,21                | 0,88 | 0,25              | 0,68 | 0,05               | 0,46 |
| 8     | 0,12           | 0,56 | 0,07                | 0,44 | 0,07                 | 0,28 | 0,15                | 0,79 | 0,21              | 0,62 | 0,04               | 0,40 |

Por ser plagiotrópico o crescimento em *Prosopis*, a haste principal se curva com o alongamento da mesma. Assim, a altura da planta em determinada fase, nem sempre corresponde aos valores do comprimento do eixo principal da planta, como ocorre normalmente em outras espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*.

FIGURA 6 - CURVAS DE CRESCIMENTO EM ALTURA DAS ESPÉCIES DE *Prosopis* EM PETROLINA-PE, UTILIZANDO EQUAÇÃO DE CHAPMAN-RICHARDS



Aos oito anos de idade, os valores do ICA para altura, em *P. chilensis*, *P. glandulosa* e *P. velutina*, se aproximaram teoricamente de zero, demonstrando que nestas condições de manejo, são limitadas as taxas de crescimento para altura, nestas espécies. Com relação ao IMA, o declínio inicia a partir do segundo ano.

Aos oito anos de idade *P. juliflora* apresentou o maior IMA, seguida de *P. pallida*, tendo uma média de crescimento em altura, respectivamente, de 0,79 m e 0,62 m por ano. As avaliações ao longo dos anos revelam diferenças significativas para altura entre as espécies, a

partir do primeiro ano. Os valores das alturas, observados em *P. juliflora*, sempre se destacaram em relação às demais espécies. Embora aos oito anos de idade estes valores sejam os mais altos (6,48 m), os mesmos não diferem dos observados em *P. pallida* (5,12 m) e *P. alba* (4,71 m). As menores alturas foram constatadas em *P. glandulosa* (2,33 m) e *P. velutina* (3,30 m). Com relação à altura entre progênes, não foram constatadas diferenças entre as mesmas, nas diferentes espécies

#### 4.3.3 Diâmetro

Na TABELA 11 são apresentados os diâmetros quadráticos das espécies de *Prosopis*, obtidos nas alturas de 0,10 m; 0,30 m e 1,30 m do solo, aos oito anos de idade. Na base (0,10 m) e a 0,30 m de altura, os maiores valores médios foram encontrados em *P. alba*, sendo de 20,9 cm e 18,05 cm respectivamente para estas alturas. A 1,30 m, o maior valor médio do diâmetro quadrático foi encontrado em *P. juliflora* (15,66 cm) e os menores em *P. chilensis* (7,64 cm), *P. glandulosa* (6,11 cm) e *P. velutina* (4,97 cm).

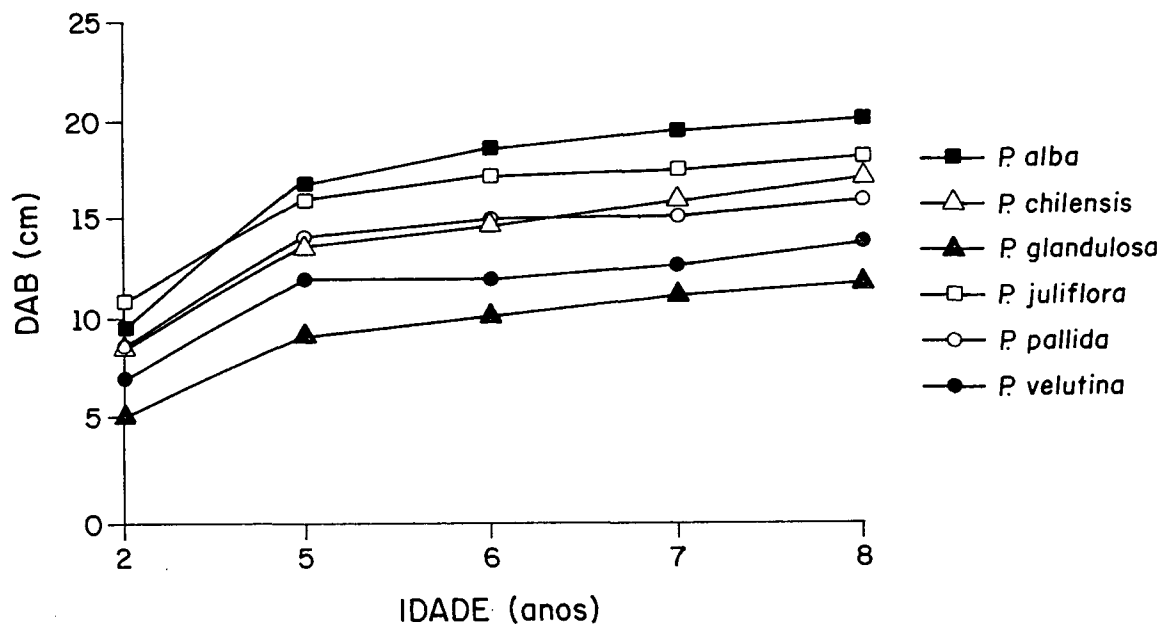
TABELA 11 - DIÂMETRO QUADRÁTICO (cm) (MÉDIA + DESVIO) OBTIDO A DIVERSAS ALTURA DO TRONCO DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE, AOS OITO ANOS DE IDADE

| ESPÉCIES             | Altura (m)   |              |              |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|
|                      | 0,10         | 0,30         | 1,30         |
| <i>P. alba</i>       | 20,90 ± 5,82 | 18,05 ± 5,88 | 14,40 ± 6,29 |
| <i>P. chilensis</i>  | 17,07 ± 4,54 | 13,44 ± 4,27 | 7,64 ± 3,93  |
| <i>P. glandulosa</i> | 15,55 ± 4,19 | 10,90 ± 3,90 | 6,11 ± 6,71  |
| <i>P. juliflora</i>  | 17,66 ± 5,16 | 16,50 ± 5,08 | 15,66 ± 4,71 |
| <i>P. pallida</i>    | 15,15 ± 3,93 | 13,90 ± 3,55 | 12,96 ± 4,06 |
| <i>P. velutina</i>   | 14,28 ± 5,27 | 11,13 ± 4,56 | 4,97 ± 4,47  |

Quanto ao desenvolvimento do diâmetro na altura da base do tronco (DAB), houve, a partir do quarto/quinto ano, maior incremento em *P. alba*, e no sexto, em *P. chilensis*. As demais espécies mantiveram estáveis suas taxas de crescimento (FIGURA 7).

A partir do segundo ano de plantio, em *P. juliflora* e *P. pallida*, foram observadas menores taxas de incremento de crescimento do diâmetro. A concorrência entre plantas pode estar concorrendo para esta situação, já que estas espécies apresentaram menor taxa de mortalidade e rápido crescimento e desenvolvimento da copa.

FIGURA 7 - CURVAS DE CRESCIMENTO DIÂMETRO NA ALTURA DA BASE DO TRONCO (DAB) DAS ESPÉCIES DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE.

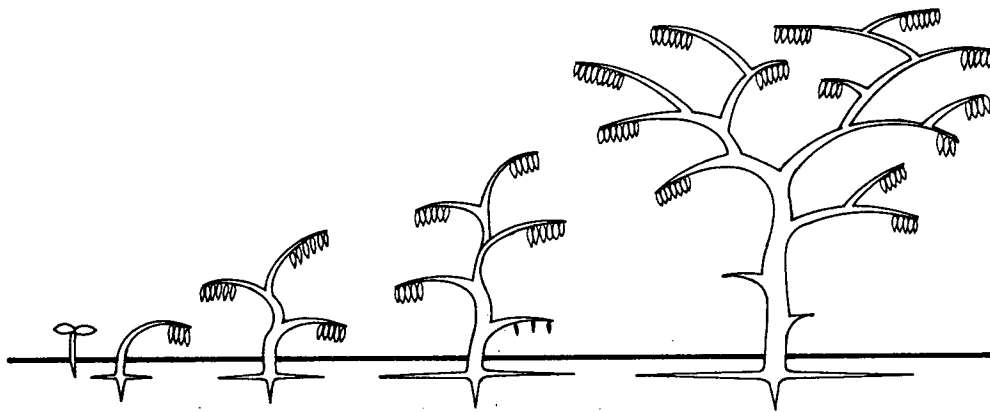


Os aumentos diamétricos verificados na base do tronco das plantas de *P. alba* e *P. chilensis* podem estar relacionados à redução natural ocorrida quanto ao número de plantas por área. A mortalidade ocorrida nestas espécies pode ter interferido no desenvolvimento do povoamento como a ação de um desbaste, favorecendo o crescimento em diâmetro das plantas que permaneceram vivas. O crescimento em altura não é afetado pela densidade do povoamento, todavia, a competição entre árvores afeta o crescimento em diâmetro.

#### 4.3.4 Forma das árvores

De germinação fanerocotiledonar (epígea), as *Prosopis* apresentaram um crescimento poliaxial com eixos vegetativos diferenciados. O esquema geral de desenvolvimento das plantas, da germinação à fase adulta, está demonstrado na FIGURA 8. Assim, de acordo com chave dicotômica apresentada em HALLÉ et al. (1978), o modelo de crescimento das espécies foi enquadrado ao de Troll.

FIGURA 8 - ESQUEMA DAS FASES DE CRESCIMENTO DE PLANTAS DE *Prosopis* DESDE A GERMINAÇÃO ATÉ A FASE ADULTA

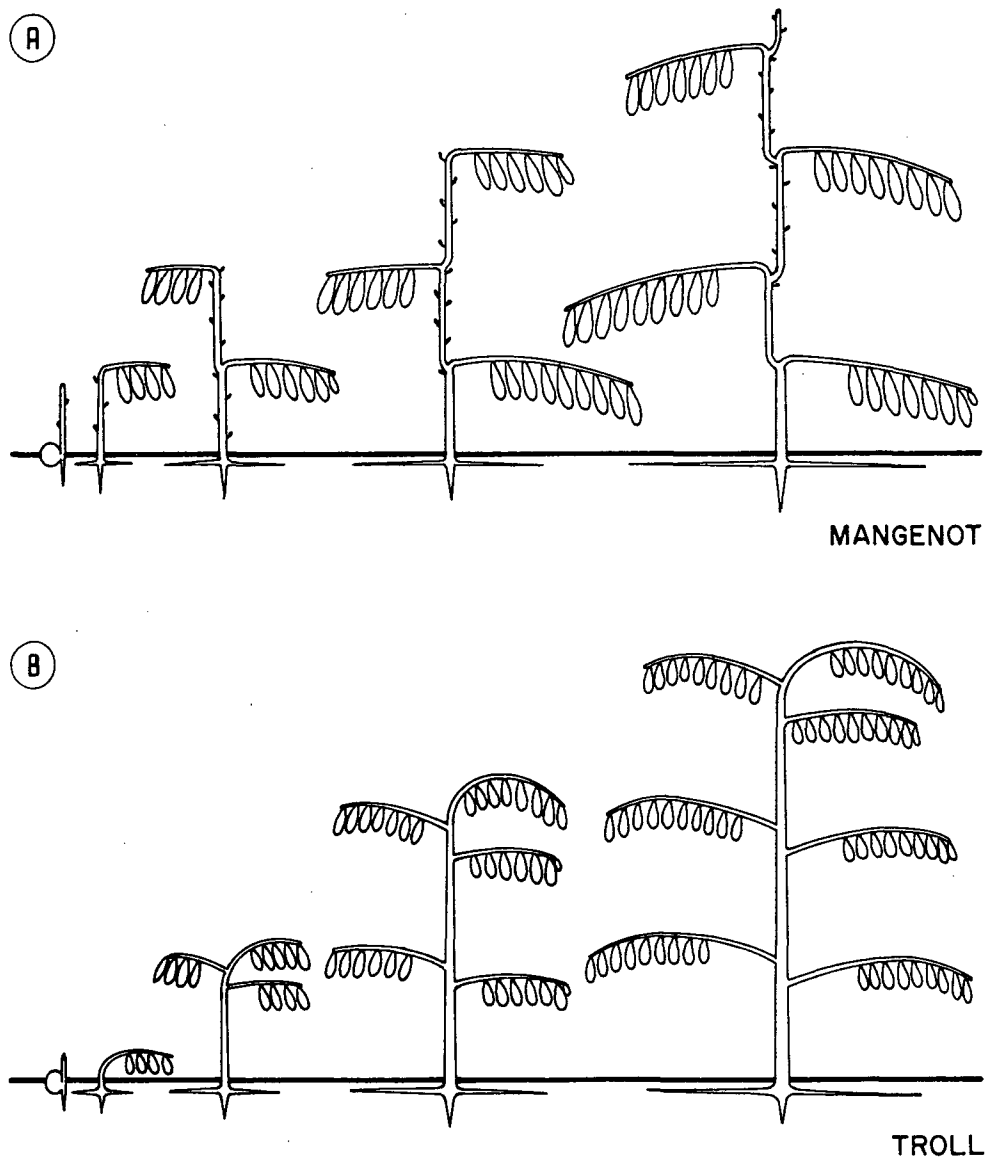


O modelo Troll é assim denominado em homenagem a Wilhelm Troll que descreveu a construção arquitetônica de *Ulmus effusa* Sibth. Por definição, são plantas que apresentam todos os eixos plagiotrópicos, sendo a arquitetura constituída pela sua contínua superposição; as linhas dos principais eixos contribuem para a parte do tronco e ramos, tornando-se ereta nas partes próximas à base. Nas extremidades de cada eixo, são ramos com ou sem crescimento determinado, formando eixos laterais que frequentemente não formam a porção basal ereta. A maioria das espécies tropicais apresentam este modelo arquitetônico, tais como *Hymenaea courbaril* L., *Cassia javanica* L., *Delonix regia* (Boj.) Raf., *Albizzia lebbek* (L.) Benth. e *Psidium guajava* L. (HALLÉ et al, 1978).

Na fase de viveiro, as mudas de todas as espécies, apresentaram, em geral, eixo único de desenvolvimento ortotrópico até aos sessenta dias após a sementeira, à exceção de *P. tamarugo*, que desenvolveu pequeno eixo de crescimento ortotrópico, passando bruscamente a plagiotrópico.

Algumas espécies com modelo Troll de crescimento, como *Delonix regia*, têm tendências a desenvolverem eixos ortotrópicos comparáveis ao modelo de Mangenot (FIGURA 9). A proximidade entre estes modelos é observada no desenvolvimento de pequenos eixos nas fases de muda e juvenil, mas que desaparecem posteriormente com o surgimento de grupos de eixos (HALLÉ et al., 1978).

FIGURA 9 - MODELOS ARQUITETÔNICOS DE MANGENOT (A) E DE TROLL (B), FORMADOS POR EIXOS MISTOS.



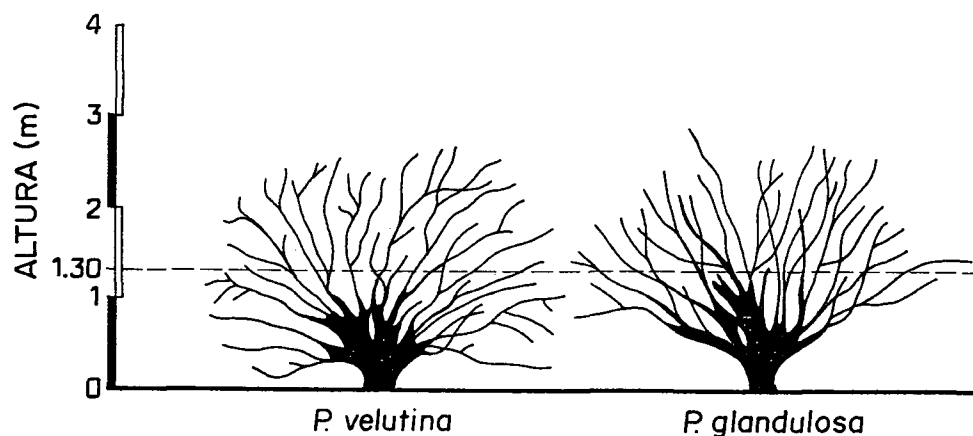
(FONTE: HALLÉ et al. , 1978)

Em campo, três meses após o transplântio, a característica de crescimento das plantas foi totalmente plagiotrópica, sendo nítida a curvatura apresentada ao longo dos eixos. A maioria das plantas, em todas as espécies, apresentou eixos de crescimento plagiotrópico e não uma curvatura em função da gravidade do fuste. Não foi acompanhado o desenvolvimento em *P. tamarugo* em campo, em função da alta mortalidade verificada nas plantas desta espécie.

No campo, com eixo principal tendendo a plagiotropia, o crescimento em altura das plantas, principalmente em *P. alba*, *P. pallida* e *P. juliflora*, foi caracterizado pelo crescimento de brotações que surgiram abaixo do ápice destes eixos, sobrepondo-se uns aos outros em novos ramos plagiotrópicos. Com o tempo, estes ramos tenderam à posição vertical de crescimento. Não havendo derrama natural, mesmo nas ramificações próxima à base, as plantas apresentaram aspecto de fustes múltiplos. Em plantios com espaçamento inicial mais denso, é possível que a altura de inversão de copa ocorra em um plano mais elevado, bem como redução do número de ramificações até a altura de 1,30 m.

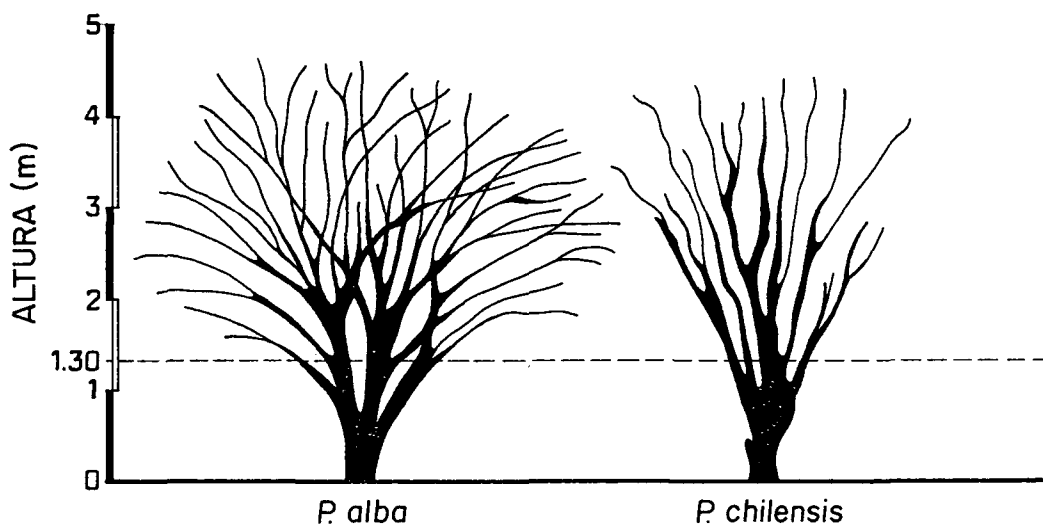
Em *P. glandulosa* e *P. velutina*, o meristema principal, após ramificação cimosa próximo à base, apresentou muitos ramos plagiotrópicos, dando à planta um aspecto de tufo (FIGURA 10). Em *P. chilensis*, com exceção da progênie C5 que apresentou fenótipo similar às plantas de *P. alba*, as ramificações do meristema principal originaram eixos que se tornaram de crescimento ortotrópico.

FIGURA 10 - ASPECTO ARQUITETÔNICO E PORTE DE *Prosopis velutina* E *P. glandulosa* EM PETROLINA, AOS OITO ANOS DE IDADE



Na FIGURA 11 está esquematizado o aspecto contrastante entre a forma dos eixos formados em *P. alba* e *P. chilensis*. Nesta última, a extremidade final dos ramos, em relação à origem, é bastante ereta, enquanto que em *P. alba*, os ramos são relativamente decumbentes.

FIGURA 11 - ASPECTO ARQUITETÔNICO DA COPA DE ÁRVORES DE *Prosopis alba* E *P. chilensis* EM PETROLINA-PE, AOS OITO ANOS DE IDADE



Aos oito anos de idade, as árvores apresentaram padrões de crescimento variando entre os portes arbóreo e arbustivo. Embora alguns autores diferenciem o porte das árvores pelo tamanho, essa variável isoladamente não significa muito no ambiente em estudo. Nas condições semi-áridas, as árvores, em geral, não atingem grandes alturas. Na definição do porte das árvores, além do tamanho, foram observados aspectos fisionômicos como o número de ramificações na base, a 0,30 m e a 1,30 m de altura. As arbustivas apresentaram elevado número de ramificações com diâmetro superior a 2,25 cm a uma altura de 0,30 m do solo e reduzido número a 1,30 m.

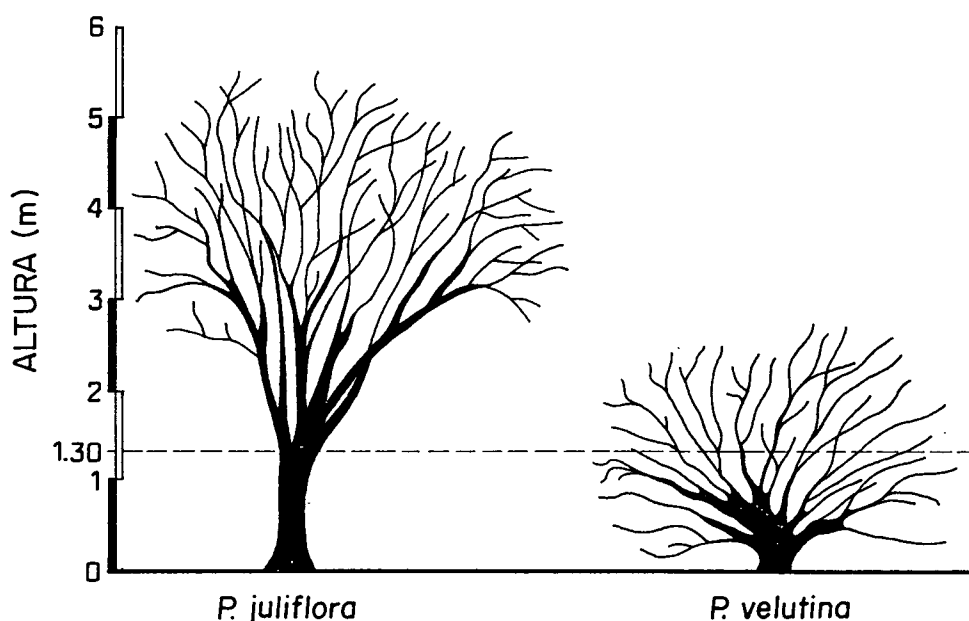
O número de eixos com diâmetro superior a 2,25 cm encontrados por planta, até a altura de 1,30 m do solo, é apresentado na TABELA 12. O número destas ramificações, consideradas como fustes, é importante na determinação da biomassa através de modelos matemáticos.

TABELA 12 - NÚMERO DE EIXOS (MÉDIA  $\pm$  DESVIO) COM DIÂMETRO SUPERIOR A 2,25 cm ENCONTRADOS NAS ESPÉCIES DE *Prosopis*, A DIFERENTES ALTURAS, AOS OITO ANOS DE IDADE, EM PETROLINA, PE.

| ESPÉCIES             | Altura (m)  |           |           |
|----------------------|-------------|-----------|-----------|
|                      | 0,10 (base) | 0,30      | 1,30      |
| <i>P. alba</i>       | 1           | 3 $\pm$ 1 | 8 $\pm$ 5 |
| <i>P. chilensis</i>  | 1           | 5 $\pm$ 2 | 5 $\pm$ 3 |
| <i>P. glandulosa</i> | 1           | 6 $\pm$ 3 | 1 $\pm$ 2 |
| <i>P. juliflora</i>  | 1           | 2 $\pm$ 1 | 8 $\pm$ 3 |
| <i>P. pallida</i>    | 1           | 2 $\pm$ 1 | 5 $\pm$ 2 |
| <i>P. velutina</i>   | 1           | 5 $\pm$ 2 | 2 $\pm$ 4 |

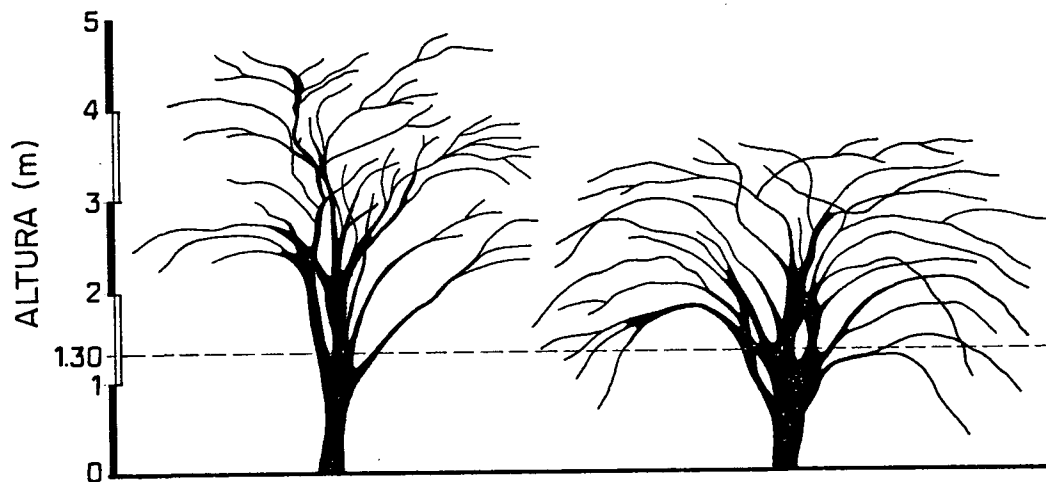
*P. glandulosa* e *P. velutina* foram consideradas como arbustivas (FIGURA 10), com copa baixa e fuste reduzido, apresentando ramificações desde a base. *P. alba*, *P. juliflora* e *P. pallida* apresentaram aspecto arbóreo, enquanto que *P. chilensis* apresentou um aspecto intermediário entre o arbóreo e o arbustivo. Na FIGURA 12, foi caracterizado o aspecto contrastante entre *P. juliflora* e *P. velutina*, quanto ao porte, forma e ramificações das árvores.

FIGURA 12 - ASPECTO ARQUITETÔNICO E PORTE DE *Prosopis juliflora* E *P. velutina*, EM PETROLINA-PE, AOS OITO ANOS DE IDADE



As árvores de *P. pallida* apresentaram dois fenótipos. Um deles foi caracterizado por eixos com ramificações ascendentes e o outro por galhos e ramos pendentes (FIGURA 13). Segundo FERREYRA (1987), esta espécie apresenta quatro formas de crescimento: 1 - a forma *pallida* é quando não possui espinhos; 2 - a forma *decumbens* possui espinhos e os ramos são decumbentes; 3 - a forma *anularis* apresenta ramos ascendentes, espinhos pequenos e fruto anilado; 4 - e a forma *armata* é quando os ramos são ascendentes, espinhos grandes, frutos retos ou ligeiramente falcados.

FIGURA 13 - FORMAS ARQUITETÔNICAS E PORTE DE *P. pallida* ENCONTRADAS EM PETROLINA-PE, AOS OITO ANOS DE IDADE



As espécies estudadas apresentaram copas de tipo simples, com as folhas concentradas nas extremidades dos ramos. *P. alba*, *P. juliflora*, *P. glandulosa*, *P. velutina* e *P. pallida* apresentaram formas que variaram entre a elíptica horizontal e umbeliforme, enquanto *P. chilensis* apresentou a forma flabeliforme.

As formas de copas encontradas no presente estudo não diferem das encontradas em regiões semi-áridas. Segundo NOLDE (1946), citado por BRUNIG (1976), as árvores de regiões quentes e secas e áreas de savana tropical apresentam, em geral, copas em forma de disco achatado, enquanto que em regiões mais úmidas, formas esféricas.

O surgimento de ramos e galhos de segunda, terceira e quarta ordens formam a copa das mesmas, em geral, de seção transversal circular. Quanto à projeção e diâmetro de copa (DC), as maiores dimensões de largura, aos oito anos de idade, foram observadas em *P. juliflora* e *P. pallida*, conforme dados apresentados na TABELA 13.

TABELA 13 - DIMENSÕES (m) DA PROJEÇÃO DE COPA DAS ÁRVORES DE *Prosopis* EM PETROLINA-PE, EM FUNÇÃO DA IDADE.

| ESPÉCIES             | Idade (meses) |      |      |      |      |      |
|----------------------|---------------|------|------|------|------|------|
|                      | 24            | 39   | 63   | 75   | 87   | 96   |
| <i>P. alba</i>       | 3,25          | 4,12 | 4,45 | 5,32 | 5,25 | 5,36 |
| <i>P. chilensis</i>  | 2,36          | 2,83 | 2,74 | 3,27 | 3,74 | 3,84 |
| <i>P. glandulosa</i> | 1,92          | 2,30 | 2,73 | 2,95 | 3,11 | 3,69 |
| <i>P. juliflora</i>  | 5,32          | 5,53 | 5,73 | 6,06 | 6,28 | 6,46 |
| <i>P. pallida</i>    | 4,95          | 5,52 | 5,52 | 6,06 | 6,30 | 6,38 |
| <i>P. velutina</i>   | 2,78          | 3,46 | 4,01 | 4,24 | 4,49 | 4,49 |

Desde os 24 meses de idade, *P. juliflora* e *P. pallida* apresentaram, entre todas as espécies, maior diâmetro de copa, sendo que entre as idades de 63 e 75 meses, já havia entrelaçamento de ramos e galhos entre algumas árvores vizinhas. No Nordeste, os plantios de *P. juliflora* realizados por agricultores e empresas de reflorestamento, principalmente aqueles visando a produção de vagens, são realizados obedecendo espaçamento mínimo de 10 x 10 m. Em geral, espaçamentos de 15 x 15 m são utilizados, a fim de que a árvore tenha uma copa ampla e produzir frutos.

## 5 ASPECTOS FENOLÓGICOS

A fenologia é descrita, em geral, como a arte de observar as fases cíclicas da vida ou atividades das plantas e animais em sua ocorrência temporal através do ano. Ela é considerada um campo científico entre a ecologia e a meteorologia, mais especificamente a agrometeorologia. Estes estudos permitem a construção de um calendário, que sobreposto ao civil ou astronômico, visualiza, além das estações do ano, eventos fenológicos significativos na descrição e exploração de aspectos sazonais de fenômenos ecológicos (LIETH, 1973).

O conhecimento das fenofases das espécies, principalmente as de uso múltiplo, é importante no planejamento agrícola. Com relação a pastagens arbórea, no Nordeste, muitas espécies da caatinga são caducifólias, sendo necessário o conhecimento do período de queda das folhas e/ou produção dos frutos das árvores, para o remanejamento bovino ou suplementação alimentar, nestas épocas.

A temperatura, a umidade, a precipitação, a velocidade do vento e o comprimento do dia variam entre estações. Estes fatores, isolados ou não, modificam a fenologia das plantas. Segundo LIEBERMAN (1982), a sazonalidade dos climas tropicais secos difere das dos climas tropicais úmidos. Em determinadas épocas do ano, ela pode ser imprópria para o desenvolvimento das plantas. Em cada ambiente, dentro dos agrupamentos de plantas, espera-se encontrar respostas fenológicas uniformes, refletindo sua pressão física e sua sincronização.

### 5.1 REVISÃO DE LITERATURA

A aplicação da fenologia em estudos agrícolas tem larga praticabilidade, sendo caracterizada através da análise visual de observação e analítico, ou do processo descritivo. Na maioria dos casos, os estudos fenológicos descritivos têm sido baseados em características morfológicas, anatômicas ou no comportamento das plantas no campo. As observações são basicamente qualitativas, sendo que mais recentemente tem-se utilizado o processo quantitativo, denominado de fenometria, de grande impacto em estudos de produtividade (LIETH, 1973)

Informações fenológicas (qualitativas e quantitativas) no que se refere a floração, frutificação e mudança foliar são escassas para as espécies de valor comercial que se desenvolvem bem tanto em regiões úmidas quanto no semi-árido. Na Amazônia, ARAÚJO (1970) constatou que os períodos de floração e frutificação ocorrem, na maioria dos casos, na

dependência da distribuição das chuvas durante o ano. Observou, também, que existem espécies de floração e frutificação anuais, bianuais, polianuais ou de uma única vez, e outras que não dependem da estação climática.

CARVALHO (1980) constatou que os períodos de floração, frutificação e disseminação variam dentro e entre espécies na Amazônia, sendo que 70% florescem no verão e 60% frutificam e disseminam os frutos e sementes no período de inverno.

No cerrado, BARROS & CALDAS (1980) constataram a maior queda das folhas nos gêneros *Dalbergia*, *Stryphnodendron*, *Qualea*, *Kielmeyera* e *Dimorphandra* nos meses de menores precipitações e o surgimento de novas folhas, a floração e a frutificação no início e durante o período chuvoso.

Em Ghana, na floresta tropical seca, LIEBERMAN (1982) constatou que déficits de umidade limitam as atividades fenológicas, embora os processos variem entre as espécies. A floração e a frutificação ocorrem durante todo o ano, sendo que as espécies de frutos secos frutificam, principalmente, no período seco; as de frutos carnosos frutificam tanto no período seco quanto no úmido, embora sejam mais abundantes no período úmido. Todas as espécies ou indivíduos produzem novas folhas a cada estação úmida; a queda das folhas ocorre no período seco.

Sob o ponto de vista fenológico, poucas espécies da caatinga mantêm as folhas na estação seca. Somente quando caem as primeiras chuvas, no final do ano, é que inicia-se a floração e aparecem as primeiras folhas na maioria das espécies, sobretudo nas leguminosas do gênero *Mimosa*, *Cassia*, *Piptadenia* e *Pithecolobium* (HUECK, 1972)

## 5.2 - MATERIAL E MÉTODOS

Por três anos consecutivos, de junho de 1989 a maio de 1992, foram observados, quinzenalmente, 60 indivíduos de *Prosopis* (dez de cada espécie). As observações foram codificadas de acordo com metodologia proposta por RAMALHO (1975), com pequenas alterações referentes a informações sobre a exsudação de goma nos troncos e galhos (TABELA 14).

Os dados fenológicos foram plotados em fenogramas, procurando-se estabelecer relações entre estes fenômenos e as variações de clima da região, para o mesmo período. Os dados climáticos foram obtidos no posto meteorológico situado a cerca de 5 Km da área em estudo. No balanço hídrico, aplicou-se o sistema de Thornthwaite-Mather (AMORIM NETO, 1989b), sendo a evapotranspiração potencial estimada pelo método do Tanque Classe "A"

(AMORIM NETO, 1989a). Considerou-se, para este caso, a capacidade de armazenamento da água no solo de 150 mm.

TABELA 14 - CÓDIGO E DESCRIÇÃO DAS FASES FENOLÓGICAS DE ESPÉCIES FLORESTAIS

| FASE           | CÓDIGO | DESCRIÇÃO  |
|----------------|--------|--|
| Floração       | 1      | Botões ou inflorescências presentes              |
|                | 2      | Floração adiantada ou árvore totalmente florida  |
|                | 3      | Floração terminada ou terminando                 |
| Frutificação   | 4      | Frutos novos presentes                           |
|                | 5      | Frutos maduros presentes                         |
|                | 6      | Frutos maduros caindo ou sementes se dispersando |
| Mudança Foliar | 7      | Árvore com poucas folhas ou desfolhadas          |
|                | 8      | Novas folhas aparecendo                          |
|                | 9      | Maioria das folhas novas ou totalmente novas     |
|                | 10     | Copa completa de folhas velhas                   |
| Casca          | 11     | Exsudação presente                               |

FONTE: ADAPTADO DE RAMALHO, 1975

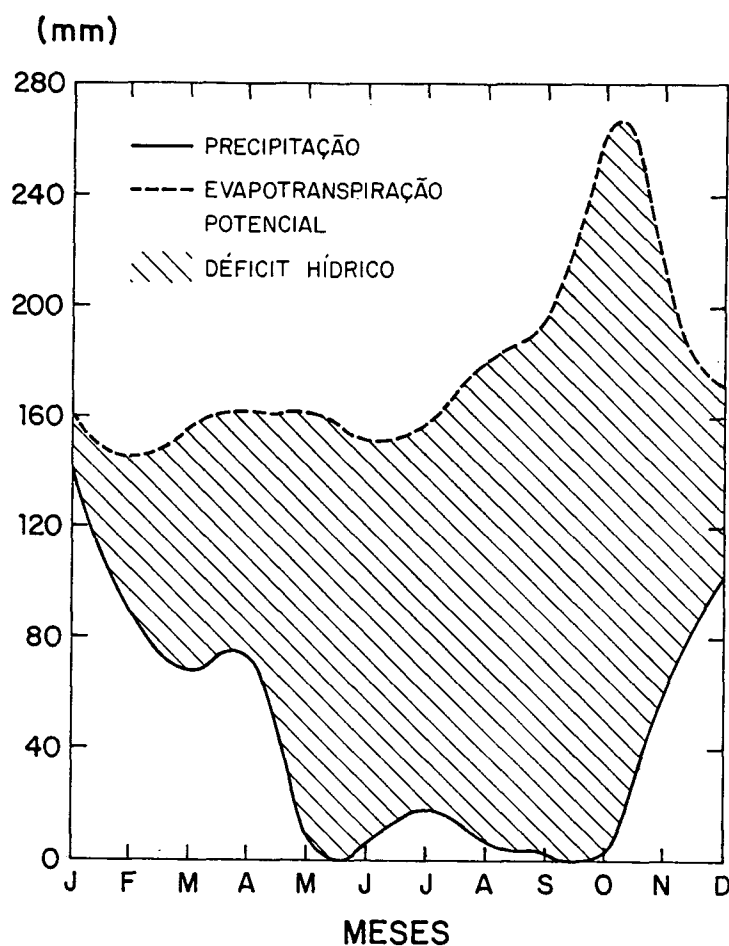
### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias mensais de temperatura, precipitação, umidade relativa do ar e evaporação ocorridas em Petrolina (TABELA 15), correspondem ao período das observações fenológicas de junho de 1989 a maio de 1992, originando o balanço hídrico local, ilustrado na FIGURA 14.

A figura formada pelas linhas de evapotranspiração potencial (ETP) e a precipitação, onde a deficiência hídrica é constatada em todos os meses, é semelhante à encontrada nas regiões do tipo climático árido tropical do Nordeste, descritas por GOLFARI & CASER (1977)

A precipitação média anual no período foi de 569,6 mm, sendo novembro/dezembro a março/abril o período de maior ocorrência de chuvas. A deficiência hídrica ocorreu em todos os meses, num total anual de 1535 mm, embora a pluviometria demonstre uma estação seca se estendendo de março a outubro. Os meses mais críticos foram agosto, setembro e outubro, com déficits de 177 mm, 203 mm e 265 mm de chuva, respectivamente.

FIGURA 14- BALANÇO HÍDRICO DA ÁREA EXPERIMENTAL, NO PERÍODO DE JUNHO DE 1989 A MAIO DE 1993



Relacionando o gráfico do balanço hídrico com os gráficos das fenofases de mudança foliar, floração, frutificação e exsudação, é possível, de forma rápida e objetiva, visualizar o comportamento das espécies na região.

TABELA 15 - MÉDIA DOS DADOS METEOROLÓGICOS DA ÁREA EXPERIMENTAL, NO PERÍODO DE JUNHO DE 1989 A MAIO DE 1992.

| Meses     | Temperatura (°C) |        |        | Precipitação |        | Umidade         | Evapora-<br>ção |
|-----------|------------------|--------|--------|--------------|--------|-----------------|-----------------|
|           | Média            | Máxima | Mínima | (mm)         | N/dias | Relativa<br>(%) | (mm)            |
| Janeiro   | 25,4             | 31,7   | 21,1   | 130,7        | 9      | 67,7            | 202,46          |
| Fevereiro | 25,6             | 31,5   | 20,9   | 88,8         | 8      | 72,0            | 183,69          |
| Março     | 25,9             | 31,9   | 20,9   | 67,2         | 8      | 69,0            | 202,17          |
| Abril     | 26,1             | 32,1   | 21,0   | 72,5         | 3      | 73,0            | 200,67          |
| Maio      | 25,7             | 32,1   | 20,2   | 10,2         | 3      | 67,0            | 207,07          |
| Junho     | 23,9             | 29,3   | 18,8   | 5,8          | 3      | 70,0            | 186,82          |
| Julho     | 23,7             | 29,3   | 18,1   | 18,0         | 3      | 69,3            | 208,71          |
| Agosto    | 23,3             | 30,3   | 18,5   | 5,2          | 2      | 58,7            | 242,66          |
| Setembro  | 26,1             | 32,4   | 20,3   | 0,5          | 1      | 53,0            | 273,34          |
| Outubro   | 27,2             | 33,8   | 21,0   | 2,1          | 1      | 53,3            | 355,27          |
| Novembro  | 26,8             | 33,8   | 21,9   | 62,7         | 5      | 60,7            | 266,12          |
| Dezembro  | 26,6             | 32,6   | 21,5   | 105,9        | 10     | 66,0            | 215,29          |
| Total     |                  |        |        | 569,6        | 56     |                 | 2744,27         |
| Média     | 25,5             | 31,7   | 20,4   |              |        | 65,0            |                 |

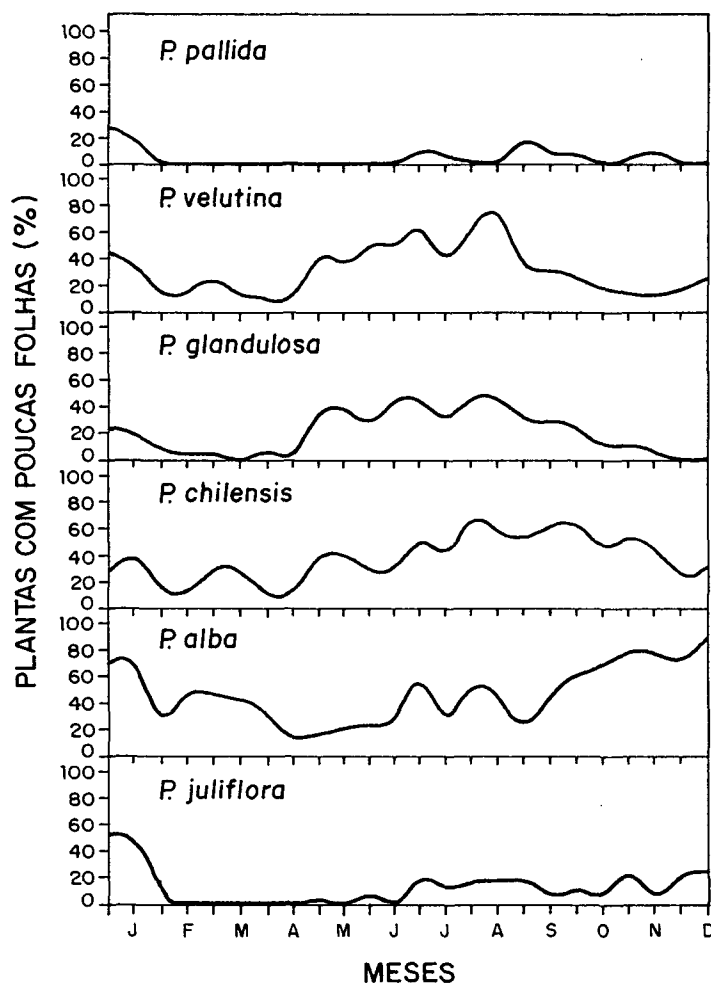
### 5.3.1 Mudança foliar

A mudança de folhas nas árvores se processa durante todo o ano, sendo maior no período seco, com grande número de plantas quase desfolhadas. Em *P. glandulosa*, *P. chilensis* e *P. velutina*, a maior intensidade de abscisão foliar ocorre nos meses de abril a novembro. Em *P. alba*, o máximo de queda de folhas se concentra em dezembro/janeiro. Em *P. juliflora* e *P. pallida*, houve uma baixa frequência de plantas desfolhadas, ocorrendo maior intensidade no mês de janeiro (FIGURA 15).

As flutuações na quantidade de perda de folhas verificadas nesta fenofase podem estar ligadas a incidência de insetos desfolhadores e à resposta fisiológica das árvores quanto

ao "stress" hídrico. A emissão de folhas novas se concentra no período de dezembro a maio, coincidindo com o período chuvoso da região.

FIGURA 15- FENOGRAMA PARA AS FASES DE QUEDA DE FOLHAS DAS ESPÉCIES DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE

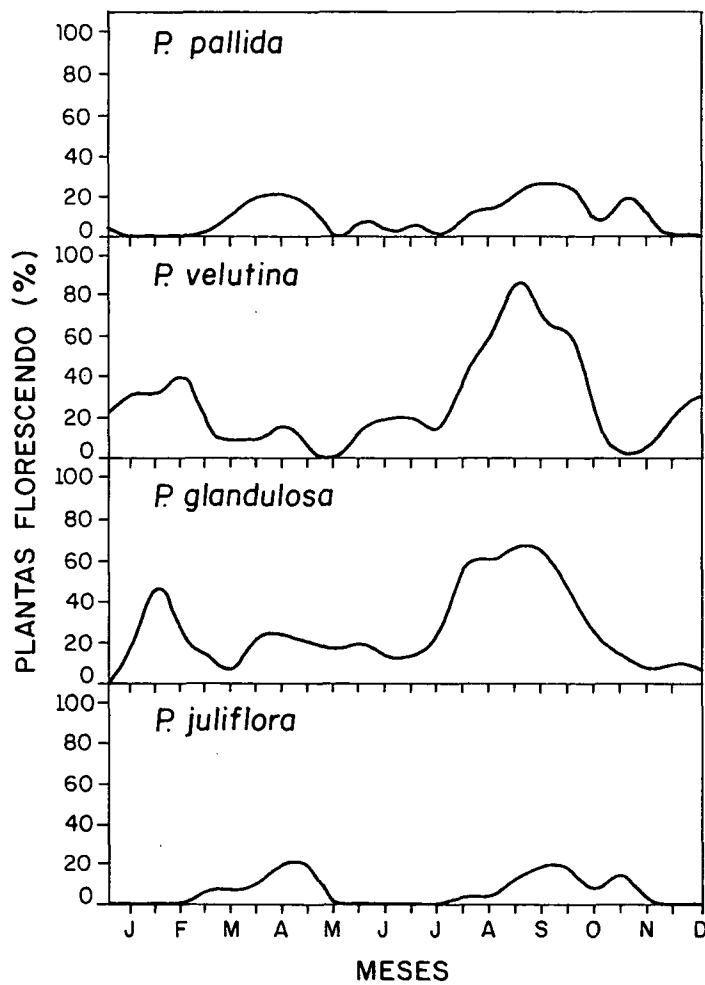


SOLBRIG & CANTINO (1975) relatam a fenologia de *P. chilensis* na Catamarca-Argentina e de *P. velutina* no Arizona-EUA. A produção de folhas de *P. chilensis* inicia-se em setembro, terminando em abril/maio. A sincronia de produção de folhas é regular, variando pouco de sítio para sítio e entre os anos estudados. Em *P. velutina*, a produção de folhas inicia-se em março, terminando em julho/agosto. Em ambas, estímulos ambientais como disponibilidade de água ou fotoperíodo dão início a esta fase, mas depende de chuva suficiente para a sua continuidade.

### 5.3.2 Floração e frutificação

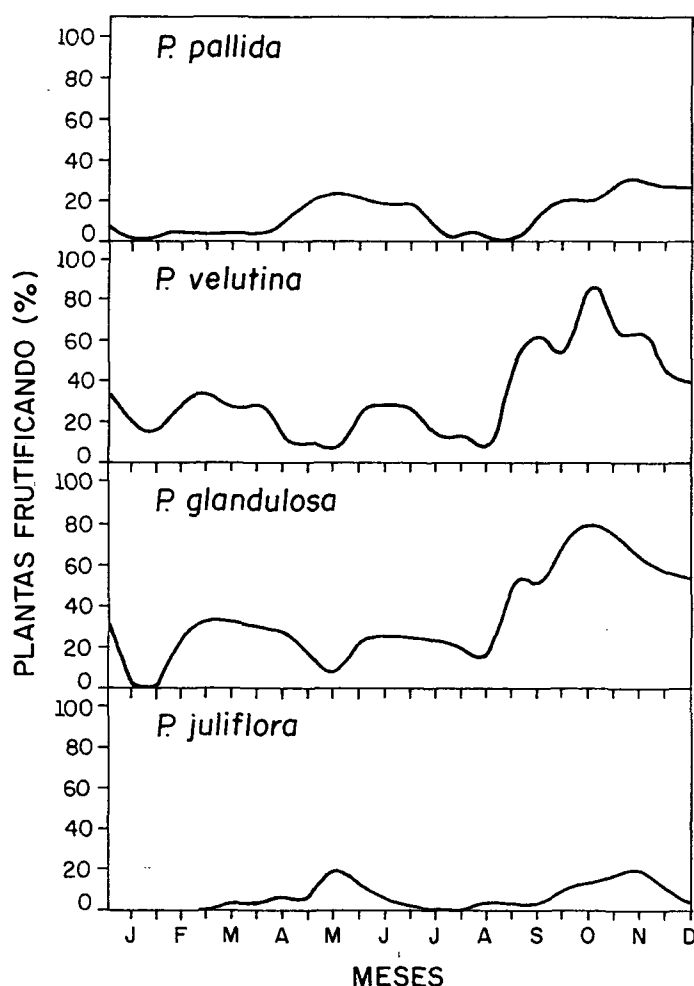
Em geral, as espécies estudadas apresentaram dois pontos máximos de floração e frutificação (FIGURA 16 e 17). O ponto de maior intensidade iniciou na primavera, estendendo-se até os primeiros dias do verão. Neste período, na região, são registradas as menores precipitações e de altos volumes de déficit hídrico. As médias das temperaturas máximas e mínimas oscilam entre 33,8 e 21°C.

FIGURA 16 - FENOGRAMA PARA AS FASES DE FLORAÇÃO DAS ESPÉCIES DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE



As espécies *P. velutina* e *P. glandulosa* apresentaram maior número de árvores florescendo e frutificando, e um maior período de ocorrência de cada fenofase, em relação às espécies *P. juliflora* e *P. pallida*. O período de frutificação é quase simultâneo ao de floração, sendo que numa mesma árvore pode ocorrer, ao mesmo tempo, mais de uma fenofase. Em geral, os frutos iniciam a maturação cerca de 70 dias após a floração.

FIGURA 17 - FENOGRAMA PARA AS FASES DE FRUTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE



LEE & FELKER (1992) estudaram a relação entre o "stress" hídrico e produção de inflorescência e de vagens em *P. glandulosa* var. *glandulosa*. Os anos secos, de maior "stress" hídrico tiveram significativamente maior produção de inflorescências, sendo 3,3 vezes maior a

produção de vagens. Maior comprimento e menor número de inflorescências foram observados nos períodos mais úmidos.

Na TABELA 16, é apresentada a evolução de produção média anual de frutos de árvores de *Prosopis* em Petrolina. As primeiras frutificações em *P. juliflora*, *P. pallida* e *P. velutina*, ocorreram a partir dos 21 meses de idade, em 62, 49 e 12% das plantas, respectivamente. Em *P. glandulosa* e *P. alba*, a produção de vagens teve início no terceiro ano de crescimento, sendo que em *P. alba* este processo ocorreu em apenas 2% das árvores, resultando em somente cinco frutos. Em *P. glandulosa*, a produção de frutos ocorreu em 25 % das plantas.

TABELA 16 - PRODUÇÃO MÉDIA DE VAGENS DE *Prosopis* (g/ÁRVORE), EM PETROLINA-PE, ATÉ AOS SETE ANOS DE IDADE.

| ESPÉCIES             | Idade (anos)   |                |                |                 |                 |                 |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                      | 2              | 3              | 4              | 5               | 6               | 7               |
| <i>P. alba</i>       | 0              | 0,37<br>(2)    | 0              | 0,63<br>(3)     | 0,49<br>(3)     | 0               |
| <i>P. chilensis</i>  | 0              | 0              | 0              | 3,17<br>(2)     | 3,17<br>(4)     | 0               |
| <i>P. glandulosa</i> | 0              | 10,25<br>(25)  | 72,87<br>(32)  | 293,51<br>(55)  | 455,58<br>(61)  | 1359,30<br>(67) |
| <i>P. juliflora</i>  | 399,74<br>(62) | 93,02<br>(41)  | 93,23<br>(60)  | 141,05<br>(39)  | 80,28<br>(42)   | 22,37<br>(9)    |
| <i>P. pallida</i>    | 361,29<br>(49) | 232,68<br>(57) | 346,99<br>(83) | 1245,61<br>(77) | 1270,05<br>(82) | 287,62<br>(81)  |
| <i>P. velutina</i>   | 23,86<br>(12)  | 84,98<br>(57)  | 601,36<br>(64) | 1502,06<br>(90) | 1761,67<br>(96) | 1742,13<br>(96) |

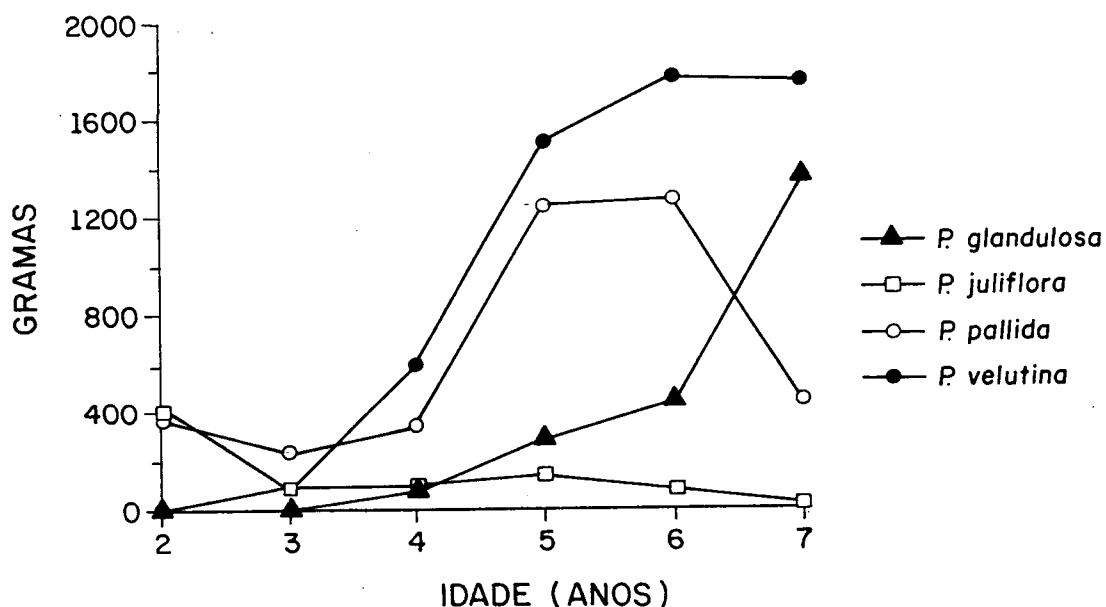
Obs: Os números entre parênteses correspondem à porcentagem de árvores frutificando

Em *P. chilensis* a floração e frutificação ocorreram a partir do quinto ano de idade, com produção de vagens em três árvores. Como os processos de floração e frutificação em *P. alba* e *P. chilensis* foram esporádicos, ocorrendo em reduzido número de indivíduos com baixa produção de vagens, estas foram omitidas das análises entre espécies.

Na medida em que houve crescimento das plantas e, conseqüentemente, adensamento das copas, constatou-se, em *P. juliflora*, uma redução na produção de vagens de 399,7 g/árvore aos 24 meses, para 22,4 g/árvore aos 84 meses de idade. Este declínio ocorreu a partir do primeiro ano de produção. Em *P. pallida*, o declínio teve início a partir do quarto ano de produção, chegando a uma média de 1,2 kg/árvore. O declínio na produção de vagens das árvores pode estar ligado ao adensamento das copas em comparação ao espaçamento inicial de frutificação. Nas espécies que apresentaram maior largura de copa, como *P. juliflora* e *P. pallida*, o número de árvores produzindo vagens foi diminuindo à proporção que as árvores foram se tornando adultas e, conseqüentemente, aumentando a largura da copa. Na região semi-árida brasileira, *P. juliflora* é plantada em espaçamento de 10 x 10 m visando a produção de frutos.

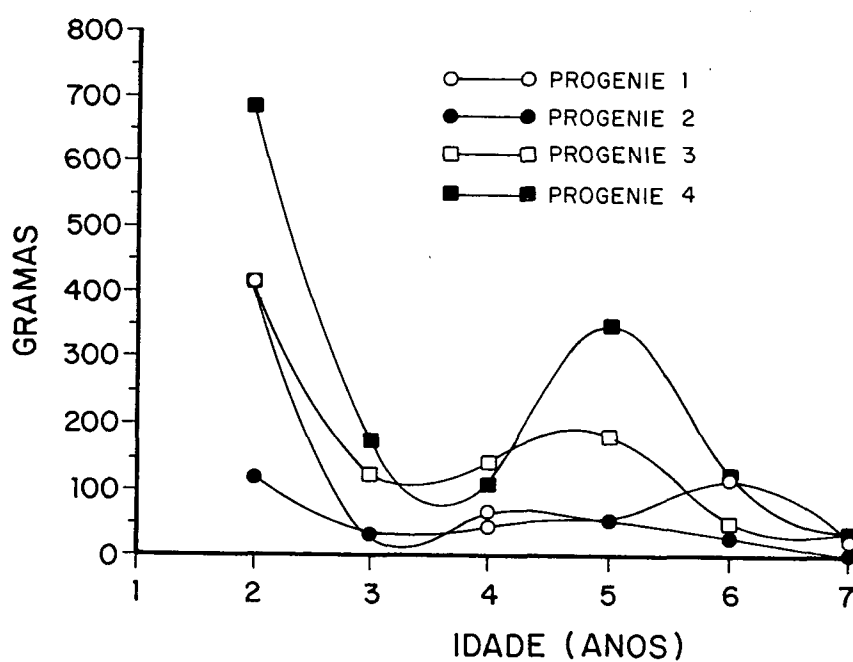
Nas condições de manejo em que foram conduzidas as espécies de *Prosopis*, observa-se que a produtividade média de vagens em *P. velutina* se estabiliza a partir do quinto/sexto ano de produção e em *P. glandulosa* a curva de produtividade mostra um ponto de aceleração a partir do quarto ano (FIGURA 18). Ambas as espécies, com médias maiores que 1,3 Kg de vagens por árvore, são representadas pela produção de uma única progênie.

FIGURA 18 - CURVAS DE PRODUÇÃO MÉDIA DE VAGENS DAS DIFERENTES ESPÉCIES DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE

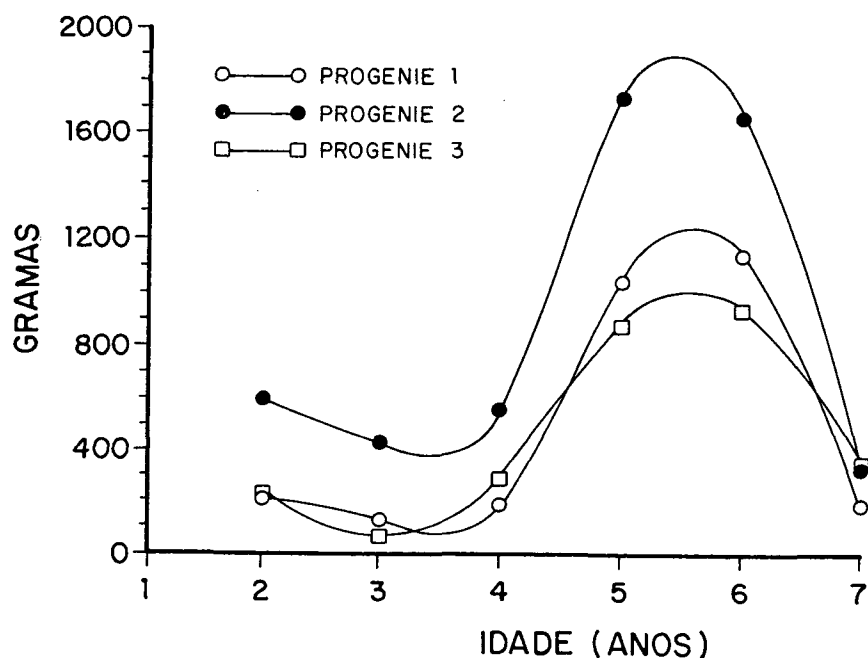


Em *P. juliflora* e *P. pallida* observou-se que a maior percentagem de árvores frutificando se encontrava na bordadura das parcelas, demonstrando o efeito da concorrência entre plantas. Nas FIGURAS 19 e 20 estão demonstradas as produções de vagens por progênies, destas espécies.

FIGURA 19 - PRODUÇÃO DE VAGENS POR PROGÊNIE EM *P. juliflora*, EM PETROLINA-PE



Em geral, a produção média de frutos obtida das diferentes espécies de *Prosopis* observadas neste experimento foi abaixo da encontrada por AZEVEDO (1955) em *P. juliflora*, no Rio Grande do Norte, com produção de 2,2 Kg de vagens por árvore, com idade variando de 14 a 24 meses.

.FIGURA 20 - PRODUÇÃO DE VAGENS POR PROGÊNIE EM *P. pallida*, EM PETROLINA-PE

SOLBRIG & CANTINO (1975) ao realizarem estudos com *P. chilensis*, *P. flexuosa* e *P. velutina* quanto a floração e produção de frutos, constataram produções médias de 220 a 240 flores por inflorescência, porém, não mais que duas se desenvolveram até a fase de fruto maduro. Muitas inflorescências não produziram frutos. Em *P. flexuosa*, somente 26 flores em 10 000 desenvolveram frutos e cerca de sete chegaram à maturidade. Em *P. chilensis*, esta proporção chega a ser de 1:10 000

Em *P. juliflora*, OLIVEIRA & PIRES (1988) encontraram média de 344 flores por inflorescência. A eficiência da polinização, em relação ao número de inflorescência, foi de 29%, enquanto que, em relação ao número de flores, foi de 1,48%.

Com relação à produção de vagens, FELKER (1982) encontrou nos EUA, no final do quinto ano de crescimento de *Prosopis*, variações de produção dentro e entre progênies, de 0 a 12,645 kg em *P. velutina*; 0,008 a 8,450 kg em *P. glandulosa* var. *torreyana*; 0,361 a 2,260 kg em *P. glandulosa* var. *glandulosa*; 0 a 1,398 kg em *P. alba*, e 0 a 0,045 kg em *P. chilensis*.

ANDRADE et al. (1993) não observaram produção de frutos em *P. juliflora*, *P. pallida*, *P. alba* e *P. chilensis* até os 60 meses de idade, em plantios espaçados em 7 x 7 m, no Rio Grande do Norte. AZEVEDO (1982), através de informações obtidas em 250 municípios, do Maranhão a Bahia, relata uma variação de produção de 2 a 8 t de vagens por ha/ano em algarobeiras do Nordeste, sendo frequente para o semi-árido, produção entre 2 a 3 t/ha/ano.

LIMA (1987) encontrou correlação significativa de produção de vagens de *P. juliflora* com dados climáticos, mostrando que altas temperaturas, baixa precipitação, reduzido número de dias de chuva e baixa umidade relativa estimulam a produção de vagens. Na região de Petrolina, em área ribeirinha ao Rio São Francisco, foi encontrada média de 78,275 kg de vagens de algarobeira por árvore/ano, nas idades de 15, 16 e 17 anos, em plantas espaçadas de 10 x 10 m.

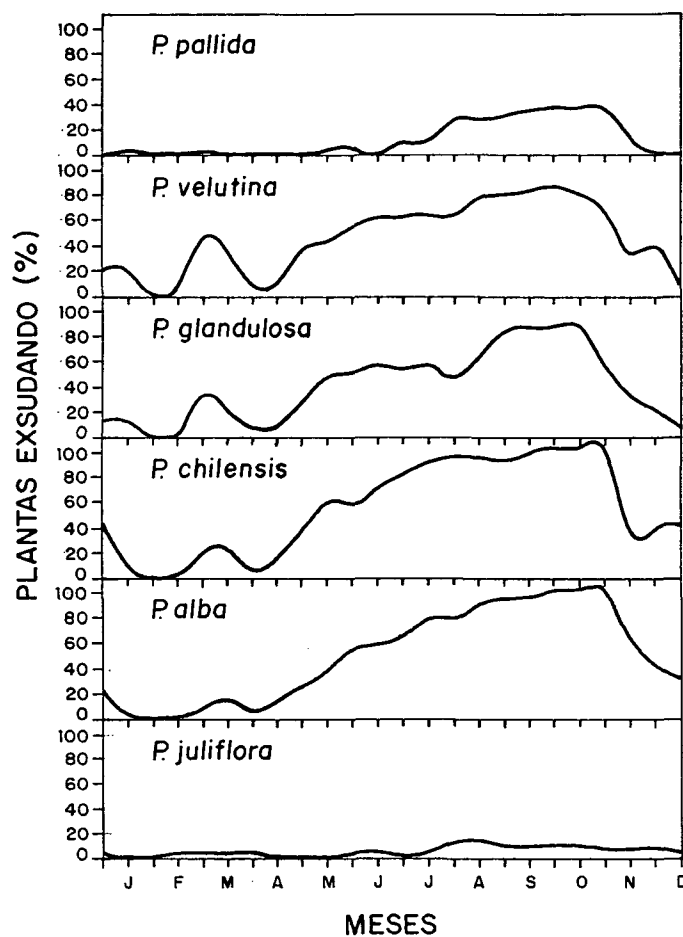
### 5.3.3 Exsudação de goma nos troncos e galhos

As primeiras exsudações foram observadas a partir do terceiro ano de idade. Foram observadas porcentagens mínimas de plantas exsudando em *P. juliflora*. As maiores taxas foram observadas em *P. chilensis* e *P. alba*, seguidas de *P. velutina* e *P. glandulosa* (FIGURA 21). O período de exsudação nas plantas coincide com o período de seca e o exsudato formado desaparece com a ocorrência das primeiras chuvas.

O exsudato, massa translúcida de cor âmbar, encontrado nos troncos, ramos e galhos das espécies de *Prosopis* é chamado de goma. Segundo RANGEL (1943), esta substância é um colóide vegetal insolúvel em álcool e em éter, não cristalizável, infusível, inodora, com pouco ou nenhum gosto. Em geral, esta goma é utilizada em indústrias alimentícias, farmacêuticas e químicas.

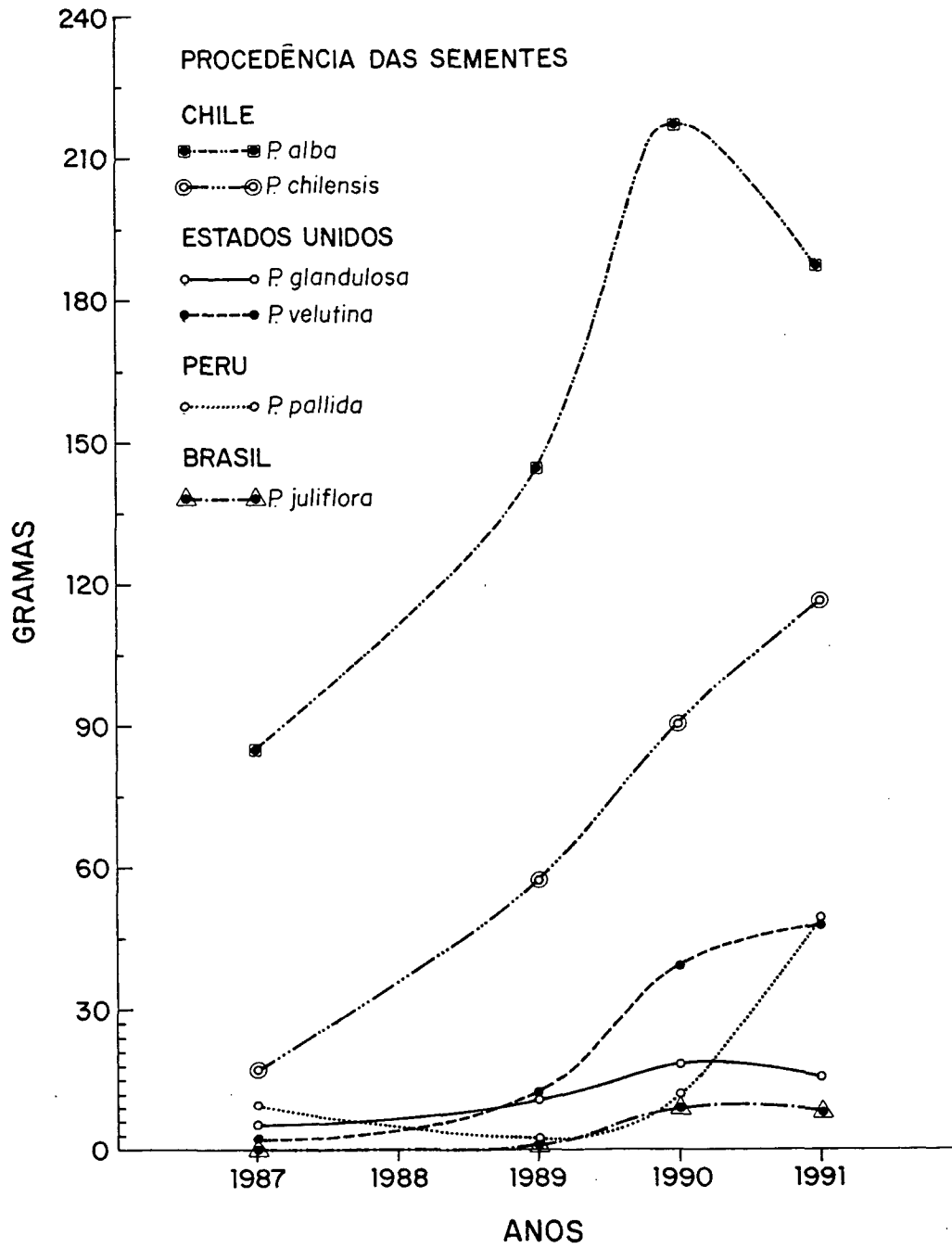
Segundo BOBBIO (1987), a goma exsudada nos troncos das algarobeiras é de baixa viscosidade, comparável à goma arábica. Ela é um polissacarídeo ácido contendo D-galactopiranosose, L-arabinose e um ácido aldobiurônico, enquanto que a goma obtida da semente é de alta viscosidade e pode substituir com vantagens às importadas. Processos de obtenção e industrialização da goma obtida da sementes são descritos por FIGUEIREDO (1987) e BOBBIO (1987)

FIGURA 21 - FENOGRAMA PARA AS FASES DE EXSUDAÇÃO EM ESPÉCIES DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE



A curva de produção de goma por exsudação nos troncos, ramos e galhos (FIGURA 22) demonstra maior produção por árvore/ano em *P. alba* e *P. chilensis*, plantas formadas por sementes procedentes do Chile.

FIGURA 22 - PRODUÇÃO MÉDIA DE GOMA (g) POR EXSUDAÇÃO NOS TRONCOS, RAMOS E GALHOS DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE



Em todas as espécies, a curva de exsudação demonstra aceleração na produção de goma a partir de 1989. A causa provável desta aceleração foi o aumento do déficit hídrico ocorrido neste período. De acordo com os registros do posto meteorológico, houve uma diminuição na precipitação, de 729,3 mm em 1989, para 252,4 mm em 1990. Em 1991, a precipitação foi de 366,2 mm que é menor que a média da região. Embora estes resultados sugiram uma reação das plantas às condições de clima, ESPEJEL (1980) não encontrou relação entre produção de goma e o clima, em estudos de exsudação induzida, em *P. laevigata*, no México.

Nas FIGURAS 23 e 24, são apresentadas, respectivamente, as produções de goma por progênie em *P. alba* e *P. chilensis*, através da exsudação nos troncos e galhos das plantas, nos períodos de 1987 a 1991. As plantas da progênie 5 de *P. chilensis* (FIGURA 24) apresentaram maior produção de goma, em todos os períodos analisados, sendo o fenótipo da mesma, semelhante ao de plantas de *P. alba*, que apresentou em todos os períodos maior exsudação.

FIGURA 23 - PRODUÇÃO MÉDIA DE GOMA POR EXSUDAÇÃO NOS TRONCOS, RAMOS E GALHOS EM PROGÊNIES DE *P. alba*, EM PETROLINA-PE.

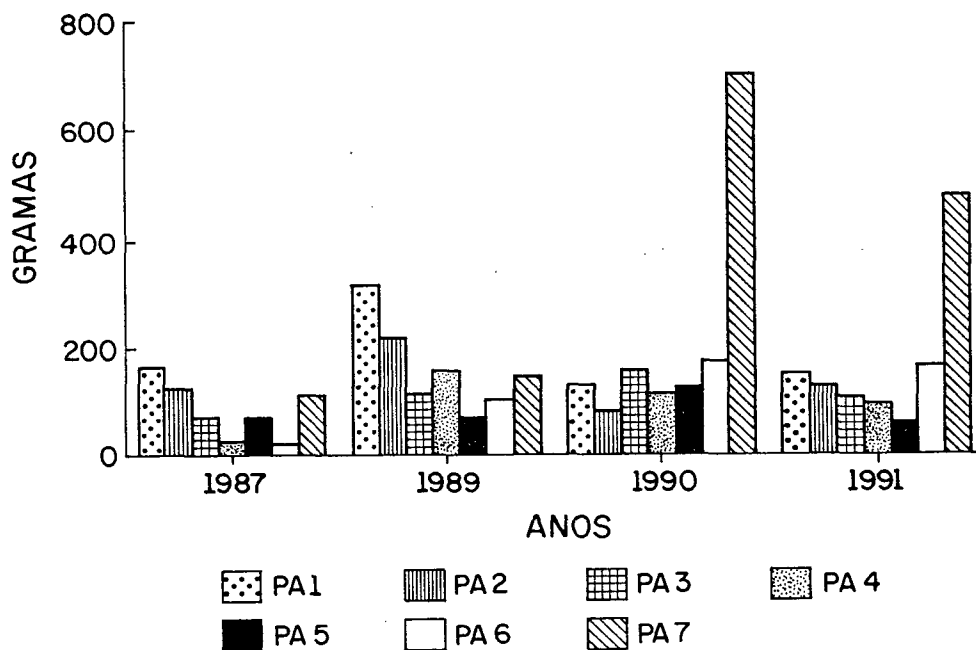
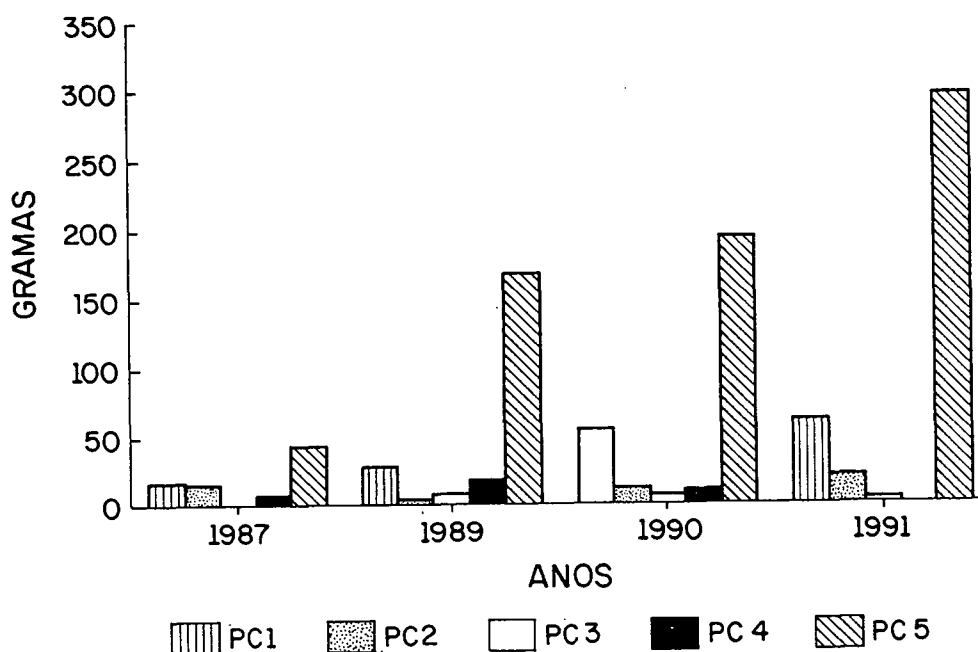


FIGURA 24 - PRODUÇÃO MÉDIA DE GOMA POR EXSUDAÇÃO NOS TRONCOS, RAMOS E GALHOS DE PROGÊNIES DE *P. chilensis*, EM PETROLINA-PE



A exsudação por progênie em *P. juliflora* e *P. pallida* foi relativamente baixa em relação às demais espécies em estudo, sendo que as maiores produções foram de, respectivamente, 8,9 e 49,0 g por árvore, em 1991.

Se o processo de exsudação for resposta a consequência das condições adversas do meio, estas espécies vêm se adaptando bem à região. A primeira foi introduzida no Nordeste em 1942, já se adaptou à região nordestina, e a segunda apresenta potencial, face aos dados de sobrevivência e crescimento apresentado. Ambas espécies tem ocorrência distribuição natural no nordeste do Peru.

## 6 ASPECTOS DA PRODUÇÃO MADEIREIRA

A participação da madeira como energia alcança, no Brasil, um volume equivalente a 80% do consumo nacional deste produto e representa um consumo per capita de lenha igual a 1,86 m<sup>3</sup>/ano, o equivalente ao consumo de países como Congo, Batswana, Camarões, Tanzania e Zaire. Nos países desenvolvidos o consumo per capita fica abaixo de 0,4 m<sup>3</sup>/ano (SIQUEIRA, 1990). No Nordeste, a lenha e carvão são empregados no consumo doméstico e nas indústrias de cerâmicas, olarias, padarias, cimento e mineração.

Segundo RIEGELHAUPT (sd), o consumo de lenha e carvão para fins industriais no Rio Grande do Norte tem sido estimado em mais de 2,2 milhões de st/ano. Somado ao consumo domiciliar, este valor excede o incremento volumétrico anual da vegetação existente, levando à redução progressiva destas áreas no Estado. Na região de Ouricuri (PE), RIBASKI (1986) constatou consumo médio anual de 51 st de lenha por propriedade rural e produção média anual de carvão estimada em 7,7 m<sup>3</sup> por propriedade produtora.

### 6.1 REVISÃO DE LITERATURA

A produtividade madeireira nas zonas semi-áridas é relativamente baixa comparada com as zonas úmidas. Segundo EARL (1975), citado por MACHADO (1977), o incremento anual de madeira por hectare é de 1,4 m<sup>3</sup> ou 1,0 t nas florestas tropicais secas, enquanto que nas equatoriais chuvosas ele atinge 8,3 m<sup>3</sup> ou 6,0 t.

As estimativas do volume de madeira e lenha da vegetação da caatinga variam em função do sítio. CARVALHO (1971) constatou 17,18 e 58,93 m<sup>3</sup>/ha, respectivamente, para madeira e lenha na região do Sertão Central do Estado do Pernambuco, enquanto que TAVARES et al. (1970) estimaram volumes entre 7,6 e 14,3 m<sup>3</sup> de madeira em pé nas florestas remanescentes dos municípios pernambucanos de Ouricuri, Bodocó, Santa Maria da Boa Vista e Petrolina. Levantamentos realizados por LIMA et al. (1979), em Santa Maria da Boa Vista, demonstraram estimativas de madeira em pé em torno de 12 m<sup>3</sup>/ha.

Quanto à exploração e regeneração de áreas de caatinga, cortes realizados em intervalos de seis anos permitiram produção média estimada de 50 st/ha (THIBAU, 1983). Com relação ao plantio com espécies de *Eucalyptus*, considerando produtividade média de 20 m<sup>3</sup>/ha/ano para as melhores áreas do Nordeste e 10 m<sup>3</sup>/ha/ano para as demais, estudos do potencial dendroenergético nordestino evidenciam produção de 882x10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> de madeira por

ano, podendo produzir energia elétrica equivalente a 61113 M.W. ao ano (COMPANHIA HIDROELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO, 1991).

No semi-árido peruano, no manejo de florestas naturais de *P. pallida*, a produção de madeira é estimada em 71 m<sup>3</sup>/ha (BARRIGA-RUÍZ, 1993). Em rotação de dez anos, segundo a NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE (1984), pode-se esperar uma produção de lenha de 50 a 60 t/ha em povoamentos de *P. juliflora*.

Na determinação da biomassa das árvores, ATTIWILL & OVINGTON (1968) chamaram a atenção quanto ao modelo a ser empregado, pois, quando se utiliza componentes das árvores (ramos, galhos, troncos, raízes, cascas e folhas) em relação a árvores inteiras, os componentes dos desvios podem ser maiores. Quando o objetivo é o aproveitamento máximo da biomassa, quanto maior for o diâmetro das árvores, mais importante se torna a utilização das copas das mesmas nas equações de avaliações (SOARES & HOSOKAWA, 1984).

Em geral, nas estimativas da biomassa das árvores, são utilizadas equações de regressões onde medidas de tronco à altura do peito (DAP) são correlacionadas com o peso do dossel. Nas regiões estépicas e savânicas, onde quase sempre a vegetação bifurca próximo ao solo e se apresenta com múltiplos fustes nem sempre retos, medições a outras alturas do tronco devem ser testadas no ajuste das equações.

STEWART et al. (1992) utilizaram diâmetros tomados a 0,1 m, 0,3 m e 0,5 m do solo na determinação do melhor ajuste de equações para espécies de região seca da América Central. Segundo estes autores, a precisão da equação de regressão é definida não somente pelo número de diâmetros medidos, mas também pelo ponto onde foram feitas as medidas na árvore.

Na determinação da biomassa de espécies do cerrado brasileiro, PELLICO NETTO & OLIVEIRA FILHO (1982) utilizaram medidas da circunferência do tronco a 0,3 m do solo. Na avaliação de povoamentos de *P. juliflora* no Rio Grande do Norte, RIEGELHAUPT et al. (1988) também utilizaram diâmetros medidos a esta altura.

Com relação à proporcionalidade do peso total das diferentes partes da árvore, GURUMURTI et al. (1984) concluíram que a concentração porcentual da biomassa foliar de *P. juliflora* em relação ao total, decresce com a idade e que a casca, tronco e galhos correspondem a três quartos da biomassa total. Segundo MACHADO (1977), diversos estudos indicam que a proporção das principais partes da biomassa é mais ou menos constante, sendo aproximadamente 75% de galhos e troncos, 15 a 20% de raízes, 6% de folhas e 1 a 2 % de outras partes vegetais vivas.

Quanto à produtividade de madeira ou da biomassa de espécies de *Prosopis*, ZAKIA et al. (1989), em levantamentos de algarobais em crescimento espontâneo em várzea, baixio, e tabuleiros e encostas no Rio Grande do Norte, encontraram incrementos médios anuais para peso da matéria seca do material lenhoso de 9,4 , 1,6 e 0,62 t/ha/ano, respectivamente para estas áreas.

Em Petrolina, em plantios de *P. juliflora* espaçados de 3 x 2 m, LIMA (1986) constatou volume médio de madeira de 15 m<sup>3</sup>/ha, estimado aos cinco anos de idade, enquanto que RIBASKI (1987), em plantios espaçados de 3 x 4 m, constatou, para peso do material lenhoso, 17,67 kg/ha de matéria seca de *P. juliflora* plantada isolada e 2,76 kg/ha, quando consorciada com *Cenchrus ciliaris* L, aos 30 meses após o plantio.

No sudeste do Arizona, EUA, CHOJNACKY (1991) encontrou para *P. velutina*, volume médio do material lenhoso variando entre 0,02 a 2,42 m<sup>3</sup>/ha/ano. Na Argentina, plantações de *P. alba* com 10 anos de idade, espaçadas de 2 x 2 m e em sítios regulares produziram 7 m<sup>3</sup>/ha/ano ( GOOR & BARNEY, 1976; NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE, 1984).

## 6.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram estimados os pesos da matéria seca total lenhosa das árvores individuais aos oito anos de idade, utilizando equações apresentadas na TABELA 17, ajustadas por LIMA & OLIVEIRA (sd). Nestas equações, D corresponde ao diâmetro quadrático médio do tronco tomado a 0,3 m do solo. Em cada área útil da parcela (324 m<sup>2</sup>), os pesos estimados das árvores individuais foram somados, obtendo-se o peso total das árvores por parcela e, por extrapolação, por hectare.

Para análise da produção de madeira entre espécies, utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições para os pesos do material lenhoso de *P. alba*, *P. chilensis*, *P. juliflora* e *P. pallida*, e três repetições para *P. velutina* e *P. glandulosa*. Para comparação das médias foi utilizado o teste de DUNCAN ao nível de 95% de probabilidade.

Na avaliação da porcentagem do peso da matéria seca lenhosa em relação ao peso total da árvore, em função dos diâmetros dos troncos e ramos, foram amostradas aleatoriamente quatorze árvores de cada espécie. De cada árvore derrubada, foram pesadas, separadamente, todas as partes do componente lenhoso e folhas. O material foi dividido em seis classes, correspondendo ao peso do material lenhoso dos galhos com diâmetro inferior a 1 cm; com diâmetros entre 1,1 a 3 cm; 3,1 a 5,0 cm; 5,1 a 7,0 cm; 7,1 a 9,0 cm, e diâmetros

superiores a 9,0 cm. De cada classe, foram retiradas amostras para a determinação do peso da matéria seca.

TABELA 17 - EQUAÇÕES PARA ESTIMAR O PESO DE MADEIRA (Y) EM kg, DE ESPÉCIES DE *Prosopis*, EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO (D) a 0,30 m DE ALTURA.

| ESPÉCIES             | EQUAÇÃO                | R <sup>2</sup> | Syx   |
|----------------------|------------------------|----------------|-------|
| <i>P. alba</i>       | $Y = 0,1820 \cdot D^2$ | 0,95           | 0,181 |
| <i>P. chilensis</i>  | $Y = 0,1382 \cdot D^2$ | 0,97           | 0,056 |
| <i>P. glandulosa</i> | $Y = 0,1990 \cdot D^2$ | 0,95           | 0,073 |
| <i>P. juliflora</i>  | $Y = 0,3835 \cdot D^2$ | 0,97           | 0,220 |
| <i>P. pallida</i>    | $Y = 0,3913 \cdot D^2$ | 0,95           | 0,208 |
| <i>P. velutina</i>   | $Y = 0,1583 \cdot D^2$ | 0,95           | 0,064 |

FONTE: LIMA & OLIVEIRA (sd)

A secagem do material lenhoso e folhas foi feita em estufa a 105° C até peso constante. Com base nos pesos da matéria seca das amostras, foram estimados os pesos da matéria seca de cada árvore e o seu correspondente por hectare.

Para a estimativa do volume empilhado (Ve), só foi considerado o material lenhoso com diâmetro superior a 1 cm. Para a estimativa do volume real (Vr), utilizou-se a metodologia descrita em MACDICKEN et al. (1991), onde são convertidos os valores de peso do material lenhoso em volume, quando se conhece a densidade básica e o teor de umidade da madeira com base no peso da matéria verde.

A densidade da madeira foi estimada pela retirada de cunhas de discos de aproximadamente 2,5 cm de espessura, correspondente à base, a 25, a 50 e a 75 % da altura do fuste de quatorze árvores, por espécie, e determinada pela expressão:

$$db = PS / (PV - PI)$$

onde,

db = densidade básica da madeira (g/cm<sup>3</sup>);

PS = peso da madeira seca (g);

PV = peso da madeira verde (g);

PI = peso da madeira saturada (g).

A densidade básica média dos discos foi calculada através da média aritmética dos valores obtidos para as respectivas cunhas. A densidade básica média das árvores, por espécie, foi estimada pela média ponderada das densidades obtidas na base, a 25, a 50 e a 75% da altura do fuste das mesmas, segundo metodologia descrita em PEREIRA et al. (1986), pela expressão:

$$D_b = D_0(d_0^2) + D_{25}(2d_{25}^2) + D_{50}(2d_{50}^2) + D_{75}(d_{75}^2) / d_0^2 + 2d_{25}^2 + 2d_{75}^2 + d_{75}^2$$

onde;

$D_b$  = densidade básica média da árvore

$D_0$  = densidade básica relativa à base da árvore

$D_{25}$  = densidade básica relativa a 25% da altura da árvore

$D_{50}$  = densidade básica relativa a 50% da altura da árvore

$D_{75}$  = densidade básica relativa a 75% da altura da árvore

$d_0$  = diâmetro relativo à base da árvore

$d_{25}$  = diâmetro relativo a 25% da altura da árvore

$d_{50}$  = diâmetro relativo a 50% da altura da árvore

$d_{75}$  = diâmetro relativo a 75% da altura da árvore

Na estimativa do número de estacas por árvores e por espécie, considerou-se como medidas, dimensões de 2 m para o comprimento e diâmetro mínimo de 9 cm para cada estaca.

### 6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na TABELA 18 são apresentados os valores para a porcentagem do peso da matéria seca lenhosa em relação ao peso da matéria seca total das árvores, encontrados para as diferentes espécies de *Prosopis* em Petrolina, aos oito anos de idade. O peso da matéria seca lenhosa corresponde, em média, entre espécies, a 90,4% do peso seco total da árvore. A estimativa da produção de folhagem foi de 9,6 %. A produção anual de folhagem tem sido estimada tanto por valores da biomassa estabelecida quanto pela queda de folhas. Os dois métodos tendem a dados subestimados e não verdadeiros (MADGWICK, 1973).

Segundo BRAY & GORHAN (1964), citados por MADGWICK (1973), estimativas da biomassa assumem que a produção anual é igual ao peso de folhas produzidas no ano de idade das árvores, avaliadas no final do período de crescimento. Tal suposição não leva em

conta qualquer decréscimo no peso de folhas individuais no final do período de crescimento, perdas devido ao ataque de insetos e flutuações na produção foliar quando há interesse em estimativas durante longos períodos. Quando o processo é determinado pela queda de folhas, a produção irá depender do tipo de amostragem.

TABELA 18 - PORCENTAGEM DA BIOMASSA LENHOSA E FOLIAR DAS PLANTAS DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE, AOS OITO ANOS DE IDADE, NO ESPAÇAMENTO DE 6 x 6 m.

| ESPÉCIES             | PARTE DA PLANTA |                  |
|----------------------|-----------------|------------------|
|                      | FOLHAS          | MATERIAL LENHOSO |
| <i>P. alba</i>       | 6.6             | 93.4             |
| <i>P. chilensis</i>  | 9.0             | 91.0             |
| <i>P. glandulosa</i> | 17.3            | 82.7             |
| <i>P. juliflora</i>  | 5.6             | 94.4             |
| <i>P. pallida</i>    | 10.3            | 89.7             |
| <i>P. velutina</i>   | 8.8             | 91.2             |
| MÉDIA GERAL          | 9.6             | 90.4             |

As espécies *P. juliflora* e *P. alba* foram as que apresentaram menores porcentagens de peso da matéria seca de folhas em relação ao peso da matéria seca total da árvore. Na época de avaliação do povoamento, início do verão, as plantas se encontravam infestadas de insetos. As espécies mais danificadas pela ação desfolhadora de larvas de *Melipotis ochrodes* (Guinée) [Lepidoptera: Noctuidae] foram *P. juliflora*, *P. alba* e *P. pallida*.

As porcentagens de folhas em *P. juliflora* encontradas neste experimento estão próximas à encontrada por GURUMURTI et al. (1984), para esta mesma espécie em plantios na Índia, espaçados de 1,3 x 1,3 m. Na avaliação feita por estes autores, a biomassa total da matéria seca produzida aos 18, 24, 30, 36 e 48 meses de idade foi de 19,69; 41,39; 69,11; 114,62 e 148,63 t/ha, respectivamente. Das 148,63 t/ha produzidas aos 48 meses, 4,1 % correspondem a folhas, 19,8 % a raízes, e 76,1 % a biomassa utilizável. Destes, 21,9 % correspondem a madeira, 3,3 % a casca e 50,9 % a ramos e galhos.

As espécies, em geral, apresentaram 32,9 % de umidade no material lenhoso. Os teores de umidade encontrados em função das classes em que foram agrupados os troncos e

galhos, são apresentados na TABELA 19. Os maiores teores (média de 39,3 %) estão concentrados nos ramos finos com diâmetros inferiores a 1 cm, decrescendo para as partes mais grossas da base do tronco. Os maiores teores de umidade foram verificados no material lenhoso de *P. alba* (39,8 %).

TABELA 19 - TEOR DE UMIDADE (%) COM BASE NO PESO DA MATÉRIA VERDE DOS TRONCOS, RAMOS E GALHOS DAS ESPÉCIES DE *Prosopis*, EM FUNÇÃO DAS CLASSES DIAMÉTRICAS EM QUE FORAM AGRUPADAS

| Espécies             | Classes          |                 |                 |                 |                 |                 | Média |
|----------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
|                      | <1 cm            | 1,1-3           | 3,1-5           | 5,1-7           | 7,1-9           | >9 cm           |       |
| <i>P. alba</i>       | 42,8<br>(± 4,2)  | 40,8<br>(± 4,4) | 40,7<br>(± 4,8) | 39,5<br>(± 5,9) | 37,2<br>(± 3,7) | 37,6<br>(± 3,5) | 39,8  |
| <i>P. chilensis</i>  | 38,1<br>(± 5,5)  | 35,5<br>(± 2,8) | 34,3<br>(± 3,6) | 32,3<br>(± 4,7) | 29,4<br>(± 7,4) | 30,3<br>(± 7,3) | 33,2  |
| <i>P. glandulosa</i> | 35,9<br>(± 5,1)  | 31,6<br>(± 1,9) | 31,2<br>(± 2,2) | 31,4<br>(± 4,4) | 31,2<br>(± 2,6) | 32,0<br>(± 1,5) | 32,2  |
| <i>P. juliflora</i>  | 42,5<br>(± 5,1)  | 30,1<br>(± 7,1) | 29,9<br>(± 5,2) | 27,0<br>(± 3,8) | 25,9<br>(± 4,0) | 23,6<br>(± 3,7) | 29,8  |
| <i>P. pallida</i>    | 40,1<br>(± 11,4) | 34,7<br>(± 3,0) | 34,3<br>(± 3,2) | 28,6<br>(± 2,8) | 26,3<br>(± 2,4) | 25,1<br>(± 2,2) | 31,5  |
| <i>P. velutina</i>   | 36,5<br>(± 7,0)  | 32,4<br>(± 2,3) | 30,7<br>(± 3,8) | 28,9<br>(± 6,7) | 28,4<br>(± 6,3) | 28,2<br>(± 5,9) | 30,9  |
| MEDIA                | 39,3             | 34,0            | 33,5            | 31,3            | 29,7            | 29,5            | 32,9  |

Números entre parênteses referem-se aos desvios-padrão encontrados.

A produção da biomassa lenhosa seca (t/ha) e a porcentagem do peso da matéria seca obtida em relação às diversas classes diamétricas dos troncos, galhos e ramos das árvores, por hectare, são apresentados na TABELA 20. As espécies *P. glandulosa* e *P. velutina* concentraram maior peso do material lenhoso em galhos e ramos finos com diâmetros inferiores a 3,0 cm, diâmetro mínimo para comércio de lenha. Com estes resultados, correspondendo a 74 e 68% do peso total da matéria seca lenhosa produzida,

respectivamente, para estas espécies, ficam limitadas as recomendações para plantios com fins energéticos, a não ser que se disponha de tecnologia apropriada para a utilização da madeira com dimensões reduzidas (< 3 cm).

*P. juliflora* foi a espécie que apresentou menor porcentagem do peso da matéria seca dos ramos com diâmetro inferior a 3,0 cm (38%), em relação ao peso total. Isto significa maior aproveitamento do material lenhoso para a energia. Maiores porcentagens do peso da matéria seca dos ramos e galhos com diâmetros superiores ao diâmetro comercial mínimo para lenha foram observadas em *P. juliflora* (62%), *P. alba* (56%) e *P. pallida* (49%).

Na TABELA 20 são apresentados os pesos da matéria seca lenhosa das espécies de *Prosopis*, em Petrolina, aos oito anos de idade, em função das classes diaamétricas em que foram agrupadas.

TABELA 20 - BIOMASSA LENHOSA SECA (t/ha) ENCONTRADA NAS ESPÉCIES DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE, AOS OITO ANOS DE IDADE, AGRUPADAS POR CLASSE DE DIÂMETRO.

| Classes         | ESPÉCIES       |                     |                      |                     |                   |                    |
|-----------------|----------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
|                 | <i>P. alba</i> | <i>P. chilensis</i> | <i>P. glandulosa</i> | <i>P. juliflora</i> | <i>P. pallida</i> | <i>P. velutina</i> |
| Troncos e ramos |                |                     |                      |                     |                   |                    |
| < 1cm           | 1,556<br>(25)  | 0,924<br>(32)       | 1,517<br>(43)        | 4,609<br>(17)       | 4,653<br>(30)     | 1,431<br>(33)      |
| 1,1 - 3,0       | 1,173<br>(19)  | 0,765<br>(26)       | 1,108<br>(31)        | 5,828<br>(21)       | 3,330<br>(21)     | 1,540<br>(35)      |
| 3,1 - 5,0       | 1,066<br>(17)  | 0,581<br>(20)       | 0,441<br>(12)        | 6,230<br>(25)       | 2,726<br>(17)     | 0,822<br>(19)      |
| 5,1 - 7,0       | 0,765<br>(12)  | 0,246<br>(8)        | 0,159<br>(5)         | 3,985<br>(15)       | 2,052<br>(13)     | 0,191<br>(4)       |
| 7,1 - 9,0       | 0,608<br>(10)  | 0,179<br>(6)        | 0,166<br>(5)         | 2,982<br>(11)       | 1,363<br>(9)      | 0,196<br>(5)       |
| > 9,0           | 1,104<br>(17)  | 0,237<br>(8)        | 0,138<br>(4)         | 2,982<br>(11)       | 1,535<br>(10)     | 0,170<br>(4)       |
| TOTAL(t/ha)     | 6,272c         | 2,932c              | 3,529c               | 27,109a             | 15,666b           | 4,350c             |

Números entre parênteses indicam a porcentagem média em relação ao total, por espécie. Médias com letras iguais numa mesma linha não diferem entre si ao nível de probabilidade de 95%, pelo teste de Duncan.

O peso da matéria seca lenhosa total por hectare, encontrado para *P. juliflora* (27,109 t/ha) é significativamente superior ao encontrado para as demais espécies. *P. pallida* apresentou produção de 15,666 t/ha, *P. alba* 6,222 t/ha, *P. velutina* 4,350 t/ha, *P. glandulosa* 3,529 t/ha e *P. chilensis* 2,932 t/ha. As produções de lenha por hectare de *P. alba* e *P. chilensis*, espécies arbóreas, não diferiram estatisticamente das de *P. glandulosa* e *P. velutina*, espécies arbustivas, provavelmente em função da alta mortalidade ocorrida em *P. alba* e *P. chilensis*.

A média do volume real (Vr) e empilhado (Ve) das árvores, por espécies, relativo ao material lenhoso com diâmetro superior a 1 cm, é apresentada na TABELA 21. O fator médio de conversão do volume empilhado para o real é de 0,46 entre as espécies. O maior valor foi em *P. alba* (0,54) e o menor em *P. velutina* (0,40).

TABELA 21 - PESO DA MATÉRIA SECA (PMS), DENSIDADE BÁSICA MÉDIA (Db), VOLUME E FATOR DE EMPILHAMENTO (Vr/Ve) EM ESPÉCIES DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE

| ESPÉCIES             | PMS<br>(kg/arv.) | Db<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | VOLUME                       |                | FATOR<br>Vr/Ve |
|----------------------|------------------|----------------------------|------------------------------|----------------|----------------|
|                      |                  |                            | Vr<br>(m <sup>3</sup> /arv.) | Ve<br>(st/arv) |                |
| <i>P. alba</i>       | 49,4             | 0,66                       | 0,075                        | 0,140          | 0,54           |
| <i>P. chilensis</i>  | 19,5             | 0,71                       | 0,027                        | 0,060          | 0,45           |
| <i>P. glandulosa</i> | 15,8             | 0,76                       | 0,021                        | 0,041          | 0,51           |
| <i>P. juliflora</i>  | 92,4             | 0,91                       | 0,102                        | 0,224          | 0,46           |
| <i>P. pallida</i>    | 57,3             | 0,89                       | 0,064                        | 0,155          | 0,41           |
| <i>P. velutina</i>   | 17,7             | 0,76                       | 0,023                        | 0,058          | 0,40           |

As médias obtidas para as diferentes espécies, para as densidades média das árvores, encontram-se nas TABELAS 21 e 22. As densidades básicas da madeira estão de acordo com os descritos para as espécies do gênero e compatíveis com os das madeiras de espécies de caatinga utilizadas como energia nas indústrias. Densidades de 0,85 a 1,13 g/cm<sup>3</sup> já haviam sido constatadas em madeira de *P. juliflora* no Nordeste (DRUMOND et al., 1985; ZAKIA et al., 1989; ANDRADE, 1985).

Na TABELA 22 são apresentados os valores encontrados para a densidade da madeira a diversas alturas do fuste. Os maiores valores foram encontrados próximo à base do

tronco. Em todas as espécies observou-se tendências decrescentes da base, no sentido topo. *P. juliflora* foi a espécie que apresentou a maior densidade básica média da madeira, na ordem de  $0,91 \text{ g/cm}^3$ , aos oito anos de idade.

TABELA 22 - DENSIDADE BÁSICA ( $\text{g/cm}^3$ ) DA MADEIRA DAS ESPÉCIES DE *Prosopis*, A DIFERENTES ALTURAS DO FUSTE, AOS OITO ANOS DE IDADE, EM PETROLINA-PE

| ESPÉCIES             | Seções do fuste em função da altura da árvore (H) |      |      |      |       |
|----------------------|---|------|------|------|-------|
|                      | base  | 25%H | 50%H | 70%H | Média |
| <i>P. alba</i>       | 0,67  | 0,66 | 0,64 | 0,63 | 0,66  |
| <i>P. chilensis</i>  | 0,71  | 0,70 | 0,69 | 0,67 | 0,71  |
| <i>P. glandulosa</i> | 0,77  | 0,74 | 0,75 | 0,74 | 0,76  |
| <i>P. juliflora</i>  | 0,93  | 0,87 | 0,82 | 0,73 | 0,91  |
| <i>P. pallida</i>    | 0,94  | 0,85 | 0,82 | 0,74 | 0,89  |
| <i>P. velutina</i>   | 0,76  | 0,75 | 0,74 | 0,72 | 0,76  |

Quanto ao aproveitamento da material lenhoso para lenha e carvão, aos oito anos de idade, em função do diâmetro limite em torno dos 3 cm, pré-estabelecido como economicamente viável para este fim, somente em *P. alba*, *P. juliflora* e *P. pallida* pode-se aproveitar cerca dos 75% do comprimento do fuste, enquanto que nas demais espécies, somente 50% (Tabela 23).

TABELA 23 - DIÂMETROS (cm) DO FUSTE (MÉDIA  $\pm$  DESVIO) DAS ESPÉCIES DE *Prosopis*, A DIFERENTES ALTURAS DA ÁRVORE (H), AOS ANOS DE IDADE, EM PETROLINA-PE.

| ESPÉCIES             | Seções do fuste em função da altura da árvore (H) |               |               |               |
|----------------------|---|---------------|---------------|---------------|
|                      | base  | 25%H          | 50%H          | 75%H          |
| <i>P. alba</i>       | $15,7 \pm 3,5$                                    | $8,1 \pm 1,5$ | $5,4 \pm 1,2$ | $2,9 \pm 1,1$ |
| <i>P. chilensis</i>  | $11,3 \pm 2,7$                                    | $4,3 \pm 1,3$ | $2,8 \pm 0,9$ | $1,5 \pm 0,4$ |
| <i>P. glandulosa</i> | $10,3 \pm 2,0$                                    | $4,0 \pm 1,8$ | $2,3 \pm 0,7$ | $1,4 \pm 0,3$ |
| <i>P. juliflora</i>  | $16,2 \pm 2,5$                                    | $5,8 \pm 0,7$ | $4,2 \pm 0,7$ | $2,2 \pm 0,3$ |
| <i>P. pallida</i>    | $14,7 \pm 3,7$                                    | $7,8 \pm 2,1$ | $5,1 \pm 1,0$ | $3,1 \pm 0,7$ |
| <i>P. velutina</i>   | $10,6 \pm 3,9$                                    | $3,5 \pm 1,5$ | $2,1 \pm 0,8$ | $1,2 \pm 0,3$ |

Na TABELA 24 são apresentados as estimativas de estacas obtidas nas diferentes espécies de *Prosopis*, tendo sido avaliadas todas as plantas das parcelas do experimento.

TABELA 24 - NÚMERO MÉDIO DE ESTACAS OBTIDAS POR ÁRVORE EM ESPÉCIES DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE, AOS OITO ANOS DE IDADE.

| ESPÉCIES            | número de estacas |
|---------------------|-------------------|
| <i>P. alba</i>      | 1,9 ± 1,9         |
| <i>P. chilensis</i> | 0,4 ± 1,1         |
| <i>P. juliflora</i> | 4,2 ± 2,9         |
| <i>P. pallida</i>   | 1,6 ± 1,2         |

Na decisão do manejo quanto a exploração do povoamento para a obtenção de estacas para a construção de cercas, além do aproveitamento do restante do material lenhoso para a produção de lenha e carvão, o maior número de estacas foi obtido em árvores de *P. juliflora*. Nesta espécie foram encontradas em média 4,2 estacas com dimensões de dois metros de comprimento e diâmetro mínimo de nove centímetros, por árvore. Na maioria das vezes, estas estacas correspondiam ao próprio número de fuste das árvores. As demais espécies que apresentaram média de duas estacas por planta, foram *P. alba* e *P. pallida*. As espécies *P. glandulosa* e *P. velutina* não apresentaram estacas com estas dimensões.

## 7 ASPECTO FORRAGEIRO

As forragens, de acordo com sua disponibilidade nutricional, podem ser divididas em uma parte altamente digestível, constituída pelo conteúdo celular e outra, de menor e variável digestibilidade, constituída pelos componentes da parede celular. O conteúdo celular consiste de carboidratos solúveis, proteína bruta, compostos orgânicos solúveis em éter e cinza solúveis. A fração fibrosa, denominada parede celular, é de grande importância nas avaliações de forragens (THIAGO, 1982).

O consumo voluntário de forragem pelo ruminante é determinado por fatores inerentes ao animal e à planta. A vegetação que ocorre na região de Petrolina, dominada pelo estrato arbustivo-arbóreo, tem como disponibilidade 500 kg de forragem/ha no estrato herbáceo. Essa quantidade de fitomassa forrageira contribui para o baixo potencial de produção animal. Na época seca os animais chegam a perder até 25% de seu peso máximo alcançado na época chuvosa, pois, com a queda das folhas das espécies caducifólias, a disponibilidade de forragem se torna quase nula (ALBUQUERQUE, 1988).

Para manter boa performance de uma unidade bovina adulta na região, são necessários 15 a 20 hectares de caatinga (SALVIANO et al., 1982) e de 1 a 3 hectares para uma unidade caprina (GUIMARÃES FILHO & SOARES, 1988).

Uma das alternativas para melhorar o desempenho animal na região é a prática da suplementação volumosa, ou do aumento da disponibilidade de fitomassa à disposição dos rebanhos. No que se refere à suplementação, vagens da algarobeira constituem importante fonte de carboidratos e proteínas, sendo comparáveis à cevada ou milho. Elas são consumidas por bovinos, caprinos, ovinos, suínos e equídeos, podendo ser fornecidas inteiras ou trituradas.

### 7.1 REVISÃO DE LITERATURA

Diversos autores têm relatado resultados vantajosos na engorda de animais com vagens de algarobeiras. BARBOSA et al. (1985) sugeriram, ao se fornecer vagens ao gado, suplementar com uma fonte de nitrogênio não protéico para aproveitar o excesso de energia produzido no rúmen. As vagens provocam forte redução do amoníaco livre do meio de incubação, indicando forte predomínio dos processos de síntese de proteína microbiana sobre o processo de desaminação.

NOBRE (1982b) observou tendência de aumento da produção de leite, gordura e sólidos totais, à medida que foi substituindo o farelo de trigo pela vagem de algaroba triturada na alimentação de vacas em lactação. Entretanto, SILVA et al. (1982) não constataram diferenças quanto ao ganho de peso em bovinos de corte em confinamento, pela substituição do farelo de trigo pela vagem triturada da algaroba.

BARROS & QUEIROZ FILHO (1982), ao estudarem o valor nutritivo da algaroba como suplemento energético em substituição ao melaço em ração para ruminantes, observaram tendências de elevação da digestibilidade aparente da matéria seca, energia bruta e proteína bruta, com aumento dos níveis da algaroba na ração. Nível de 45% de farinha de vagens da algaroba na ração balanceada de grãos de sorgo foi a que proporcionou melhores resultados econômicos e ganho de peso na engorda de ovinos (BUZO et al., 1972).

O fornecimento de vagens e folhas de algarobeira ao gado simultaneamente, pode resultar numa benéfica associação, pois no estudo da estimativa da proteína digestível no intestino (PDI), os resultados obtidos se revelaram complementários (BARBOSA, 1985).

De acordo com HAKKILA et al. (1987), na região do Novo México (EUA), folhas e frutos de *Prosopis glandulosa* contribuem em 11% na dieta total dos bovinos. No período de agosto a outubro, todo o consumo da espécie corresponde a vagens e, em março, às folhas caídas do ano anterior.

LYON et al. (1988) estudaram o valor nutritivo das folhas de seis espécies ou cultivares de *Prosopis* e as análises indicaram que todas são apropriadas para forragem. Todavia, a digestibilidade "in vitro" estava negativamente correlacionada com os índices dos compostos fenólicos. As espécies com alta concentração foram significativamente menos digestivas que as de baixo teor fenólico.

A digestibilidade e o conteúdo de proteína bruta (PB) estão entre as mais significativas medidas químicas na determinação da qualidade da dieta animal. A digestibilidade é definida como a fração de um alimento que não se recupera nas fezes e implica em aproveitamento metabólico por parte do animal. A proteína bruta (N x 6,25) tem, através do nitrogênio, a importância de ser o principal constituinte dos tecidos dos animais, havendo necessidade contínua de abastecimento do mesmo (KIRMSE, 1985). O baixo conteúdo de proteína (< 7,0%) ou alto grau de lignificação são fatores que também reduzem o consumo total de minerais (CONRAD et al., 1985).

A melhor medida de se avaliar a qualidade nutricional da forragem é quando a mesma for selecionada pelo próprio animal em pastejo. Segundo McCLYMONT (1967), citado por THIAGO (1982), a palatabilidade é definida como sendo a propriedade de uma ração em

eliciar os estímulos olfativo, gustativo, tátil e cinestésio, que afetam sua relativa comestibilidade.

Segundo MUTHANA (1988) e GORGATTI NETO (1987), embora as folhas de *P. juliflora* apresentem considerável teor de PB, as mesmas apresentam baixa palatabilidade. A presença de tanino nas folhas pode ser a causa da baixa aceitação natural das mesmas, pelo animal.

Os taninos são complexos fenólicos polímeros que variam na estrutura química e atividade biológica. São encontrados dois grupos naturais de taninos: hidrolizados, que ocorre principalmente em frutos, e condensados, comumente encontrados em forragens. Os hidrolizados são digestíveis pelos animais e os condensados não (McLEOD, 1974).

Os taninos podem ser considerados fatores antinutricionais quando acima de 5% da matéria seca, na dieta dos animais (McLEOD, 1974). Acima deste nível eles reduzem a atividade microbiana no rúmen e progressivamente diminuem a digestibilidade da folhagem. Os teores ideais estão entre 2 a 4 % (BARRY & FORSS, 1983).

Os fatores que reduzem o consumo de forrageiras, tais como baixos conteúdos de proteína ou alto grau de lignificação também reduzem o consumo total de minerais (CONRAD et al., 1985). As bactérias do rúmen dos animais requerem um mínimo de 6-8% de PB de forragem para uma eficiente fermentação do material (VAN SOEST (1982), citado por KIRMSE et al., 1987).

Quanto aos teores de minerais, tanto nas folhas quanto nos frutos, podem variar em função da idade e capacidade de absorção de cada espécie, manejo da cultura, estação do ano e sítio. Segundo CONRAD et al. (1985), desbalanços minerais (deficiências ou excesso) nos solos e nas forragens têm sido responsáveis por problemas de baixa produção, bem como problemas reprodutivos amplamente observados entre ruminantes em pastejo nos trópicos. Pelo menos quinze elementos minerais são reconhecidos como nutricionalmente essenciais para ruminantes: cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cloro (Cl), magnésio (Mg), enxofre (S), cobalto (Co), cobre (Cu), iodo (I), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), selênio (Se) e zinco (Zn). Sob condições tropicais os elementos minerais mais deficientes nas forragens são o Ca, P, Na, Cu, Co, I, Se e Zn.

A relação ideal Ca:P na alimentação animal é de 2:1, sendo a mínima aceitável de 1:1. A relação 7:1 tem sido reportada como satisfatória na dieta de animais (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1971 e 1976). Os ruminantes podem tolerar uma maior variação destes elementos, particularmente quando o nível de vitamina D é alto. Relações dietéticas

abaixo de 1:1 e maior que 7:1 mostram que o crescimento e eficiência alimentar decresceram significativamente (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1971; CONRAD et al., 1985).

Os requerimentos dos principais minerais para gado de corte indicam que 0,18-1,04% de Ca e 0,18-0,70% de P são adequados para o crescimento e engorda de novilhos; 0,04-0,18% de Na são adequados para ruminantes em pastejo, sendo o nível mais alto para vacas em lactação (CONRAD et al., 1985).

## 7.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas folhas verdes e frutos maduros após a queda ao solo de 90 plantas de *Prosopis*, sendo quinze por espécie, escolhidas aleatoriamente para a determinação de nutrientes, composição proximal e digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS).

A coleta das folhas obedeceu sistemática de igual porção, tanto da parte superior quanto da inferior da copa, retirados no sentido dos quatro pontos cardeais, misturados e transformados em uma única amostra. As mesmas foram compostas por porções de cinco plantas cada, para folhas e frutos. As folhas foram coletadas nos meses de fevereiro e outubro/novembro de 1991, correspondendo, respectivamente, aos períodos de chuva e seca na região. As vagens foram colhidas nos meses de outubro/novembro.

As amostras, em número de três por espécie, foram levadas para o laboratório e secas em estufas de ventilação forçada a 60° C, por 48 horas. Após a secagem, foram trituradas em moinho tipo "Willey" e passadas em peneira de 1 mm (40 "mesh"). Parte do material foi enviado ao Laboratório de Nutrição Animal do CPATSA, para análise proximal, de acordo com a ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1975), e determinação da DIVMS pelo método TILLEY & TERRY (1963) modificado pela Michigan State University, conforme descrição de TINNIMIT (1974).

Para a determinação de tanino, as amostras foram enviadas ao Laboratório de Nutrição Animal, da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA), em Recife -PE, e analisadas de acordo com a ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1975).

Outra porção das amostras foi encaminhada ao Laboratório de Nutrição de Plantas para a determinação dos nutrientes. O cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio foram determinados com o uso do extrato nitroperclórico. O cálcio, magnésio, sódio e potássio foram determinados por absorção atômica e o fósforo por colorimetria, usando-se como redutor o ácido ascórbico. O nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldahl.

### 7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 7.3.1 Valor Nutritivo

##### 7.3.1.1 Vagens

Os valores de DIVMS das vagens não diferiram entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), conforme dados apresentados na TABELA 25, sendo que todas as espécies apresentaram índices de digestibilidade superiores a 65%.

TABELA 25 - COMPOSIÇÃO PROXIMAL E DIGESTIBILIDADE "IN VITRO" DA MATÉRIA SECA (DIVMS) DE VAGENS DE *Prosopis*, COLHIDAS EM OUTUBRO/NOVEMBRO DE 1991, EM PETROLINA-PE.

| ESPÉCIES             | PB<br>(%) | EE<br>(%) | FB<br>(%) | ENN<br>(%) | CINZAS<br>(%) | DIVMS<br>(%) |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|------------|---------------|--------------|
| <i>P. glandulosa</i> | 10,36 ab  | 2,60 ab   | 9,45 b    | 70,44      | 7,15          | 79,65 a      |
| <i>P. juliflora</i>  | 7,82 b    | 1,16 b    | 12,43 b   | 72,49      | 4,48          | 74,59 a      |
| <i>P. pallida</i>    | 8,08 b    | 1,25 b    | 22,13 a   | 63,99      | 4,98          | 67,91 a      |
| <i>p. velutina</i>   | 11,35 a   | 3,16 a    | 14,28 ab  | 65,21      | 6,00          | 71,40 a      |

FB - Fibra Bruta PB - Proteína Bruta EE - Extrato Etéreo ENN - Extrativos Não Nitrogenados  
Valores seguidos da mesma letra em uma mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ )

Com relação à composição proximal, as análises demonstraram interação significativa ( $P < 0,05$ ) para PB, EE, FB. O menor valor encontrado de PB, em *P. juliflora* (7,82%), não diferiu dos obtidos com *P. pallida* (8,08%) e *P. glandulosa* (10,36%), mas significativamente inferior ao de *P. velutina* (11,35%). Todas as espécies apresentaram valor de PB de acordo com o mínimo requerido pelo rúmen dos animais.

Comparando os índices de PB e DIVMS obtidos nas vagens das *Prosopis* com os encontrados na vegetação de caatinga (TABELA 26), verifica-se que os mesmos, em alguns casos, são semelhantes aos de espécies tradicionalmente consideradas como forrageiras na região.

TABELA 26 - PROTEÍNA BRUTA (PB) e DIGESTIBILIDADE DE ALGUMAS ESPÉCIES DA CAATINGA

| ESPÉCIES                        | Parte da Planta | PB %  | Digestibilidade % | FONTE                          |
|---------------------------------|-----------------|-------|-------------------|--------------------------------|
| <i>Anadenanthera macrocarpa</i> | fl              | 14,52 | 48,65             | PASSOS (1990)                  |
| <i>Aspidosperma pyrifolium</i>  | fl              | 12,46 | 43,75             | PASSOS (1990)                  |
| <i>Caesalpinia ferrea</i>       | fr              | 7,04  | 59,65             | CARVALHO et al (1992)          |
| <i>Caesalpinia pyramidalis</i>  | fl              | 14,89 | 45,42             | PASSOS (1990)                  |
| <i>Calliandra depauperata</i>   | fl              | 14,16 | 44,48             | PASSOS (1990)                  |
| <i>Calliandra depauperata</i>   | fl              | 10,9  |                   | PARÁ & ARAÚJO FILHO 1984       |
| <i>Manihot pseudoglaziovii</i>  | fl              | 20,88 | 62,29             | SALVIANO & NUNES (1988)        |
| <i>Maytenus ilicifolia</i>      | fl              | 7,04  | 19,05             | PASSOS (1990)                  |
| <i>Mimosa hostilis</i>          | fl              | 14,28 | 40,92             | PASSOS (1990)                  |
| <i>Parkia platycephala</i>      | fr              | 7,76  | 72,64             | CARVALHO & RAMOS (1982)        |
| <i>Mimosa sp</i>                | fr              | 16,25 | 60,15             | VALE et al (1985)              |
| <i>Mimosa hostilis</i>          | fl              | 16,25 | 21,81             | CARVALHO FILHO & SALVIANO 1982 |
| <i>Spondias tuberosa</i>        | fl              | 15,14 | 64,71             | PASSOS (1990)                  |
| <i>Zizyphus joazeiro</i>        | fl              | 15,20 | 43,70             | FREIRE et al (1985)            |

OBS: fl - folha fr - fruto

Valores de PB de 10,19 e 9,19 % foram encontrados, respectivamente, por NOBRE (1982a) e BARROS & QUEIROZ FILHO (1982), em vagens de *P. juliflora* colhidas no Nordeste do Brasil. No norte do Peru, ZEVALLOS & HIGAONNA (1977/1978) encontraram 9,8% de PB em frutos de *P. pallida*, enquanto que valores de 7,8% foram encontrados por SUARES & SAÉNS (1977/1978) para esta mesma espécie, na mesma região.

BECKER & GROSJEAN (1980), nos Estados Unidos, encontraram, respectivamente, valores de 9,38 e 11,81 % de PB em vagens de *P. glandulosa* e *P. velutina*. No Sudão, para vagens de *P. chilensis*, GABAR (1988) encontrou valores de 12,49 % de PB. As concentrações de elementos minerais nas forragens, além de variarem entre espécies, é função do tipo de solo e clima onde vegetam.

## 7.3.1.2 - Folhas

Na análise dos componentes foliares dos períodos secos e chuvoso, houve diferenças significativas entre espécies para os valores médios da composição proximal e DIVMS (TABELA 27). Houve interação significativa pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) entre épocas de colheita dos materiais e níveis de PB, EE e FB. As médias entre os valores de PB dos dois períodos observados em *P. alba*, *P. chilensis* e *P. velutina* foram superiores aos de *P. juliflora*, que não diferiu de *P. glandulosa* e *P. pallida*.

TABELA 27 - MÉDIA DA COMPOSIÇÃO PROXIMAL E DIGESTIBILIDADE "IN VITRO" DA MATÉRIA SECA (DIVMS) DE FOLHAS DE *Prosopis*, COLHIDAS NOS PERÍODOS DE CHUVA E SECA, EM PETROLINA-PE.

| ESPÉCIES             | PB<br>%  | EE<br>% | FB<br>%  | DIVMS<br>% |
|----------------------|----------|---------|----------|------------|
| <i>P. alba</i>       | 23,27 a  | 5,50 ab | 24,04 a  | 57,06 a    |
| <i>P. chilensis</i>  | 24,03 a  | 4,21 c  | 18,97 b  | 31,63 b    |
| <i>P. glandulosa</i> | 21,24 ab | 5,05 b  | 22,53 ab | 60,16 a    |
| <i>P. juliflora</i>  | 18,49 b  | 5,60 ab | 21,24 ab | 59,06 a    |
| <i>P. pallida</i>    | 17,83 b  | 6,12 a  | 23,33 a  | 55,55 a    |
| <i>P. velutina</i>   | 23,59 a  | 5,51 ab | 23,84 a  | 57,94 a    |

Valores seguidos da mesma letra em uma mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ )

Para EE, os valores observados demonstram significância entre espécies, sendo o menor valor encontrado o de *P. chilensis* (4,21%). Para FB, o menor valor também foi encontrado em *P. chilensis* (18,17%), porém não diferindo dos valores encontrados em *P. juliflora* (21,24%) e *P. glandulosa* (22,53%).

Com relação à digestibilidade, *P. chilensis* também foi a que apresentou menor taxa (31,63%). Para esta espécie, CONTRERAS TAPIA (1982) apresentou valores de 58,29 e 77,11% de digestibilidade para folhas e frutos, respectivamente, no Pampa do Tamarugal, Chile.

Na TABELA 28, são apresentados teores de PB e DIVMS encontrados nas folhas de *Prosopis*, nos períodos observados. Somente *P. alba* apresentou aumento da digestibilidade

das folhas (9,2%) do período chuvoso para o seco. As demais espécies declinaram de 1 a 12%. No geral, a digestibilidade média declinou de 54,7% em abril, para 52,4% em agosto.

TABELA 28 - VALORES DE PB, DIVMS E TANINO ENCONTRADOS NAS ESPÉCIES DE *Prosopis*, NAS AVALIAÇÕES DOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO

| ESPÉCIES             | PB (%)  |         | DIVMS (%) |         | Tanino (%) |
|----------------------|---------|---------|-----------|---------|------------|
|                      | Época 1 | Época 2 | Época 1   | Época 2 | Época 2    |
| <i>P. alba</i>       | 24,68   | 21,85   | 54,55     | 59,58   | 1,97       |
| <i>P. chilensis</i>  | 24,69   | 23,37   | 32,62     | 30,64   | 4,35       |
| <i>P. glandulosa</i> | 17,87   | 24,61   | 63,07     | 57,25   | 2,25       |
| <i>P. juliflora</i>  | 19,53   | 17,45   | 59,48     | 58,73   | 1,89       |
| <i>P. pallida</i>    | 16,76   | 18,90   | 57,05     | 54,05   | 2,01       |
| <i>P. velutina</i>   | 22,73   | 24,46   | 61,77     | 54,10   | 2,25       |

Época 1 (chuvoso)- fevereiro de 1991    Época 2 (seco)- outubro/novembro de 1991

Quanto ao teor de PB, as espécies *P. glandulosa*, *P. pallida*, e *P. velutina* apresentaram, respectivamente, acréscimo de 37,7 , 12,8 e 7,6%. *P. alba*, *P. chilensis* e *P. juliflora* apresentaram, respectivamente, decréscimos de 11,5 , 5,3 e 10,7% nos teores de PB do período seco ao chuvoso. Em geral, observa-se decréscimo entre estes períodos.

KIRMSE et al. (1987) constataram declínio das concentrações de PB na vegetação de caatinga de 15% observado no início do período de crescimento, em março, para 7% no período mais seco, em dezembro.

Os valores de PB e DIVMS das folhas das *Prosopis* foram , em geral, superiores aos de algumas espécies nativas encontradas na caatinga (TABELA 26) e de *Prosopis* cultivadas em outras regiões semi-áridas. Teores de PB em torno de 14,4% foram encontrados por ZEVALLOS & HIGAONNA (1977/1978), no Peru, em folhas de *P. pallida*. No Sudão, teores de 14,79% foram encontrados por GABAR (1989) em folhas de *P. chilensis*.

Quanto ao teor de tanino nas folhas, que pode intervir tanto na palatabilidade quanto na redução da atividade microbiana no rúmen dos animais, as concentrações variaram entre espécies, sendo maior em *P. chilensis* (4,35 %) e menor em *P. juliflora* (1,89 %), conforme apresentado na TABELA 28. Os valores estão no nível aceitável para dieta dos animais, estando os teores de *P. chilensis* um pouco acima, tadavia não ultrapassando o limite crítico.

### 7.3.2 Teor de Minerais

#### 7.3.2.1 Vagens

Os valores de N foram discutidos, indiretamente, em valor nutritivo ( $PB = N \times 6,25$ ). Quanto aos demais elementos, os valores encontrados nas vagens são demonstrados na TABELA 29. Não se observou diferenças nos teores de macro e nos de microelementos entre os frutos de *Prosopis*. Os valores de Ca e P estão abaixo dos teores requeridos para ruminantes em pastejo. Todavia, a relação encontrada de Ca:P, de 1,4:1 para *P. glandulosa*; 2,2:1 para *P. juliflora*; 1,8:1 para *P. pallida*, e 2,2:1 para *P. velutina*, estão dentro do ideal para a alimentação de ruminantes.

TABELA 29 - REQUERIMENTOS MINERAIS SUGERIDOS PARA RUMINANTES EM PASTEJO (COM BASE NA MATÉRIA SECA) E CONCENTRAÇÃO ENCONTRADA EM VAGENS DE *Prosopis*, EM PETROLINA, PE.

| Elementos<br>Minerais | Requerimentos | <i>P. glandulosa</i> | <i>P. juliflora</i> | <i>P. pallida</i> | <i>P. velutina</i> |
|-----------------------|---------------|----------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| N (%)                 | -             | 1,66                 | 1,25                | 1,29              | 1,82               |
| P (%)                 | 0,16 - 0,40   | 0,06                 | 0,07                | 0,06              | 0,05               |
| K (%)                 | 0,50 - 1,20   | 1,79                 | 1,40                | 1,56              | 1,86               |
| Ca(%)                 | 0,21 - 0,60   | 0,09                 | 0,15                | 0,11              | 0,12               |
| Mg(%)                 | 0,04 - 0,25   | 0,28                 | 0,20                | 0,21              | 0,24               |
| Na(ppm)               | 400 - 1800    | 98                   | 271                 | 111               | 114                |
| Cu(ppm)               | 4 - 10        | 6                    | 7                   | 16                | 7                  |
| Fe(ppm)               | 10 - 50       | 11                   | 18                  | 54                | 17                 |
| Mn(ppm)               | 6 - 40        | 10                   | 11                  | 26                | 10                 |
| Zn(ppm)               | 10 - 40       | 18                   | 17                  | 54                | 34                 |

\*FONTE: CONRAD et al.(1985)

No Sudão, GABAR(1988) relata proporções de Ca:P em *P. chilensis* de 2,33:1, sendo o teor de P de 0,17%. Nos Estados Unidos, BECKER & GROSJEAN (1980) encontraram em frutos de *P. velutina* teores de 0,53% da Ca e 1,27% de P, e em *P. glandulosa*, teores de 0,30 e 1,02% para Ca e P, respectivamente.

Os teores de K e Mg encontrados nos frutos das *Prosopis*, em Petrolina, chegam a ser superiores aos requeridos para ruminantes em pastejo e, embora o requerimento dietético mínimo de Fe e Mn para ruminantes não esteja ainda muito bem estabelecido, os valores encontrados nas vagens de *Prosopis* estão dentro do padrão ideal.

As análises para o Zn demonstram que *P. juliflora* e *P. glandulosa* apresentam teores abaixo do mínimo requerido. O requerimento mínimo de Zn para ruminantes (10 ppm), varia com a forma química ou combinação na qual o elemento ocorre com outros componentes da dieta (CONRAD et al. 1985). Com relação ao elemento Cu, as espécies apresentaram teores dentro do intervalo ideal requerido, com exceção da *P. pallida*, que apresentou teor acima.

Quanto ao acúmulo de macro e micronutrientes entre os frutos de *P. glandulosa*, *P. juliflora*, *P. pallida* e *P. velutina*, os macronutrientes obedeceram à ordem N>K>Mg>Ca>P para todas as espécies. Com relação aos micronutrientes, *P. glandulosa* e *P. velutina* tiveram a mesma ordem Zn>Fe>Mn>Cu, enquanto que em *P. juliflora* houve inversão de concentração nos elementos Zn e Fe, e em *P. pallida*, as concentrações destes elementos foram iguais.

#### 7.3.2.2 Folhas

Concentrações médias dos elementos minerais nas folhas, nos períodos de fevereiro (chuvoso) e outubro/novembro (seco) de 1981 são apresentadas nas TABELAS 30 e 31. Os conteúdos de P, Ca, Mg, Na, Fe e Mn diferiram entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ) para os períodos analisados.

TABELA 30 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA (%) DE MACRONUTRIENTES EM FOLHAS DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE.

| ESPÉCIES             | N       | P         | K       | Ca     | Mg      |
|----------------------|---------|-----------|---------|--------|---------|
| <i>P. alba</i>       | 3,59 ab | 0,122 abc | 1,41 ab | 0,87 b | 0,54 ab |
| <i>P. chilensis</i>  | 3,68 ab | 0,137 ab  | 1,31 ab | 0,75 b | 0,50 ab |
| <i>P. glandulosa</i> | 4,02 a  | 0,129 abc | 1,45 a  | 0,58 b | 0,48 b  |
| <i>P. juliflora</i>  | 3,24 b  | 0,104 c   | 1,16 b  | 1,72 a | 0,75 a  |
| <i>P. pallida</i>    | 3,13 b  | 0,102 c   | 1,35 ab | 1,49 a | 0,75 a  |
| <i>P. velutina</i>   | 4,09 a  | 0,143 a   | 1,51 a  | 0,68 b | 0,39 b  |

Valores seguidos da mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ )

TABELA 31 - CONCENTRAÇÃO MÉDIA (ppm) DE MICRONUTRIENTES E SÓDIO (Na) EM FOLHAS DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE

| ESPÉCIE              | Cu   | Fe     | Mn     | Zn   | Na      |
|----------------------|------|--------|--------|------|---------|
| <i>P. alba</i>       | 32 a | 266 ab | 111 ab | 93 a | 380 ab  |
| <i>P. chilensis</i>  | 31 a | 182 ab | 68 b   | 73 a | 211 bc  |
| <i>P. glandulosa</i> | 30 a | 156 b  | 62 b   | 73 a | 125 c   |
| <i>P. juliflora</i>  | 33 a | 325 ab | 165 a  | 67 a | 505 a   |
| <i>P. pallida</i>    | 30 a | 366 a  | 167 a  | 64 a | 317 abc |
| <i>P. velutina</i>   | 30 a | 211 ab | 44 b   | 97 a | 117 c   |

Valores seguidos da mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ )

Os teores encontrados de P encontrados nas folhas das *Prosopis*, estão abaixo dos requeridos para ruminantes em pastejo, pois, de acordo com CONRAD et al. (1985), teores de P entre 0,18-0,70% são adequados para crescimento e engorda de novilhos; de 0,31-0,40% para vacas em lactação, e de 0,16-0,37% para carneiros.

A maior concentração média de P foi encontrada nas folhas de *P. velutina* (0,143%), que não diferiu dos valores encontrados em *P. chilensis* (0,137%), *P. alba* (0,129%) e *P. glandulosa* (0,122%).

Nos Estados Unidos, WIGTMAN & FELKER (1990) encontraram, em folhas de *P. alba*, teores de 0,416 e 0,271% de P, respectivamente, para as localidades de Kingsville e Zachry. GABAR (1988), no Sudão, encontrou teores de 0,16% de P nas folhas de *P. chilensis*.

Quanto à relação Ca:P, as análises demonstram proporções de 7,1:1 para folhas de *P. alba*; 4,8:1 para *P. velutina*; 5,5:1 para *P. chilensis*; 4,5:1 para *P. glandulosa*; 16,5:1 para *P. juliflora*, e 16,6:1 para *P. pallida*. Neste caso, as proporções de Ca:P encontradas em folhas de *P. juliflora* e *P. pallida* extrapolam o intervalo de 1:1 a 7:1, podendo causar distúrbios no crescimento e eficiência alimentar dos animais que delas se alimentarem, a não ser que o manejador acrescente P na ração para manter o equilíbrio desejado.

A relação Ca:P encontrada por GABAR (1988) em folhas de *P. chilensis*, no Sudão, foi de 11,75:1, enquanto que WIGHTMAN & FELKER (1990) encontraram, para *P. alba*, nos Estados Unidos, relação de 2,4:1 e 3,9:1 para os sítios em que foram coletadas as amostras.

Nas TABELAS 32 e 33 estão relacionados os conteúdos de cada elemento mineral encontrado em folhas de *Prosopis*, nos períodos chuvoso e seco, em Petrolina.

TABELA 32 - CONCENTRAÇÃO DE MACRONUTRIENTES E SÓDIO (Na) EM FOLHAS DE *Prosopis* NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO, EM PETROLINA-PE

| ELEMENTOS | PERÍ-<br>ODO | P. alba | P. chilensis | P.<br>glandulosa | P. juliflora | P.<br>pallida | P. velutina |
|-----------|--------------|---------|--------------|------------------|--------------|---------------|-------------|
| N (%)     | 1            | 3,82    | 3,56         | 4,00             | 3,53         | 3,21          | 3,92        |
|           | 2            | 3,36    | 3,80         | 4,05             | 2,94         | 3,04          | 4,27        |
| P (%)     | 1            | 0,146   | 0,138        | 0,163            | 0,122        | 0,120         | 0,143       |
|           | 2            | 0,098   | 0,135        | 0,095            | 0,085        | 0,083         | 0,144       |
| K (%)     | 1            | 1,66    | 1,38         | 1,59             | 1,38         | 1,38          | 1,67        |
|           | 2            | 1,16    | 1,23         | 1,32             | 0,94         | 1,32          | 1,34        |
| Ca (%)    | 1            | 0,54    | 0,94         | 0,51             | 1,35         | 1,46          | 1,36        |
|           | 2            | 1,20    | 0,55         | 0,65             | 2,08         | 1,52          | 0,61        |
| Mg (%)    | 1            | 0,35    | 0,51         | 0,41             | 0,58         | 0,78          | 0,38        |
|           | 2            | 0,74    | 0,49         | 0,56             | 0,92         | 0,72          | 0,40        |
| Na (ppm)  | 1            | 95      | 131          | 118              | 206          | 163           | 68          |
|           | 2            | 665     | 292          | 131              | 804          | 470           | 166         |

Período: 1 - chuvoso - fevereiro de 1991      2 - seco - outubro/novembro de 1991

Com relação a concentração média de sódio (Na) nas folhas, os teores também se apresentaram abaixo dos requerimentos para nutrição de ruminantes em pastejo, à exceção do conteúdo médio entre os dois períodos, observados para as folhas de *P. juliflora*. Conforme dados apresentados na TABELA 31, os menores teores foram encontrados em folhas de *P. velutina* (117 ppm) e *P. alba* (125 ppm), todavia não diferindo do conteúdo encontrado em folhas de *P. chilensis* (211 ppm) e *P. pallida* (317 ppm). Com relação a concentração verificada entre os períodos chuvoso e seco, as maiores foram observadas no período seco (TABELA 32), chegando a demonstrar um aumento dos teores de Na em *P. alba*, de 600% do período úmido para o seco.

Os valores encontrados para Na no período chuvoso estão abaixo dos recomendados. Para o período seco, somente os valores encontrados em *P. juliflora*, *P. alba* e

*P. pallida* atendem a estes requerimentos. Os demais elementos minerais analisados nas folhas atendem aos requerimentos para ruminantes em pastejo.

TABELA 33 - CONCENTRAÇÃO DE MICRONUTRIENTES EM FOLHAS DE *Prosopis* NOS PERÍODOS CHUVOSO E SECO, EM PETROLINA-PE

| ELEMENTOS | PERÍ-<br>ODO | P. alba | P. chilensis | P.<br>glandulosa | P.<br>juliflora | P.<br>pallida | P. velutina |
|-----------|--------------|---------|--------------|------------------|-----------------|---------------|-------------|
| Cu (ppm)  | 1            | 22      | 31           | 26               | 27              | 28            | 36          |
|           | 2            | 41      | 31           | 39               | 39              | 32            | 23          |
| Fe (ppm)  | 1            | 75      | 136          | 108              | 409             | 172           | 148         |
|           | 2            | 457     | 228          | 205              | 515             | 557           | 274         |
| Mn (ppm)  | 1            | 72      | 86           | 56               | 79              | 149           | 45          |
|           | 2            | 150     | 50           | 67               | 251             | 185           | 42          |
| Zn (ppm)  | 1            | 101     | 76           | 68               | 53              | 60            | 86          |
|           | 2            | 86      | 69           | 121              | 80              | 68            | 108         |

Período: 1 - chuvoso - fevereiro de 1991    2 - seco - outubro/novembro de 1991.

Quanto ao acúmulo de macronutrientes observados em folhas destas leguminosas, constatou-se, em *P. juliflora* e *P. pallida*, sequência de N>Ca>K>Mg>P, enquanto que em *P. alba*, *P. chilensis*, *P. glandulosa* e *P. velutina*, sequência de N>K>Ca>Mg>P. Com relação aos microelementos, sequência de Fe>Mn>Zn>Cu foram observados em *P. alba*, *P. juliflora* e *P. pallida*. Sequência de Fe>Zn>Mn>Cu foram constatadas em *P. chilensis*, *P. glandulosa* e *P. velutina*.

## 8 ASPECTO FITOSSANITÁRIO

No estudo da interação de um ecossistema envolvendo inseto-planta, às vezes é difícil caracterizar a partir de que nível são danosas as atividades dos insetos sobre os vegetais. Algumas dessas ações são benéficas, como a polinização. Outras, embora sem apresentarem danos aparentes, podem ser componentes básicos ao estabelecimento de outras pragas ou doenças, que resultam, às vezes, na morte da planta.

Geralmente, consideram-se pragas quando a incidência do inseto toma proporções tais que os danos causados à planta influem significativamente na performance e no produto desejado da mesma. Em árvores, estas injúrias podem ser expressas na perda do incremento, degradação ou deterioração da madeira.

### 8.1 REVISÃO DE LITERATURA

Segundo RAFES (1970), a redução da capacidade fotossintética das plantas pelos insetos é expressa pelo consumo das folhas, tecido lenhoso, seiva e órgãos reprodutivos. Entretanto, muitas das atividades não podem ser mensuradas em termos quantitativos nas estimativas dos efeitos dos insetos sobre a produção florestal. Insetos devoradores de órgãos reprodutivos em qualquer estágio de desenvolvimento podem diminuir a produção de frutos, mas normalmente não influenciam no incremento de crescimento das árvores, tanto para a produção de madeira quanto para folhagem. O consumo de folhagens durante vários períodos de crescimento influencia no incremento de formação da madeira em diferentes níveis.

De acordo com IEDE (1986), os fatores que influenciam no processo que transforma um inseto em praga florestal são quando os ecossistemas naturais são modificados ou destruídos, ou ainda, por eliminação de hospedeiros nativos e a consequente introdução de outros.

Segundo FRANKLIN (1970) os insetos desfolhadores mais importantes pertencem às ordens Hymenoptera, Coleoptera e Lepidoptera, podendo ser agrupados de acordo com seu sistema de alimentação.

KULMAN (1971) relata os efeitos de alguns insetos desfolhadores sobre o crescimento e mortalidade de árvores, onde a perda de crescimento é proporcional à quantidade de folhas perdidas. A importância da folhagem no crescimento e sobrevivência da planta decresce diretamente com a idade e inversamente com sua exposição. Árvores decíduas geralmente mostram uma resposta imediata para a desfolha se ela ocorre antes da

emissão da brotação. Muitas sobrevivem a diversas desfolhações e produzem novas folhas na mesma estação. Agentes secundários, como o sítio, idade da árvore e condições climáticas influenciam a sobrevivência das árvores desfolhadas.

Com relação a danos causados em *Prosopis*, grande parte dos estudos se concentra em sementes e frutos, face ao potencial forrageiro que estas partes das planta representam. JOHNSON (1983) relata as principais pragas que infestam as sementes e as espécies de *Prosopis* mais atacadas.

No Texas, em *Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*, SMITH & UECKERT (1974) listaram insetos coletados nas flores e frutos, informando que *Chlorochroa ligata* (Say) [Hymenoptera: Pentatomidae] reduziu a produção de sementes em até 70% e que *Algarobius prosopis* (le Conte) [Coleoptera: Bruchidae] em até 20%.

Segundo UECKERT (1973), *Mozenza obtusa* (Uhler) [Hemiptera: Coreidae] suga os frutos ainda imaturos de *P. glandulosa* causando diminuição do peso de matéria seca das vagens, das sementes e da percentagem de germinação. As mudas originárias de sementes alimentadas por este inseto foram significativamente menores e menos vigorosas do que as provenientes de sementes sadias.

Na região do Pampa do Tamarugal, Chile, HABIT et al. (1981) relataram em espécies de *Prosopis*, a ocorrência de *Leptotes trigemmatius* Butter [Lepidoptera: Lycaenidae] como inseto que danifica folhas, inflorescências e frutos; *Tephriopsis menor* Dognin [Lepidoptera: Geometridae] e *Heteropysylla texana* Craw [Homoptera: Psyllidae] danifica folhas e inflorescências. Outros insetos que destróem as folhas de *Prosopis* são *Hemiberlesia rapax* Const. [Homoptera: Diaspididae] e *Aphis* sp. [Homoptera: Aphididae].

Com relação a inflorescência, HABIT et al. (1981) relataram ainda a ação do *Ithome* sp [Lepidoptera: Walshidae] e *Frankliniella rodeos* Moulton [Thysanoptera: Tripidae]. Em frutos, há ocorrência de *Cryptophlebia carpophagoides* Clarke [Lepidoptera: Olethreutidae] e *Scutobrachrus gastoi* Kingsolver [Coleoptera: Bruchidae].

Quanto ao controle entomológico, FERREIRA (1982) relatou estudos realizados no Chile, onde árvores tratadas com inseticidas chegaram a produzir, em média, 160 kg de frutos por ano, enquanto testemunhas produziram 10 kg/ano, em média. COGOLLOR et al. (1985) concluíram que *Ithome* sp. e *Leptodes trigemmatius* foram os principais agentes causadores da redução de frutos de *P. tamarugo* em Zapiga, Chile, sendo a produção média de vagens tratadas com Thiodan 26-31/X aumentada em 436,21% em relação à testemunha.

GASTELUMENDI (1987/1988) constatou que *Scotobrachrus ceratioborus* Philippi [Coleoptera: Bruchidae] é o inseto mais freqüente em frutos de *Prosopis*, coletados no Norte

do Peru. Os demais insetos encontrados foram *Lasperyresia* sp [Lepidoptera: Tortricidae], *Lasioderma sericome* Fabricius [Coleoptera: Anobiidae], *Cathartus quadricollis* Güerin [Coleoptera: Cucujidae] e *Plodia interpunctella* Hubner [Lepidoptera: Pyralidae].

Na Índia, SACHAN & PAL (1973) observaram ataques de *Eurytoma* sp [Homoptera: Eurytomidae] provocando a formação de galhas em *Prosopis cineraria*. Na Argentina, MAZZUFERI (1988) citou a ação dos *Oncideres saga* (Dalman) e *Oncideres germari* (Thomson) como serradores de galhos das algarobeiras, sem contudo afirmar o grau de importância da praga, já que não se tem quantificado os danos causados.

No Nordeste do Brasil as primeiras citações de serradores em algarobeiras foram feitas por CARVALHO et al. (1968), ao relatar ocorrência de *Oncideres limpida* Bates 1985 [Coleoptera: Cerambycidae] em *P. juliflora*, em municípios do Estado de Pernambuco. Além deste cerambycídeo, ARRUDA et al. (1988) relataram a ocorrência de *Aorcadocerus barbatus*, *Coccoderus novempunctatus* Gemar, *Neoclytus rufus* Oliv., *Neosozineus griseolus* Hoffn, *Oreodera quinquetuberculata* Drapier, e *Trachyderes thoraxicus* Oliv. Na Paraíba, RAMALHO (1972) relatou a presença e danos causados por *Oncideres saga* (Dalman) em plantas de *P. juliflora*.

Quanto a danos em folhagens, LIMA (1982) observou redução da área foliar em *P. juliflora*, causada por *Stiphra robusta* Mello-Leitão [Orthoptera: Proscopiidae], sem, contudo, causar aparentemente danos à planta. Nos municípios do Rio Grande do Norte e Paraíba, ocorrências de *Ascia monuste orseis* Latr. [Lepidoptera: Pieridae] desfolhando plantas de *P. juliflora* foram relatados por LIMA & HAJI (sd).

Em frutos de *P. juliflora*, no Nordeste, ARRUDA et al. (1988) constataram presença de *Lasioderma* sp [Coleoptera: Anobiidae]. Em sementes, MORAES et al. (1981) constataram danos provocados por *Mimosetes mimosae* F. [Coleoptera: Bruchidae].

## 8.2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados levantamentos de pragas e doenças nas plantas de *Prosopis* durante a condução do ensaio, em intervalos periódicos de 2-3 meses, desde a instalação do mesmo em fevereiro de 1984 até janeiro de 1993.

Quando os insetos se apresentavam em níveis populacionais considerados elevados ou causando danos às plantas, eram amostrados para posterior identificação e catalogação no Laboratório de Entomologia do CPATSA. A identificação dos insetos não catalogados no CPATSA foi solicitada ao Centro de Identificação de Insetos Fitófagos - CIIF, em Curitiba(PR).

Para análise dos dados, cada árvore foi considerada como uma repetição. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com o número de repetições variando em função da sobrevivência das plantas, em cada período analisado.

Na análise dos danos causados por serradores, verificou-se o número e dimensões dos galhos serrados. A estimativa da matéria seca e área foliar perdida baseou-se no peso e medida foliar de 20 galhos retirados de quatro plantas de *Prosopis*, por espécie, simulando o ataque do inseto. Os comprimentos e diâmetros dos galhos utilizados nesta simulação foram semelhantes aos destruídos pelo inseto, e encontrados sob a copa das árvores. A determinação da área foliar foi através do somatório de todas as folhas encontradas nestes ramos, com auxílio de um medidor e integrador automático (LI-COR 3100, Nebraska-EUA). O peso da matéria seca foi determinado através da pesagem do material lenhoso e foliar, seco em estufa a 105° C durante 24 horas.

A avaliação dos danos causados pelas espécies desfolhadoras foi baseada em uma escala de notas de classificação visual, que variaram de 1 a 4 (não desfolhadas a muito desfolhadas).

### 8.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 8.3.1 Lagartas desfolhadoras

No período de novembro de 1987, foram observados altos níveis populacionais de lagartas desfolhadoras em todas as espécies de *Prosopis*, que diminuíram após as primeiras chuvas.

As lagartas se encontravam em galhos e ramos das plantas, devorando folhas novas e velhas, diminuindo grande parte da área foliar de algumas árvores. Nos horários mais quentes do dia, a maioria das lagartas se encontrava agrupada em fendas existentes nos troncos das árvores e solo.

Embora se observasse ação generalizada destes desfolhadores em todas as espécies de *Prosopis*, as análises por planta demonstraram maior índice de desfolhamento em *P. alba*, *P. velutina* e *P. glandulosa* e menor ataque em plantas de *P. chilensis*, *P. juliflora* e *P. pallida*, naquele período.

Em dezembro de 1992, foi observada outra incidência destas lagartas, com altos índices de infestação em *P. juliflora*, *P. alba* e *P. pallida*, sendo estas as espécies mais

danificadas. Não se observaram grandes danos em *P. velutina* e *P. glandulosa*, sendo mínima a presença das lagartas em plantas de *P. chilensis*.

Segundo RAFES (1970), perdas de incremento de crescimento são negligenciáveis quando o consumo de folhas é abaixo de 50%. Se a perda for superior a 75% deve-se analisar os dados, principalmente em função das atividades dos grupos fenológicos de insetos (insetos da primavera, primavera-verão e verão-outono).

Em 1987, somente *P. alba* atingiu perda de folhagem estimada em torno de 70%, estando as demais espécies com estimativas abaixo de 50%. Em 1992, a infestação de lagartas atingiu cerca de 60% das árvores de *P. juliflora*, com mais de 80% de suas copas desfolhadas. As espécies *P. pallida* e *P. alba* apresentaram índices de desfolhamento abaixo de 50%. Estes insetos, após atingirem a fase adulta, foram identificados como sendo *Melipotis ochrodes* (Guiné) [Lepidoptera: Noctuidae], pelo Dr. V. Becker.

Embora pertencendo a uma outra espécie do gênero, UECKERT (1974) relatou a ação e danos de *Melipotis indomita* (Walker), no Texas, causando desfolhação severa em 58% das árvores de *P. glandulosa* var. *glandulosa*. Em algumas áreas, a redução foliar nas árvores chegou a 95%. CONTRERAS TAPIA (1982), no estudo da produtividade e manejo de ecossistemas de *Prosopis*, no Chile, relatou a ocorrência de *Melipotis trujillonsis* e *Melipotis walkeri* provocando desfolhamento em *P. tamarugo*. Desta forma, com aumento do plantio de *Prosopis* no semi-árido brasileiro e a presença do gênero *Melipotis* na região, é possível que este lepidóptero possa se tornar praga aos algarobais, como vem ocorrendo nos Estados Unidos e no Chile.

Segundo KULMAN (1971), alguns desfolhadores requerem, para sua ação, um enfraquecimento fisiológico da população das plantas para desenvolver um aumento de população. Um balanço desfavorável de água resulta em aumento de açúcar na folha, o qual pode ser favorável ao crescimento e sobrevivência do inseto. Na região, é comum a ocorrência de grandes períodos de déficit hídrico. Por outro lado, tem-se observado aumento da população de *Melipotis* em algarobais, em áreas vizinhas.

### 8.3.2 Gafanhotos

Surtos periódicos de *Stiphra robusta* Mello-Leitão [Orthoptera: Proscopiidae] foram observados em plantas de todas as espécies de *Prosopis*. Embora com níveis populacionais anuais altos, os danos foram considerados leves, sendo a maior preocupação quanto à frequência com que os mesmos vêm ocorrendo, pois, face a esta periodicidade, os danos

passam a ser cumulativos. Os maiores piques populacionais foram observados em 1985, 1987, 1989 e 1992.

A presença deste inseto surge a partir dos primeiros meses do ano, estando os mesmos ainda na fase jovem. Em março-abril, a maioria se encontra na fase adulta e o seu desaparecimento inicia-se a partir de junho. Em função do período estacional de ocorrência, estes insetos são caracterizados como de atividade verão-outono.

Os danos causados por estes insetos são a redução da área foliar e, conseqüentemente, da taxa fotossintética. Foram considerados leves os danos causados por estes ortópteros nas avaliações realizadas na área de plantio, a cada período de infestação dos mesmos. Não foram realizadas medidas de controle dos referidos insetos, quando dos períodos de infestação.

### 8.3.3 Serra-pau

A ação dos serra-paus anelando ramos de *Prosopis* e, conseqüentemente, causando a queda dos mesmos, foi constatada a partir do segundo ano de plantio. Na TABELA 34, é apresentada a porcentagem de árvores por espécie, danificadas por este inseto. As espécies *P. pallida* e *P. juliflora* foram as que sofreram maiores danos, com 80% e 54% de plantas com galhos serrados, respectivamente, em 1992, índice dobrado em relação à avaliação feita em 1989.

TABELA 34 - PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE *Prosopis* DANIFICADAS POR INSETOS "SERRA-PAUS"

| ESPÉCIES             | 1986 | 1989* | 1992 |
|----------------------|------|-------|------|
| <i>P. alba</i>       | -    | 6     | 17   |
| <i>P. chilensis</i>  | -    | 7     | 18   |
| <i>P. glandulosa</i> | -    | 7     | 14   |
| <i>P. juliflora</i>  | 4    | 38    | 54   |
| <i>P. pallida</i>    | 3    | 41    | 80   |
| <i>P. velutina</i>   | -    | 6     | 6    |

\* FONTE: TORRES, (1991)

O aumento dos danos observados no plantio foi função do incremento populacional dos insetos na área, já que desde sua primeira constatação não foram realizados trabalhos de erradicação ou controle, como a retirada e queima dos galhos serrados.

Na TABELA 35 estão relacionados os insetos "serradores" de ramos e galhos de *Prosopis*, em Petrolina, e o pessoal responsável por suas identificações. Pelo menos, cada espécie de *Prosopis* foi danificada por dois tipos de serra-pau, à exceção de *P. juliflora* e *P. alba*. O "serrador" *Nesozineus bucki* foi o único a danificar três espécies: *P. pallida*, *P. alba* e *P. glandulosa*.

TABELA 35 - RELAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DOS INSETOS "SERRADORES" DE RAMOS E GALHOS DE *Prosopis*, EM PETROLINA-PE

| INSETO   | IDENTIFICADOR DO CIIF | ESPÉCIE DE <i>Prosopis</i> |
|--|-----------------------|----------------------------|
| <i>Oncideres limpida</i> Bates, 1985               | R.C.Marinoni          | <i>P. juliflora</i>        |
|  |                       | <i>P. pallida</i>          |
| <i>Oncideres alicei</i> Lane, 1977                 | R.C.Marinoni          | <i>P. chilensis</i>        |
|  |                       | <i>P. velutina</i>         |
| <i>Nesozineus bucki</i> Breun., 1954               | R.C.Marinoni          | <i>P. pallida</i>          |
|  |                       | <i>P. alba</i>             |
|  |                       | <i>P. glandulosa</i>       |
| <i>Retrachydes thoracicus thoracicus</i> Ol., 1970 | D.S. Napp             | <i>P. chilensis</i>        |
|  |                       | <i>P. velutina</i>         |

Não foi determinado qual destes cerambicideos provocou maior dano às espécies de *Prosopis*. Entretanto, constatou-se maior ação destes insetos em galhos com diâmetro da área seccionada inferior a 0,8 cm. Somente em *P. pallida* e *P. juliflora* foram constatados danos em galhos com diâmetro superior a 2,5 cm na área seccionada, sendo de 18 e 41%, respectivamente, a porcentagem de árvores danificadas no povoamento. A média dos galhos serrados com esta especificação nas duas espécies, chegou a ser de cinco por árvore danificada.

Em Petrolina, a ação dos "serradores" se verificou no período outono-inverno. No Texas-EUA, UECKERT et al. (1971) constataram que o ataque de *Oncideres rhodostriata* em

*P. glandulosa* se verifica no outono, e que na área infestada, cerca de 90% das árvores foram danificadas e que 40% de todos os galhos serrados tinham diâmetro de 0,5 a 2,0 cm.

O comprimento médio dos galhos com diâmetro da área seccionada inferior a 0,8 cm, serrados pelos insetos e encontrados sob as árvores de *Prosopis*, bem como as estimativas de perdas da matéria seca e área foliar destes ramos, é apresentado na TABELA 36.

TABELA 36 - ESTIMATIVAS DE PERDA DE MATÉRIA SECA E ÁREA FOLIAR DE RAMOS DE *Prosopis* COM DIÂMETRO INFERIOR A 0,8 cm, OBTIDOS POR SIMULAÇÃO, EM FUNÇÃO DO COMPRIMENTO DE GALHOS SERRADOS POR INSETOS.

| ESPÉCIES             | COMPRIMENTO                         | ESTIMATIVAS DE PERDA |            |                                   |
|----------------------|-------------------------------------|----------------------|------------|-----------------------------------|
|                      | GALHOS SERRADOS<br>POR INSETOS (cm) | MATÉRIA SECA (g)     |            | ÁREA FOLIAR<br>(cm <sup>2</sup> ) |
|                      |                                     | LENHOSA              | FOLIAR     |                                   |
| <i>P. alba</i>       | 72 ± 8                              | 14,6 ± 5,6           | 6,8 ± 2,5  | 641 ± 79                          |
| <i>P. chilensis</i>  | 60 ± 12                             | 12,4 ± 2,7           | 6,1 ± 3,2  | 632 ± 208                         |
| <i>P. glandulosa</i> | 60 ± 17                             | 6,9 ± 0,6            | 3,7 ± 1,9  | 514 ± 89                          |
| <i>P. juliflora</i>  | 88 ± 19                             | 15,9 ± 5,9           | 10,3 ± 3,8 | 886 ± 146                         |
| <i>P. pallida</i>    | 95 ± 21                             | 23,9 ± 4,5           | 7,5 ± 4,1  | 704 ± 190                         |
| <i>P. velutina</i>   | 64 ± 13                             | 7,5 ± 2,5            | 3,6 ± 1,9  | 409 ± 160                         |

Com relação à perda de biomassa, WHITFORD et al. (1978) não encontraram diferenças significativas na média obtida das novas brotações e folhas dos galhos serrados por *Oncideres rhodosticta* ou simulados, quando comparados à testemunha. No presente ensaio, foram bem poucos os galhos que apresentaram brotações, quando serrados pelos "serradores". Não foi observada rebrota em galhos com diâmetro inferior a 2 cm.

#### 8.3.4 Outros insetos

Embora comuns em áreas de reflorestamento no país, mesmo sem controle, não se constatou prejuízos causados por formigas cortadeiras [Hymenoptera: Formicidae] nos plantios das algarobeiras, durante o período de estudo.

No ano de 1984, constatou-se nos galhos tenros das mudas de *Prosopis*, a presença de *Enchenopa* sp. [Homoptera: Membracidae], sem contudo acarretar danos aparentes às plantas. As espécies que apresentaram maior número de colônias destes insetos foram *P. chilensis* e *P. juliflora*.

Após o terceiro ano de implantação do ensaio, observou-se a ocorrência de cupins, principalmente nos troncos e galhos de algumas plantas ou partes delas que estavam mortas em estado de apodrecimento. Não foram identificadas as espécies de cupins presentes nos troncos, ramos e galhos das algarobeiras.

Em árvores totalmente saudáveis, a ação dos cupins se processou somente em ramos e galhos em decomposição que haviam sido seccionados pelos insetos serradores e que estavam presos a outros ramos e galhos na copa das árvores. As galerias se estendiam do solo até a copa das plantas. As evidências indicam que a presença destes insetos ocorreu após a morte do vegetal ou dos galhos dos mesmos. Na época de plantio, não se fez aplicação de inseticida nas covas das plantas.

Alguns frutos de *P. juliflora* e *P. pallida* foram encontrados danificados pela ação da abelha irapuá (*Trigona spinipes* Fabr. 1793 [Hymenoptera: Apidae]). Segundo VILELA PINGO (1988), frutos de *P. pallida*, no Peru, são comumente atacados por pássaros, fungos e insetos, mesmo antes de sua queda ao solo.

#### 8.3.5 Doenças

Não se constataram doenças provocadas por bactérias ou fungos que causassem redução do número de indivíduos entre as espécies de *Prosopis*. Todavia, em frutos de *P. juliflora*, *P. pallida*, *P. glandulosa* e *P. velutina*, foram observadas manchas escuras, que podem depreciar a qualidade dos mesmos.

Estas manchas, encontradas tanto em frutos verdes quanto em maduros, caídos ao solo ou ainda nos ramos das árvores, não foram freqüentes na área de estudo, sendo que, numa avaliação empírica nas parcelas, não atingiu a 5% das espécies, em geral.

Nos frutos, estas manchas não obedeciam uma posição definida de localização. Sua ocorrência foi notada, principalmente, do final da estação seca ao início da chuvosa. Levantamentos mais detalhados devem ser realizados, observando-se a porcentagem do número de vagens infestadas em relação ao total produzido pela árvore, por espécie, bem como área de infestação, posição dos frutos infestados em relação à trajetória do sol, e possíveis danos causados aos animais que ingerem em demasia as vagens contaminadas.

Amostras dos frutos com manchas foram levados ao Laboratório de Fisiopatologia Pós-Colheita do CPATSA, sendo identificados por Dr. M. M. Choudhury como associação dos fungos *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goindanish, *Fusarium* sp e *Cladasporium* sp.

MUCHOVEJ et al. (1989), estudando as causas de manchas escuras em frutos de *P. juliflora* no Nordeste, relatam a presença de *Macrophomina phaseolina* em 98% das vagens analisadas, sendo que os 2% restantes indicavam a presença de *Colletotrichum* sp. e *Fusarium oxysporum* Schlecht.

## 9 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Nas condições edafoclimáticas de Petrolina, com déficit hídrico anual em torno de 1500 mm, o comportamento das espécies de *Prosopis* confirma, em geral, a viabilidade do gênero em programas de florestamento em áreas de sequeiro, na região.

As espécies *Prosopis juliflora*, *P. pallida*, *P. glandulosa* e *P. velutina* apresentam bons índices de sobrevivência, rápido crescimento e desempenho, sendo indicadas para plantios na região, visando a produção de lenha ou forragem. A espécie *P. tamarugo* não se adapta às condições edafoclimáticas de Petrolina.

As espécies *P. chilensis* e *P. alba* devem ser reintroduzidas, envolvendo um maior número de matrizes e locais de ocorrência natural para reavaliação de suas potencialidades, na região. Recomenda-se introduzir sementes procedentes do semi-árido argentino, onde também ocorrem estas espécies.

O modelo de SMALEY & BAILEY, pré-estabelecido para a predição de sobrevivência das espécies de *Prosopis* na região, não apresenta precisão satisfatória, recomendando-se novos estudos utilizando outras equações de predição de sobrevivência.

O modelo de CHAPMAN-RICHARDS, pré-estabelecido para a predição de crescimento das espécies de *Prosopis*, apresenta precisão satisfatória. Todavia, recomenda-se novos estudos utilizando outros modelos matemáticos para determinação daquele que melhor se ajuste às espécies, na região.

As maiores alturas são encontradas em *P. juliflora*. Na maioria das vezes, a altura de plantas de *Prosopis* não corresponde ao comprimento real do eixo principal, face a plagiotropia de crescimento das árvores. Recomenda-se que a determinação dos incrementos (IMA e ICA) das espécies deste gênero deva ser realizada em função do volume do material lenhoso.

As espécies de *Prosopis* em estudo enquadram-se no modelo arquitetônico Troll de crescimento. São plantas de crescimento poliaxial, eixos vegetativos diferenciados, inicialmente ortotrópicos, passando a plagiotrópicos. Apresentam copa simples, com formas entre elíptica horizontal e umbeliforme, à exceção de *P. chilensis*. As espécies *P. glandulosa* e *P. velutina* são de porte arbustivo, enquanto que *P. juliflora*, *P. alba*, *P. pallida* e *P. chilensis* são arbóreas.

As plantas de *P. pallida*, como nos locais de origem, no Peru, apresentam mais de um fenótipo. Em Petrolina, apresentaram dois fenótipos: a forma decumbente e a armata.

Na região, a mudança foliar em *Prosopis* ocorre durante todo o ano, sendo que em todas as espécies, são observados dois pontos máximos nas curvas de floração e frutificação.

O pico de maior intensidade nestas fenofases ocorre na primavera. As fases de floração e frutificação têm início a partir do segundo ano de plantio. A frutificação ocorre nos meses que abrangem o período seco, quando é crítica a falta de forragem.

As espécies *P. velutina* e *P. glandulosa* apresentam maior plasticidade das fenofases floração e frutificação, e maior produção de vagens por planta, sendo estas espécies recomendadas para plantios visando produção de forragens (frutos). Em *P. chilensis* e *P. alba*, a produção de vagens nos primeiros oito anos de plantio é esporádica, ocorrendo em poucas árvores, podendo ser considerada nula.

A redução do número de plantas verificada em *P. pallida* e *P. juliflora*, que floresceram e produziram vagens nos primeiros oito anos de plantio, sugere a necessidade de maiores estudos fisiológicos e de manejo destas espécies, nestas fenofases.

O período de exsudação natural em plantas de *Prosopis*, coincide com o período seco da região. A maior exsudação espontânea é observada em espécies que apresentam baixo índice de sobrevivência. A intensidade de exsudação nos troncos e galhos evidencia a não adaptação e reação destas plantas às condições ambientais adversas da região.

Nas espécies de *Prosopis* em estudo, constata-se que a relação entre biomassa foliar e material lenhoso está dentro dos padrões percentuais obtidos nas espécies arbóreas, em geral. Quanto à produção do material lenhoso, as espécies *P. juliflora* e *P. pallida* são recomendadas para plantios, principalmente para a produção de energia, sendo que a primeira espécie destaca-se tanto pela capacidade produtiva de estacas, quanto de biomassa lenhosa para lenha e carvão. Na conversão do volume de lenha empilhada para volume sólido, o maior fator foi encontrado em *P. alba* e o menor em *P. velutina*.

Nos ramos finos (<1cm) das espécies de *Prosopis*, são encontrados os maiores teores médios de umidade do material lenhoso, decrescendo para as partes mais grossas da base das árvores. Os maiores teores são encontrados em *P. alba* e os menores em *P. juliflora*.

Por concentrarem maior peso do material lenhoso em ramos e galhos com diâmetro inferior a 3 cm, as espécies *P. glandulosa* e *P. velutina* não são indicadas para a produção de energia, em plantios a serem explorados até a idade de oito anos.

Entre as espécies de *Prosopis* cultivadas em Petrolina, a densidade básica média da madeira é variada, sendo maior em *P. juliflora* e menor em *P. alba*. A densidade básica média da madeira das espécies selecionadas para a produção de lenha é alta, comparável às de espécies de madeira pesada, excelentes para obtenção de energia calorífica.

Entre as espécies de *Prosopis* introduzidas em Petrolina, o maior número de estacas é encontrado em plantas de *P. juliflora*, sendo que as espécies arbustivas *P. glandulosa* e *P. velutina* não produziram estacas, até a idade estudada.

Os teores de Proteína Bruta (PB), tanino e Digestibilidade "in vitro" da Matéria Seca (DIVMS) de vagens e folhas das espécies de *Prosopis* demonstram o valor forrageiro das mesmas. Todas as espécies são consideradas boas forrageiras, apresentando índices de PB de acordo com o requerido pelo rúmen dos animais. Nas vagens, o maior teor é encontrado em *P. velutina* e o menor em *P. juliflora*. Nas folhas, o maior teor é encontrado em *P. chilensis* e o menor em *P. pallida*.

A digestibilidade da forragem das espécies de *Prosopis* é boa, à exceção de *P. chilensis*. Há declínio da digestibilidade das folhas do período chuvoso para o seco, à exceção de *P. alba*, e acréscimo de PB em *P. glandulosa*, *P. pallida* e *P. velutina*.

Não há diferenças nos teores de macro e microelementos encontrados nas vagens entre as diferentes espécies de *Prosopis* estudadas, havendo, entretanto, nas folhas. Os macronutrientes encontrados nas vagens de *P. glandulosa*, *P. juliflora*, *P. pallida* e *P. velutina* obedecem à mesma ordem de concentração, enquanto que, para os micronutrientes, há inversão dos elementos Zn e Fe, em *P. juliflora*. Nas folhas, os macronutrientes em *P. alba*, *P. chilensis*, *P. glandulosa* e *P. velutina* obedecem à mesma ordem, enquanto que em *P. juliflora* e *P. pallida*, há inversão dos elementos K e Ca.

A relação Ca:P nas vagens de *Prosopis* está dentro do ideal, porém, abaixo do requerido para alimentação de ruminantes. Nas folhas, os valores em *P. juliflora* e *P. pallida* extrapolam o intervalo desejável, podendo causar distúrbios no crescimento e eficiência alimentar dos animais. Os demais elementos variam em teores requeridos para ruminantes em pastejo, sem contudo, serem prejudiciais.

A ocorrência de insetos nos plantios de *Prosopis* não interferiu na sobrevivência das plantas, podendo, entretanto, ter influenciado no desenvolvimento das mesmas. Maior ação danosa deveu-se aos insetos da ordem Lepidóptera, Coleóptera, Ortóptera e Himenóptera.

A ação desfolhadora de *Melipotis ochrodes* e de *Stiphra robusta* nas Algarobeiras é cíclica, ocorrendo em períodos de verão-outono, sendo mais freqüente a incidência de *Stiphra robusta*. Entretanto, a ação de *Melipotis ochrodes* causa maior desfolhação nas plantas.

O aumento populacional e ação dos "serradores" nas Algarobeiras tornam estes insetos pragas potenciais, se medidas profiláticas não forem adotadas. Manchas escuras encontradas nas vagens das *Prosopis* são causadas por ação de fungos, principalmente *Macrophomina phaseolina*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBUQUERQUE, S. G. de. As pastagens do semi-árido do Nordeste. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.13, n.153/154, p.40-48, 1988.
2. ALLEM, A. C. ; VALLS, J. F. M. Recursos forrageiros nativos do Pantanal Matogrossense. Brasília : EMBRAPA-CERNAGEN, 1987. 339p. (EMBRAPA-CERNAGEN. Documentos,.8).
3. AMORIM NETO, M. da S. Estimativa da evapotranspiração potencial. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1989a. 17p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico,.31).
4. AMORIM NETO, M. da S. Balanço hídrico segundo Thornthwaite & Mather (1955). Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1989b. 27p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, 34).
5. ANDRADE, I. V. de. Contribuição da Sudene para utilização do potencial florestal do semi-árido. In: SEMINÁRIO SOBRE UTILIZAÇÃO FLORESTAL DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO ( 1.; 1984 :João Pessoa). *Silvicultura*, São Paulo, v. 10, n.37, p.9-17, 1985. Edição Especial
6. ANDRADE, G. de C.; CRISTO, R. C. de; HENRIQUES, O. N.; LIMA, P. C. F. Introdução e seleção de espécies de *Prosopis* na região semi-árida do Rio Grande do Norte. IN: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (7.:1993:Curitiba) *Floresta para o desenvolvimento: política, ambiente, tecnologia e mercado*. São Paulo: SBS/SBEF, 1993. v.1, p.134-136.
7. ANDRADE, M. C de. Padrões da agricultura nordestina. In: BANCO DO NORDESTE DO BRASIL (ed.). *Recursos e necessidades do Nordeste; um documento básico sobre a região nordestina* . Recife, 1964. p.321-342.
8. ALVES, A. Q. *Algaroba: uma experiência válida*. João Pessoa : Secretaria da Agricultura, Indústria e Comércio, 1972. 20p.
9. ARAÚJO, V.C. de. Fenologia de essências florestais amazônicas I. *Boletim do INPA - Pesquisas Florestais*, Manaus, n.4, p.1-21, 1970.
10. ARRUDA, G. P. de; ARRUDA, E. C. de; SANTOS, A. B. R. dos; HOLANDA, A. C. de A. *Sawyers and Borers (Coleoptera, Cerambycidae) of P. juliflora* In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PROSOPIS (2.: 1986 : Recife). The current state of knowledge on *Prosopis juliflora*. Rome : FAO, 1988. p.327-333.
11. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official Methods of Analysis*. 12 ed. Washington DC: AOAC, 1975.
12. ATTIWILL, P. M.; OVERTON, J. D. Determination of forest biomass. *Forest Science*, Bethesda, v.14, n.1, p.13-15, 1968.

13. AZEVEDO, G. de. Algaroba. Natal, RN:[ s.n.], 1955. 13p. il.
14. AZEVEDO, G. Algaroba. Rio de Janeiro : Serviço de Informação Agrícola, 1961. 31p. (SIA, 843).
15. AZEVEDO, C. F. de. Algarobeira na alimentação animal e humana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGARROBA (1.: 1982 : Natal). Algaroba. Natal : EMPARN, 1982. p.283-299. (EMPARN. Documentos,7).
16. AZEVEDO, G. de. Como e porque a algarobeira foi introduzida no Nordeste. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGARROBA (1.: 1982: Natal). Algaroba. Natal: EMPARN, 1982. p.300-306. (EMPARN. Documentos,7).
17. BARBOSA, H. P. Estimativa da proteína digestível no intestino (PDI) das vagens e folhas de algarobeira (*Prosopis juliflora* (SW) DC). *Agropecuária Técnica*, Areia, Pb, v.6, n.6, p.39-44, jan./jun. 1985.
18. BARBOSA, H. P.; GALVEZ MORROS, J. F.; CANO, J. G. Estudo "in vitro" da desanimação ruminal das vagens da algarobeira (*Prosopis juliflora* (SW) DC) *Agropecuária Técnica*, Areia, Pb, v.6, n.6, p.26-31, jan./jun. 1985.
19. BARRIGA-RUIZ, C. A. Some experiences in the management of natural *Prosopis* sp on the northern coast of Peru. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON DESERT DEVELOPMENT (4.:1993:Mexico City). *Sustainable development for our common future*. Mexico : IDDC/CP/CONAZA, 1993. p.324. Resumo.
20. BARROS, M. A. G. ; CALDAS, L. S. Acompanhamento de eventos fenológicos apresentados por cinco gêneros nativos do cerrado (Brasília-DF). *Brasil Florestal*, Brasília, v.10, n.42, p.7-14, abr./jun. 1980.
21. BARROS, N. A. M. T. de; QUEIROZ FILHO, J. L. de. Efeitos da substituição progressiva do melaço por vagens de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC) na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGARROBA (1.: 1982 : Natal). Algaroba. Natal: EMPARN, 1982. p.385-407. (EMPARN, Documentos,7).
22. BARRY, T. N.; FORSS, D. A. The condensed tannin content of vegetative *Lotus pedunculatus*, its regulations by fertiliser application, and effect upon protein solubility. *Journal Science Food Agricultural*, London, n.34, p.1047-1056, 1983.
23. BECKER, R.; GROSJEAN, O. K. A compositional study of two varieties of mesquite (*P. glandulosa*, *P. velutina*). *Journal Agricultural Food. Chem.*, Easton, v.28, p.22-25, 1980.
24. BIGARELLA, J.J.; ANDRADE-LIMA, D. de; RIEHS, P. Considerações a respeito das mudanças paleoambientais na distribuição de algumas espécies vegetais e animais no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE O QUARTENÁRIO (1975 : Curitiba). Separatas de : *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Curitiba, v.47, p.411-464, 1975. Suplemento.

25. BOBBIO, F. O. Estudo do polissacarídeo da semente de algaroba. *Revista da Associação Brasileira de Algaroba*, Mossoró, RN., v.1, n.1, p.35-59, 1987.
26. BRUNIG, E.F. Tree forms in relation to environmental conditions: an ecological viewpoint. In: CANNELL, M. G. R. ; LAST, F.T. (Eds.) *Tree physiology and yield improvement*. London: Academic Press, 1976. p.139-156.
27. BURKART, A. Estudios morfológicos y etológicos en el género *Prosopis*. *Darwiniana*, Buenos Aires, v.3, n.1, p.27-47, 1937.
28. BURKART, A. Materiales para una monografía del género *Prosopis* (leguminosae). *Darwiniana*, Buenos Aires, v.4, n.1, p.57-128, 1940.
29. BURKART, A. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae subfam. Mimosoideae). *Journal of the Arnold Arboretum*, Cambridge, v.57, n.3, p.219-249, July 1976.
30. BURKART, A. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae subfam. Mimosoideae). *Journal of the Arnold Arboretum*, Cambridge, v.57, n.4, p.450-525, Oct. 1976.
31. BURLEY, J.; CARLOWITZ von P. (ed.) *Multipurpose tree germoplasm: proceedings*. Nairobi : ICRAF, 1984. 298p.
32. BUZO, J.; ÁBILA, R.; BRAVO, O. F. Efecto de la substitución progresiva de sorgo por vaina de mezquite en la alimentación de los borregos. *Técnica pecuaria de Mexico*, México, v.20, p.23-27, 1972.
33. CALDERÓN, W.; CHUMACERO, M. Estudio sobre la variabilidad del crecimiento de una plantación de algarrobo (*Prosopis pallida*) de treinta meses de edad irrigada por goteo. *Revista da Associação Brasileira de Algaroba*, Mossoró, v.1, n.2, p.75-100, 1987.
34. CAMPOS, J. C. C. Análise de crescimento e produção em plantações desbastadas. *Revista Árvore*, Viçosa, v.4, n.2, p.157-169, 1980.
35. CAMPOS, J. C. C.; TORQUATO, M. C ; RIBEIRO, G. A. Equações para calcular índices de local e incremento da altura em plantações puras de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, v.9, n.1, jan./jul 1985.
36. CARVALHO FILHO, O.M. de; SALVIANO, L.M.C. Evidências de ação inibidora da jurema preta na fermentação "in vitro" de gramíneas forrageiras. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1982, 16P. (EMBRAPA-CPATSA. Boletim de Pesquisa, 11).
37. CARVALHO, G. H. de. Contribuição para a determinação da reserva madeireira do Sertão Central do estado do Pernambuco. *Boletim de Recursos Naturais*, Recife, v.9, p.289-312, jan./fev. 1971.
38. CARVALHO, J. O. P. de. Fenologia de espécies florestais de potencial econômico que ocorrem na floresta nacional do Tapajós. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1980. 15p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 20).

39. CARVALHO, J. H.; AMORIM, G. C. de; ALCOFORADO FILHO, F. G. Avaliação de algaroba (*Prosopis juliflora*), bordão de velho (*Pithecelobium cf saman*), faveira (*Parkia platycephala*) e pau-ferro (*Caesalpineia ferrea*) em área semi-árida e de baixa fertilidade natural, em São João do Piauí, PI. Coleção Mossoroense, serie "Á", Mossoró, n.53, p.1-21, 1992.
40. CARVALHO, J. H. de; RAMOS, G. M. Composição química e digestibilidade "in vitro" de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth). Teresina: UEPAE-de Teresina, 1982. 4p. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Pesquisa em Andamento,.23).
41. CARVALHO, M. B. de; CARVALHO, E. P. de ; ARRUDA, G. P. de. O "serrador": praga da algarobeira. Recife: IPA, 1968. 26p. (IPA.Boletim Técnico,.33).
42. CATIE. Normas para investigación silvicultural de especies para leña. Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía. Turialba, Costa Rica : CATIE. Departamento de Recursos Naturales Renovables, 1984. 110p. (Serie Técnica. Manual Técnico CATIE, 1)
43. CHOJNACKY, D. C. Growth prediction for Arizona's mesquite (*Prosopis velutina*) woodlands. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.42, p.293-310, 1991.
44. CLUTTER, J.L.; FORTSON,JC.; PIENNAR,L.V.; BRISTER, G.H.; BAILEY, R.L Timber managment: a quantitative aproach. New York : J. Willey, 1983. 333p.
45. COGOLLOR, G; CHÉUL, M; POBLETE, M. Evaluación del daño por insectos en la producción de frutos de tamarugo (*Prosopis tamarugo* Phil.) y estudio para el control quimico. In: MESA REDONDA INTERNACIONAL SOBRE *Prosopis tamarugo* Phil (1984 : Arica, Chile). Estado actual del conocimiento sobre *Prosopis tamarugo*. Rome.; FAO, 1985. p.445-453.
46. COMPANHIA HIDROELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO-CHESF. Biomassa florestal : uma alternativa para geração de eletricidade na região Nordeste do Brasil. Recife, PE : CHESF. Divisão de Projetos de Fontes Alternativas, 1991. 12p.
47. CONRAD, J. H.; McDOWELL, L. R.; ELLIS, G. L.; LOOSLI, J. K. Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais. Campo Grande: EMBRAPA-CNGC, 1985. 90p.
48. CONTRERAS TAPIA, D.L. Distribuição, produtividade e manejo de ecossistemas naturais e artificiais de tamarugo e algaroba no Chile. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGARROBA (1.:1982 : Natal) Algaroba. Natal: EMPARN, 1982. v.2, p.25-96 (EMPARN, Documentos, 8).
49. CORDOBA, C.V. Fisiologia vegetal. Madrid : H. Blume , 1976. 439p.
50. DUQUE, G. O Nordeste e as lavouras xerófilas. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 1964. 238p.

51. DRUMOND, M. A.; PIRES, I. E.; BRITO, J. O. Algarobeira: uma alternativa para preservar as espécies nativas do Nordeste semi-árido. In: SEMINÁRIO SOBRE UTILIZAÇÃO FLORESTAL DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO (1.: 1984 : João Pessoa, Pb). *Silvicultura*, São Paulo, v.10, n.37, p.51-52, 1985. Edição Especial.
52. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, Petrolina-PE. **Relatório técnico anual do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi-Árido, 1977-1978**. Brasília, EMBRAPA-DID, 1979.
53. ESPEJEL, I. **Técnicas para muestrar y medir la producción de goma de mesquite**. Mérida: Mexico, 1980. 4p (Trabalho apresentado no Seminário Inventarios de Recursos de Tierra Áridas: Desarrollo de métodos eficientes en costos. La Paz, B.C. México, 30/nov. a 6/dez., 1980).
54. FAO. **Investigacion sobre la vegetacion leñosa y desarrollo forestal en las zonas aridas y semi-aridas tropicales en America del Sur**. Huaraz, 1987. 59p. (Taller IUFRO sobre Planificacion de la investigacion forestal en America Latina Tropical realizada em Huaraz-Peru, de 01 a 10 de julho de 1987).
55. FELKER, P. Seleção de fenótipos de prosopis para a produção de vagens e de combustível de madeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA (1.:1982:Natal). *Algaroba*. Natal: EMPARN, 1982, v.2, p.7-24. (EMPARN, Documentos, 8).
56. FERREIRA, C. A. Observações sobre ocorrência e usos das espécies do gênero *Prosopis* no Chile e Peru. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA (1.: 1982 : Natal). *Algaroba*. Natal : EMPARN, 1982. p.217-236. (EMPARN. Documentos,7).
57. FERREYRA, R. **Estudio sistematico de los algarrobos de la costa norte del Peru**. Lima : CONCYTEC/CIID, 1987. 31p.
58. FIGUEIREDO, A. de A. Industrialização das vagens de algaroba (*Prosopis juliflora* SW DC) visando a produção da goma da semente. *Revista da Associação Brasileira de Algaroba*, Mossoró, v.1, n.1, p.7-34, 1987.
59. FISCHESSE, B. **Conhecer as árvores**. Lisboa: Publicações Europa América, 1981. 275p.
60. FRANKLIN, R. T. Insect influences on the forest canopy. In: REICHLE, D. E. (Ed.) **Analysis of temperate forest ecosystems**. Berlin : Springer-Verlag, 1970. p.86-89.
61. FREIRE, L. C. L; BARROS, N. N.; CARNEIRO, H.; LOPES, E. A.; JOHNSON, W. L. Valor nutritivo de algumas forrageiras para caprinos e ovinos no Nordeste. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA (22.: 1985 : Camburiú). *Anais*. Camburiú : SBZ, 1985, p.337

62. GABAR, A. E. I. A. *Prosopis chilensis* in Sudan: A nonconventional animal feed resource. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PROSOPIS (2.: 1986 : Recife). **The current state of knowledge on *Prosopis juliflora***. Rome : FAO, 1988, p.371-377.
63. GASTELUMENDI, P. H. Insectos consumidores de vainas de *Prosopis* en Olmos, Depto. de Lambayeque-Peru. *Zonas Aridas*, Lima, n.5. p.61-65, 1987/1988.
64. GOLFARI, L.; CASER, R. L. **Zoneamento ecológico da Região Nordeste para experimentação florestal**. Belo Horizonte: PRODEPEF, 1977. 116p. (PRODEPEF. Série Técnica,.10).
65. GOMES, P. **A algarobeira**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Serviço de Informação Agrícola, 1961. 49p. (Série SIA,865).
66. GOOR, A. Y.; BARNEY, C. W. **Forest tree planting in arid zone. 2..** New York : The Ronald , 1976. 504p.
67. GORGATTI NETO, A. Considerações sobre a algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC). **Coletânea do Instituto Tecnologia de Alimentos** , Campinas, v.17, n1, p.1-27, 1987.
68. GUIMARÃES FILHO, C. **Eficiência reprodutiva de caprinos no Nordeste sem-árido: limitações e possibilidades**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1983. 40p. (EMBRAPA-CPATSA. Documentos,.20).
69. GUIMARÃES FILHO, C.; SOARES, J. G. G. Goat reproductive performance as affected by stocking rate on caatinga vegetation in the semiarid Northeast Brazil. In : INTERNATIONAL RESEARCH AND DEVELOPMENT CONFERENCE (1985 : Tucson, USA). **Proceedings...Boulder: Westview Press, 1988. p.351-357.**
70. GURUMUTI, K.; RATURI, D. P.; BHANDARI, H. C. S. Biomass production in energy plantations of *Prosopis juliflora*. **The Indian Forester**, Dehra Dun, n.100, p.879-894, Sep. 1984.
71. HABIT, M. A.; CONTRERAS, D.; GONZALES, R. H. ***Prosopis tamarugo*: arbusto forrajero para zonas áridas**. Rome : FAO, 1981. 143p (Estudio FAO: Produccion y Proteccion vegetal, 25)
72. HAKKILA, M. D.; HOLECHEK, J. L.; WALLACE, J. D.; ANERSON, D. M; CARDENAS, M. Diet and forage intake of cattle on desert grassland range. **Journal of Range Managment**, Amsterdam, v.40, n.4, p. 339-342. July, 1987.
73. HALLÉ, F.; OLDEMAN, R. A. A.; TOMLINSON, P. B. **Tropical trees and forests a architectural analysis**. New York : Spring-Verlag, 1978. 441p.
74. HARGREAVES, G. **Climatic zoning for agricultural production in Northeast Brazil**. [S.I.]: Utah State University, 1974. 6p.

75. HUECK, K. **As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica.** São Paulo : Polígono/Ed. Universidade de Brasília, 1972. 458 p.il.
76. HUNZIKER, J. H.; SAIDMAN, B. O.; NARANJO, C. A.; PALACIOS, R. A.; POGGIO, L.; BURGHARDT, A. D. Hybridization and genetic variation of Argentine species of *Prosopis*. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.16, n.1-4, p.301-315, Oct. 1986.
77. HUSCH, B.; MILLER, C. I. ; BEERS, T. W. **Forest mensuration.** New York : J. Willey, 1982. 401p.
78. HUXLEY, P. A. The role of trees in agroforestry: some comments. In: HUXLEY, P. A. (Ed.) **Plant research and agroforestry.** Nairobi : ICRAF, 1983, p.257-270.
79. IEDE, E. T. Controle integrado: uma opção ao combate de pragas florestais no Brasil. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (5.: 1986 : Olinda). **Silvicultura**, São Paulo, n.11, v.41, p.43-46, 1986. Edição Especial.
80. JOHNSON, C. D. **Manual sobre insectos que infestam la semilla de *Prosopis*.** Rome: FAO, 1983. 59p.
81. KARLIN, U. O.; AYERZA, R. Programa de algaroba na República Argentina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGARROBA(1.: 1982 : Natal). **Algaroba.** Natal: EMPARN, 1982. p.146-197. (EMPARN. Documentos, 7).
82. KIRMSE, R. D. Evaluación del rendimiento en forage y valor nutritivo de árboles y arbustos. In: MESA REDONDA INTERNACIONAL SOBRE *Prosopis tamarugo* Phil.(1984 : Arica, Chile). **Estado actual del conocimiento sobre *Prosopis tamarugo*.** Rome : FAO, 1985 p.411-416.
83. KIRMSE, R. D.; PROVENZA, F. D.; MALECHEK, J. C. Clearcutting brazilian caatinga: assessment of a traditional forest grazing managment practice. **Agroforestry Systems** , Dordrecht, Holanda, v.5, p.429-441. 1987.
84. KULMAN, H. M. Effects of insect defoliation on growth and mortality of trees. **Annual Review Entomology**, Palo Alto, n.16, p.289-324. 1971.
85. LEE, Y. J. Predicting mortality for even-aged stands of lodgepole pine plantations. **The Forestry Chronicle**, Ottawa, n.47 p.29-32, 1971.
86. LEE, S. G. ; FELKER, P. Influences of water/heat strees on flowering and fruting of mesquite (*Prosopis glandulosa* var. *glandulosa*). **Journal of Arid Environments**, London, n.23, p.309-319, 1992.
87. LIETH, H. Phenology in productivity studies. In: REICHLE, D. E. **Analysis of temperate forest ecosystems.** Berlin : Springer-Verlag, 1973, p.29-46.

88. LIEBERMAN, D. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. *Journal of Ecology*, Oxford, v.70, p.791-806, 1982.
89. LIMA, P. C. F. **Comportamento de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit comparado com *Prosopis juliflora* (SW) DC e *Eucalyptus alba* Reinw ex Blume em Petrolina (PE), região semi-árida do Brasil.** Curitiba, 1982. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Setor de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Paraná.
90. LIMA, P. C. F. Tree productivity in the semiarid zone of Brazil. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v.16, n.1-4, p.5-13, Oct. 1986
91. LIMA, P. C. F. Produção de vagens de algaroba. *Revista da Associação Brasileira de Algaroba*, Mossoró, v.1, n.2, p.151-170,1987.
92. LIMA, P. C. F. Sistemas agrossilviculturais desenvolvidos no semi-árido brasileiro. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n.16, p.7-17, junho, 1988.
94. LIMA, P. C. F.; DRUMOND, M.A.; SOUZA, S.M. de; LIMA, J.L.S. de. Inventário Florestal da Fazenda Canaã. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (3.:1978 : Manaus). *Silvicultura*, São Paulo, n.14, p.398-399, 1979. Edição Especial. Anais. v.2
95. LIMA, P. C. F.; HAJI, F. N. P. Ocorrência de desfolhamento por lagartas em algarobeira no Trópico Semi-Árido do Brasil. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo ( No prelo)
96. LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, E. Equações para estimativas de biomassa de espécies de *Prosopis* no semi-árido brasileiro. EMBRAPA-CPATSA. *Boletim de Pesquisa*. (No prelo)
97. LIMA, P. C. F. ; SILVA, M. A. da. Ocorrência subespontânea de uma algaroba no Nordeste do Brasil. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n.22/23, p.93-97, jan./dez. 1991. (Nota Técnica).
98. LYON, C. K; GUMBMAN, M. R.; BECKER, R. Value of mesquite leaves as forage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, n.44, p.11-117, 1988.
99. MACDICKEN, K. G.; WOLF, G. V. ; BRISCOE, C. B. **Standard research methods for multipurpose trees and shrubs.** Arlington : Winrock International Institute for Agricultural Development/ICRAF, 1991. 92p. ( Multipurpose Tree Species Network Series; Manual, 5)
100. MACHADO, S. do A. Produtividade de florestas tropicais. *Floresta*, Curitiba, v.8, n.2, p.47-53, dez.1977.
101. MACHADO, S. do A. Estimativa de sobrevivência de *Pinus taeda* em plantios homogêneos *Floresta*, Curitiba, v.10, n.1, p.73-76, Jun. 1979.

102. MADGWICK, H. A. I. Biomass and productivity models of forest canopies. In: REICHLER, D.E. (Ed.) **Analysis of temperate forest ecosystems**. Berlin : Springer-Verlag, 1973, p.47-54
103. MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento In: FERRI, M.G. (Coord) **Fisiologia vegetal**, 1. São Paulo: EPCI: Ed. da Universidade de São Paulo, 1979. p. 331-350.
104. MAYDELL, H. F. von. **Tree and shrub species for agroforestry systems in Sahelian zone of Africa**. Hamburg : [s. n] 1978. 19p. (Trabalho apresentado no Eighth World Forestry Congress, Jakarta 1978)
105. MAZZUFERI, V. Breve panorama de plagas insectiles en *Prosopis* In: TALLER INTERNACIONAL SOBRE RECURSO GENETICO Y CONSERVACION DE GERMOPLASMA EN PROSOPIS (1.: 1988 : Cosquin, Argentina). **Prosopis en Argentina**. Cosquin, 1988. p.307-308.
106. McLEOD, M. N. Plant tannins - theirs role in forage quality. **Nutrition Abstracts & Reviews**, Farhan Royal, v.44, n.11, p.803-815, Nov. 1974.
107. MIRANDA, R. C. de; CAMPOS, J. C. C; PAULA NETO, F.de; OLIVEIRA, L. M. de. Predição da mortalidade regular para eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v.13, n.2, p.152-173, 1989
108. MORAES, G. J. de; RAMALHO, F. S.; SOUZA, S. M. de; SILVA, C. M. M de; LIMA, P. C. F. Insetos associados a sementes de forrageiras e essencias florestais no Trópico Semi-Árido do Brasil. **Pesquisa em Andamento**. EMBRAPA . CPATSA, Petrolina, n.11, p.1-2, 1981
109. MUCHOVEJ, J. J.; CAMPELO, C. R.; SANTOS, J. M. dos; CRUZ FILHO, J. da. Pod spot and seed blight: a new disease of mesquite caused by *Macrophomina phaseolina*. **Journal of Phytopathology**, Berlin, n.127, v.2, p.173-176, 1989.
110. MUTHANA, K. D. *Prosopis juliflora* (Schwartz) DC a fast growing tree to blossom the desert. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PROSOPIS (2.: 1986 : Recife). **The Current state of knowledge on *Prosopis juliflora***. Rome: FAO, 1988. p.133-143.
111. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, Washington, USA. **Tropical legumes resource for the future**. Washington, DC : National Academy of Sciences, 1979. 331p.
112. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, Washington, USA. **Especies para leña: arbustos y árboles para producción de energía**. Turrialba : CATIE/NAS, 1984. 344p.

113. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on dairy cattle nutrition. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 4 ed. Washington, DC: National Academy of Sciences, 1971. 54p. il (National Research Council. Nutrient Requirements of Domestic Animals, 3).
114. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on beef cattle nutrition. **Nutrient requirements of beef cattle**. 5 ed. Washington, DC: National Academy Science, 1976. 56p. il. (National Research Council. Nutrient Requeriments of Domestic Animals, 4).
115. NOBRE, F. V. A algaroeira no Nordeste brasileiro, especialmente no Rio Grande do Norte. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA (1.: 1982 : Natal ). Algaroba. Natal: EMPARN, 1982a. p.257-282. (EMPARN. Documentos, 7).
116. NOBRE, F. V. Substituição progressiva do farelo de trigo (*Triticum vulgare*) pelo fruto da algaroeira (*Prosopis juliflora* (SW)DC) na alimentação de vacas em lactação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA (1.:1982 : Natal). Algaroba. Natal : EMPARN, 1982b, p.344-359. (EMPARN. Documentos, 7).
117. OLIVEIRA, V. R. ; PIRES, I. E. Pollination efficiency of *Prosopis juliflora* (Sw)DC in Petrolina, Pernambuco. IN: INTERNAYIONAL CONFERENCE ON PROSOPIS (2.:1986:Recife) **The current state of kowledge on *Prosopis juliflora***. Rome : FAO, 1988. p.233-239.
118. PARÁ, H. C. B.; ARAÚJO FILHO, J. A. de. Produção de biomassa e valor nutritivo do carquejo (*Calliandra depauperata*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA (21. : 1984 : Belo Horizonte). ANAIS. Belo Horizonte : SBZ, 1984. p.384.
119. PASSOS, R. A. M. Avaliação bromatológica e de valor nutritivo de forrageiras nativas do Nordeste. Pelotas, 1990. 87p. Dissertação (Mestrado-Zootecnia), Universidade Federal de Pelotas.
120. PALACIOS, R.; BRAVO, L. Hibridación natural en *Prosopis* (leguminosae) en la región chaqueña argentina. Evidencias morfológicas y cromatográficas. *Darwiniana*, Buenos Aires, v.23, p. 3-35, 1981.
121. PELLICO NETTO, S.; OLIVEIRA FILHO, L. C. Avaliação da biomassa de savana (cerrado) para a produção de carvão vegetal. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (4.: 1982 : BELO HORIZONTE). São Paulo : SBS, *Silvicultura*, n.28, p.686-689, Jan./Fev. 1983.
122. PEREIRA ,J. C .D.; HIGA, A. R.; SHIMIZU, J. Y.; HIGA, R. C. V. Comparação da qualidade da madeira de três procedências de *Eucalyptus dunnii* Maiden para fins energéticos. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n.13, p.9-16, 1986

123. PHARIS, R. P. Probable roles of plant hormones in regulating shoot elongation, diameter growth and crown form of coniferous trees. In: CANNELL, M.G.R. & LAST, F.T. (Ed) *Tree physiology and yield improvement*. London: Academic Press, 1976. p.291-306.
124. PIRES, I. E. Genetic improvement of *P. juliflora* at the Brazilian Northeast. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PROSOPIS (2.: 1986 : Recife). *The current state of knowledge on Prosopis juliflora*. Rome : FAO,1988. p.451-455.
125. PIRES, I. E.; ANDRADE, G. de C.; ARAÚJO, M. de S. Genetic variation for growth characteristics in *P. juliflora* progenies. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PROSOPIS (2.:1986 : Recife). *The current state of knowledge on Prosopis juliflora*. Rome : FAO, 1988. p.251-257.
126. PIRES, I. E.; KAGEYAMA, P. Y. Caracterização da base genética de uma população de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC) existente na região de Soledade-PB. IPEF, Piracicaba, n.30, p.29-36, Ago. 1985.
127. RAFES, P. M. Estimation of the effects of phytophagous insects on forest production. In: REICHLE, D.E. (Ed.) *Analysis of temperate forest ecosystems*. Berlin : Springer-Verlag, 1970, p.100-106.
128. RAMALHO, F. de S. Nota sobre o "serrador" da algarobeira - *Oncideres saga* (Dalman, 1923) (Coleoptera, Cerambycidae). *Pesquisa Agropecuária Nordestina*, Recife, v.4, n.2, p.11-12, jul./dez. 1972.
129. RAMALHO, R. S. *Dendrologia*. Viçosa :UFV-Imprensa Universitária, 1975. 123 p.
130. RANGEL, J. L. A goma do angico. *Anais da Associação Química do Brasil*. v.2, n.2, p.109-116, 1943.
131. REIS, M. S. A política de reflorestamento para o Nordeste Semi-Árido. In: SEMINÁRIO SOBRE POTENCIALIDADE FLORESTAL DO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO (1.: 1984 : João Pessoa). *Silvicultura*, São Paulo, n.37, p.33-37, 1985. Edição especial.
132. REIS , J. G.; SANTOS, M. F. dos. Nordeste - capacidade de uso das terras; 1º aproximação. Recife : SUDENE. Dep. de Recursos Naturais, 1974. 80p. (BRASIL. SUDENE, Edafologia, 4)
133. RIBASKI, J. Avaliação do uso dos recursos florestais em imóveis rurais na região de Ouricuri, Pe. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1986. 37p. ( EMBRAPA. Pesquisa em Andamento,,31).
134. RIBASKI, J. Comportamento da algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC) e do capim-búfel (*Cenchrus ciliaris* L), em plantio consorciado, na região de Petrolina, PE. *Revista da Associação Brasileira de Algaroba*, Mossoró, v.1, n.2. p.171-225, 1987.

135. RIEGELHAUPT, E. M. **O consumo domiciliar de combustíveis no estado do Rio Grande do Norte Brasil.** Natal, PNUD/FAO/IBDF/BRA-82/008. 15p [s.d.] (Mimiografado)
136. RIEGELHAUPT, E. M.; SILVA, J. B. da ; CAMPELO, F. B.; PAREYN, F. **Volume, weigh and production tables for *Prosopis juliflora* (SW) DC at Rio Grande do Norte.** IN: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PROSOPIS (2.: 1986: RECIFE) **The current state of knowledge on *Prosopis juliflora*.** Roma: FAO, 1988. p.69-91.
137. RODERJAN, C. V. **Dendrologia I : Introdução, terminologia e metodologia.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1987. 18p.
138. ROIG, F. A. **Informe nacional para la seleccion de germoplasma en especies de *Prosopis* de la Republica Argentina.** Mendoza: IADIZA-CRICYT, 1991. 48p. (Trabalho apresentado na Quinta Reunião Regional America Latina y el Caribe, Mendonza, Argentina, 3-6 dez.1991) (Mimeografado)
139. SACHAN, J. N.; PAL, S. K. **Some observations on the gall formation in *Prosopis cineraria*,** *Annals of Arid Zone, Rajasthan*, v.12, n. 1/2, p.103-104, Mar./Jun., 1973
140. SALVIANO, L. M. C.; NUNES, M. do C. F. S. **Considerações sobre o valor forrageiro e a toxidez da maniçoba.** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1986. 4p. (EMBRAPA-CPATSA. Comunicado Técnico, .27)
141. SALVIANO, L. M. C.; OLIVEIRA, M. C. de; SOARES, J. G. G.; ALBUQUERQUE, S. G. de; GUIMARÃES FILHO, C. **Diferentes taxas de lotação em área de catinga. I- Desempenho animal** In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA (19.: 1982 : Piracicaba) *Anais.* Piracicaba: SBZ, 1982. p.365-366.
142. SCHININI, A. **Contribución a la flora del Paraguai.** *Bomplandia, Corrientes*, v.5, p.101-108. 1981
143. SCHUMACHER, F. X. ; COILE, T. S. **Growth and yield of natural stands of the southern pines.** Durham.: T. S. Coile, 1960.
144. SCOLFORO, J. R. S. **Sistema integrado para predição e análise presente e futura de crescimento e produção, com otimização de remuneração de capitais, para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.** Curitiba, 1990. Dissertação (Mestrado-Engenharia Florestal) Setor de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Paraná.
145. SCOLFORO, J. R. S. ; MACHADO, S. A. **Curvas de índice de sítio para plantações de *Pinus elliottii* nos estados do Paraná e Santa Catarina.** *Floresta, Curitiba*, v.18, n.1/2, p.140-158 jun./dez. 1988a
146. SCOLFORO, J. R. S.; MACHADO, S. A. **Curvas de índice de sítio para plantações de *Pinus taeda* nos estados do Paraná e Santa Catarina.** *Floresta, Curitiba*, v.18, n.1/2, p.159-173 jun./dez. 1988b.

147. SEITZ, R. A. Considerações sobre a poda de árvores na arborização urbana. In: ENCONTRO NACIONAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA (3.: 1990 : Curitiba). Anais Curitiba : FUPEF, 1990. p.87-100.
148. SHARMA, B. M. Scrub forest studies foliar and nutrient status of *Prosopis juliflora* DC. *The Indian Forester*, Dehra Dun, v.110, n.4, p.367-374, 1984.
149. SILVA, D. S. da; LEITÃO, S. C. ; OLIVEIRA FILHO, J. J. Substituição do farelo de trigo (*Triticum vulgare* Komarnitzky) pelo fruto triturado da algarobeira (*Prosopis juliflora* (SW) DC) na alimentação de bovinos de corte em confinamento: ganho de peso e aspecto econômico. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA ( 1.: 1982 : Natal). Algaroba. Natal : EMPARN, 1982. p.360-370. (EMPARN, Documentos,7).
150. SILVA, F. B. R. e ; RICHE, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUZA NETO, N. C. de BRITO, L. T.de L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. da; SILVA, A. B. da; SILVA, J. C. de A. da **Zoneamento agroecológico do Nordeste; diagnóstico do quadro natural e socioeconômico.** Brasília: EMBRAPA-CPATSA/EMBRAPA-SNLCS, 1992. 155p.
151. SILVA, J. A. A. da. **Dynamics of stand structure in fertilized slash pine plantations.** Athens, 1986, 139p. Tese (Doutorado - Engenharia Florestal) University of Georgia, USA.
152. SILVA, M. A. Taxonomy and distribution of the genus *Prosopis* L. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PROSOPIS (2.: 1986: Recife). **The current state of knowledge on *Prosopis juliflora*.** Rome: FAO, 1988. p.177-185.
153. SIQUEIRA, J. D. P. A atividade florestal como um dos instrumentos de desenvolvimento do Brasil. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (6.: 1990 : Campos do Jordão). **Florestas e meio ambiente: conservação e produção, patrimônio social. Trabalhos voluntários.** São Paulo: SBS/SBEF, 1990, v.1, p.15-18. 1990.
154. SMALLEY, G. V.; BAILEY, R. L. Yield tables and stand structure for loblolly pine plantations in Tennessee, Alabama and Georgia highlands. **Research Paper.** SO. USDA. Forest Service, n.96, p.1-80, 1974
155. SMITH, L. L.; UECKERT, D. N. Influence of insects on mesquite seed production. **Journal of Range Management**, Denver, v.27, n.1, p.61-65, 1974
156. SOARES, R. V.; HOSOKAWA, R. T. Estimativa da biomassa energética de árvores de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth). **Boletim Técnico IBDF.** Brasília, n. 8, p.37-48, 1984
157. SOLBRIG, O. T.; CANTINO, P. D. Reproductive adaptations in *Prosopis* (leguminose, Mimosoideae). **Journal of Arnold Arboretum**, Cambridge, v.56. n.2, p.185-209, 1975.

158. SPURR, S. H. *Forest inventory*. New York, The Ronald Press, 1952. 476p.
159. STEWART, J. L.; DUNSDON, A. J.; HELLIN, J. J.; HUGHES, C. E. *Wood biomass estimation of Central American dry zone species*. Oxford: Oxford Forestry Institute, 1992. 83p. (Tropical Forestry Papers, 26 ).
160. SUÁRES, C. A. L.; SÁENZ, V. M. de - Obtención de alcohol etílico a partir del fruto de algarrobo (*Prosopis pallida*). *Zonas Aridas*, Lima, n.5, p.77-89, 1977/1978 .
161. SUDZUKI, F. Aspectos fisiológicos de importância prática no cultivo de *Prosopis* In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGARROBA (1.: 1982 : Natal). *Algaroba*. Natal : EMPARN, 1982, p.55-89.
162. TAVARES, S. ; PAIVA, F. A. F.; TAVARES, E. J. de ; CARVALHO, G. H. de; LIMA, J. L. S. de. Inventário florestal de Pernambuco - Estudo preliminar das matas remanescentes dos municípios de Ouricuri, Bodocó, Santa Maria da Boa Vista e Petrolina. *Boletim de Recursos Naturais*, Recife, n.8 p.149-193, 1970
163. THIAGO, L. R. L. *Fatores afetando o consumo e utilização de forrageiras de baixa qualidade por ruminantes - Revisão*. Brasília: EMBRAP-DID, 1982. 36p. (EMBRAPA-DID. Documentos, 9)
164. THIBAU, C. E. Florestas energéticas - produção sustentada de lenha para energia. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO (4.: 1982 : Belo Horizonte). *Silvicultura*, São Paulo, n.28, p.517-522, 1983. Anais
165. TINNIMIT, P. *Forage evaluation using variuos laboratory techniques*. East Lansing, 1974. Dissertação (Mestrado), Michigan State University.
166. TOMLINSON, P. B. Branching and axis differentiation in tropical trees In: TOMLINSON, P.B. ; ZIMMERMANN, M,H. (eds) *Tropical trees as living systems*. Cambridge: Cambridge University Press, 1976. p.187-208.
167. TORRES, S. B. Danos causados pelo serrador em algaroba no Nordeste do Brasil. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo, n.22/23, p.89-92, jan./dez. 1991. (Nota Técnica)
168. UECKERT, D. N. Effects of leaf-footed bugs on mesquite reproduction. *Journal of Range Management*, Denver, v.26, n.3, p.227-229, 1973.
169. UECKERT, D. N. Influence of defoliation by the cutworms *Melipotis indomita* on control of honey mesquite with 2,4,5-T in West Texas. *Journal of Range Management*, Denver, v.27, n.2, p.153-155, Mar. 1974.
170. UECKERT, D. M.; POLK, K. L.; WARD, C. R. Mesquite twig girdler: a possible means of mesquite control. *Journal of Range Management*, Denver, v.24, n.2, p.116-118, Mar. 1971.

171. VALDIVIA, S. Assentamento e desenvolvimento rural nas zonas marginais da costa norte do Peru; Piur. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA (1.:1982: Natal). **Algaroba**. Natal:EMPARN, 1982. p.90-111. (EMPARN. Documentos,7)
172. VALE, L. V.; ARAÚJO FILHO, J. A. de; ARRUDA, F. A. V.; SERPA, M. B. M. Valor nutritivo da vagem de jurema preta In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA (22.: 1985: Camburiú). **Anais**. Camburiú : SBZ, 1985 p.336
173. VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro:IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124p.
174. VILELA PINGO, J. **Estudio preliminar de observaciones fenologicas de cuatro especies xerofilas de la Costa Norte, Piura-Peru**. Piura:CIID?INFOR, 1988. 20p. (mimiografado)
175. WHITFORD, W. G.; DEPREE, D. J.; JOHNSON JUNIOR, R. R. The effects of twig girdlers (Cerambycidae) and node borers (Bostrichidae) on primary production in mesquite (*Prosopis glandulosa*) **Journal of Arid Environments**, London, n.1, p.345-350, 1978.
176. WIGHTMAN, S. J. ; FELKER, P. Soil and foliar characterization for *Prosopis* clones on site with contrasting productivity in semi-arid South Texas. **Journal of Arid Environments**, London, n.18, p.351-365, 1990.
177. ZAKIA, M. J. B.; PAREYN, F. G.; BURKART, R. N.; ISAIA, E. M. B. I. Incremento médio anual de algarobais no Seridó - RN. **IPA News** , Recife, n.8, p.1-4, 1989.
178. ZEVALLOS P., P. ; HIGAONNA O., R. Valor pecuario y apicola de 10 especies forestales de las zonas secas y semisecas de Lambayeque. **Zonas Aridas**, Lima, n.5, p.31-43, 1977/1978.