

**OS DISCURSOS E CONTRA-DISCURSOS**  
**SOBRE A ALGAROBEIRA (*Prosopis sp*)**  
**NO CARIRI PARAIBANO**  
**EULER SOARES FRANCO**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**



**TESE DE DOUTORADO**

**OS DISCURSOS E CONTRA-DISCURSOS SOBRE A ALGAROBEIRA  
(Prosopis sp) NO CARIRI PARAIBANO**

**EULER SOARES FRANCO**  
- Engenheiro Agrícola -

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA  
DEZEMBRO -2008**

---

**EULER SOARES FRANCO**  
Engenheiro Agrícola

**OS DISCURSOS E CONTRA-DISCURSOS SOBRE A ALGAROBEIRA  
(Prosopis sp) NO CARIRI PARAIBANO**

**TESE DE DOUTORADO**

**Orientador:**  
**Prof. Dr. José Dantas Neto**

**Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Recursos Naturais do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de “*Doctor Scientiae*” em Recursos Naturais.**

**Área de Concentração: Sistema Água-Solo-Planta-Atmosfera**

**Linha de Pesquisa: Recursos Hídricos**

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA  
DEZEMBRO -2009**

## RESUMO

Nas regiões semi-áridas a degradação do meio ambiente é resultado de vários fatores, dentre eles: variações climáticas, perda da cobertura vegetal e das diversas atividades antrópicas. Na Região Nordeste do Brasil, onde está inserida o bioma Caatinga, é uma das áreas que mais sofre em consequência destes fatores. Grande parte da cobertura vegetal desta região é coberta por Caatinga, sendo a algaroba a principal delas. A algaroba planta leguminosa que foi trazida para o Brasil na década de 40, em seguida chegou até o Nordeste em Serra Talhada PE, em meados dos anos 70, quando o governo começou a incentivar os proprietários de terras a retirar a vegetação nativa de caatinga e plantar algaroba, pois a mesma estava sempre verde e servia para tudo, entretanto, como passar dos anos a algaroba foi sendo abandonada e o que chegou como solução para os efeitos da seca na região do semi-árido passou a ser considerada um problema. Dentro desta problemática, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar a necessidade hídrico-ambiental da algaroba no estágio da pré-floração e seus efeitos em ambientes ocupados pela planta no âmbito do Cariri Ocidental. Para realização da pesquisa foi dividido o trabalho em duas etapas: na primeira etapa foi realizada uma pesquisa de campo nos municípios de Boqueirão, Cabaceiras e São João do Cariri, onde foram entrevistados 306 agricultores 102 em cada município, na segunda etapa foi montado um experimento nas dependências da Universidade Federal de Campina Grande com o objetivo de avaliar o consumo hídrico da algaroba através da reposição da fração evapotranspirativa, com água de abastecimento, adotou-se 5 níveis de reposição (20, 40, 60, 80, 100 ETc), foram avaliados também altura de planta, diâmetro caulinar e comprimento de raiz, em função da evapotranspiração. As irrigações eram feitas a cada três dias. O período de realização da pesquisa foi de junho de 2007 a setembro de 2008. Concluiu-se nas entrevistas com os agricultores que, a maior incidência de algaroba foi encontrada nas propriedades com menos de 5 ha e que a mesma é usada com ração animal e como madeira, sendo a madeira utilizada com fonte de energia, carvão e lenha. Considerando que foram aplicados 17.165 litros de água durante a aplicação dos tratamentos e que a evapotranspiração total nesse período foi de 16.954,6litros, os menores valores da evapotranspiração foram para o tratamento T20% com o menor valor atingindo 138,54 litros e os maiores valores foram para o tratamento T100% que alcançou 863,86 litros. A altura de planta e o diâmetro caulinar seguiram a tendência natural aumentaram de acordo com o aumento da lâmina e com o tempo. A produção total de biomassa seca foi de 36,05 kg, com uma eficiência do uso da água de (0,47g/kg) gramas de biomassa seca produzida por kg de água aplicada. O comprimento total de raiz foi de 180,67 km e a maior média encontrada foi de 5575,15 m para o tratamento T60%. Observou-se que as análises da composição química dos dois tipos de solo no final do experimento apresentaram melhoras quando comparados com as análises no início do experimento, houve redução do pH, aumento no nível de nitrogênio e de matéria orgânica.

**Palavras-chaves:** Algaroba, semi-árido, evapotranspiração, biomassa seca.

## ABSTRACT

In the semi-arid regions the environmental degradation is resulted of several factors, such as: climatic variations, lost of the vegetation covering and other atrophic activities. In the Brazil Northeast Region, where is located the Caatinga biome, which is the one that suffer so much because of these factors. The most part of the vegetation covering of this region is composed by caatinga and nowadays the most part of it is formed by *Prosopis*. It was brought to Brazil in the 40s, after that arrives in the Northeast in Serra Talhada city in Pernambuco, in the middle of 1970, the government stimulates farmers to take out caatinga native vegetation and substitute it by *Prosopis* because it was always green and could be used for everything. However, by the years, it did not stimulate the farmers anymore and the plant that came to minimize the problems during the dry period in the region is now considered a problem. To make clear the social-environmental questions about *Prosopis* the research was divided in two parts: in the first one it was carried out a research in the cities of Boqueirão, Cabaceiras e São João do Cariri, in Paraíba State Brazil, where it was interviewed 306 farmers, 102 in each city; the second one was carried out in a place located at the Campina Grande Federal University with the objective to evaluate *Prosopis* hydric consumption thought the replacement of evapotranspiration fraction, fresh water, it was adopted five water depth levels (20, 40, 60, 80, 100), height of plant, stem diameter and root length were also evaluated, according to evapotranspiration levels. The irrigations were done each three days. Interviews with the farmers were made in which were observed that the highest incidence of *Prosopis* were in the rural areas less than 5 ha and that it is used as animal ration and wood, this r is used as energy resource such as cool and firewood. Considering that it was applied 17.165 liters of water during the research and that the evapotranspiration in the same period was 16.954 liters, the less value of evapotranspiration 138,54 liters was observed in the reposition level T (20%) and the highest one was 863,86 liters at the level of T (100%). The height of plant and steam diameter increased according to the increase of water level and according to the time. The total productions of dry biomass was 36,05kg with water efficiency of 0,47 g/kg, gram of produced dry biomass to each kg of applied water. Of out 180,67 km corresponding to the total length of root the biggest average was equal to 5575,15 m observed in at water level T (60%). It was observed that the soil chemical composition analysis at the end of the research were better when compared with the ones at the begin of the research, it was observed reduction in the pH level and an increase in the levels of nitrogen and organic matter.

**Key-words:** *Prosopis*, semi-arid, evapotranspiration, dry biomass

## FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

F825d

2008 Franco, Euler Soares.

Os discursos e contra-discursos sobre o consumo hídrico da algaroba no semi-árido brasileiro / Euler Soares Franco. — Campina Grande, 2008.

97 f. : il.

Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientador: Prof. Dr. José Dantas Neto.

1. Algaroba. 2. Semi-árido. 3. Evapotranspiração. 4. Biomassa Seca. I. Título.

CDU – 633.875(043)

## **DEDICATÓRIA**

Á minha querida e estimada Mãe Izaura que esteve sempre ao meu lado em todos os momentos difíceis desta trajetória, me dando apoio e conforto.

## AGRADECIMENTOS

A **DEUS** que, durante todo o período de realização desta pesquisa, a qual foi muito espinhosa, não deixou que meus ânimos e as minhas esperanças se abalassem pelas dificuldades que surgiam a cada dia.

Ao curso de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), pela oportunidade de realizar este curso e ao CNPq, pela concessão da bolsa.

Ao orientador Prof. Dr. José Dantas Neto pelo incentivo e apoio na realização do trabalho, e pela compreensão nos momentos difíceis.

A Cleide secretária do curso de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Aos examinadores Prof. Dr. Daniel Duarte Pereira, Prof. Dr. José Bezerra de Araújo, Prof. Dr. Clodoaldo Roque Dallajustina Bortoluzi, Prof. Dr. Pedro Vieira de Azevedo, pelas valiosas contribuições na finalização do trabalho.

Ao Professor Dr. José Geraldo de Vasconcelos Baracuh, pela sua colaboração e presteza para o andamento do experimento.

Ao Professor Ms. Gilson de Miranda, pela ajuda no trabalho de campo.

A Ezenildo Emanuel e Carlos José, que em Boqueirão e Cabaceiras, respectivamente, abriram as portas facilitando o trabalho de campo.

A Kalina Ligia e sua família que me acolheram tão bem em sua casa na comunidade da Ribeira em Cabaceiras.

Aos estagiários Rafael Torres, Renato e Alberto pelo apoio durante a execução dos trabalhos e a Roberto “Beto” por sua ajuda incondicional.

A João funcionário do Laboratório de Tecnologias Ambientais por sua colaboração na execução de atividades referentes ao trabalho.

A D. Neide, seu Geraldo, Nilson pela presteza no atendimento.

Aos técnicos Wilson e “Doutor” do Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG pela contribuição e pela amizade.

Ao Professor Dr. Antônio Leal pela gentileza em disponibilizar material para condução do experimento.

A Professora Dra. Vera Antunes de Lima, por sua atenção, compreensão durante todos esses anos de convivência.

Aos amigos Nery, Betânia, Ridelson, Eliezer, Jardel, Monasses, Fred por suas colaborações.

Ao amigo Alexandre Oliveira Bezerra de Araújo, por sua colaboração e apoio durante a pesquisa.

As amigas Maria Sallydelândia de Sobral Farias e Vanda Maria de Lira pelas colaborações durante toda a pesquisa e a convivência fraterna ao longo desses anos.

A todos os amigos do curso de Doutorado em Recursos Naturais e Engenharia Agrícola da UFCG.

Aos funcionários da biblioteca central da UFCG pela amizade, presteza, respeito, atenção e cooperação ao longo desses anos.

As funcionárias Mirian e Eyres do Departamento de Ciências Atmosféricas por suas colaborações.

A todos com os quais convivi durante todo período de curso que muitas vezes com um simples gesto ou uma palavra de apoio me incentivaram nos momentos difíceis.

Em fim, agradecer a todos, cujos nomes possa ter esquecido de mencionar, que de maneira direta ou indireta contribuíram para realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>1.0. INTRODUÇÃO</b>	1
1.1. OBJETIVOS	3
1.1.1. Objetivos gerais	3
1.1.2. Objetivos específicos	3
<b>2.0. REVISÃO DE LITERATURA</b>	4
2.1. O Bioma Caatinga	4
2.2. O Cariri Paraibano	15
2.3. Característica da algaroba	16
<b>2.3.1. Relação da Planta com o Meio Ambiente</b>	19
2.4. Produtos e subprodutos extraídos da algaroba	19
2.5. Uso medicinal da algaroba	22
2.6. Benefícios físicos da algaroba	22
2.7. Exigências Ambientais da Algaroba	22
2.8. Efeitos ao Meio Ambiente	24
2.9. Evapotranspiração	25
<b>3.0. MATERIAS E MÉTODOS</b>	29
3.1. Caracterização ambiental da área	29
<b>3.1.2. Clima</b>	30
3.2. Caracterização da área onde foram aplicados os questionários	30
3.3 Etapas	31
<b>3.3.1. Diagnosticar a viabilidade Sócio-Ambiental</b>	32
<b>3.3.2. Instalação do experimento</b>	32
3.4. Evapotranspiração da Cultura (ETc) Medida	35
3.5. Evapotranspiração de referência (ETo)	37
3.6. Determinação da relação entre ETc/ETo	37
3.7. Determinação do uso eficiente da água	37
3.8. Variáveis destrutivas	38
3.9. Composição química do solo	40
3.10. Análises Estatísticas	40
<b>4.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	41
4.1. Viabilidade Sócio-Ambiental da algaroba no cariri Paraibano	41
4.2 Consumo hídrico	53
4.3. Variáveis de crescimento	60
4.4. Taxas de Crescimento	63
4.5 Fitomassa das Raízes	70
4.6. Relação raiz parte aérea	71
4.7. Estimativa do comprimento de raiz	72
4.8. Resultado das análises de solo	74
<b>5. CONCLUSÕES</b>	83
<b>6.0. REFERENCIAS</b>	86

**LISTA DE FIGURAS**

		Página
<b>Figura 2.1</b>	Mata com algaroba	17
<b>Figura 2.2</b>	Folhas e galhos de algaroba	17
<b>Figura 2.3</b>	Inflorescência	18
<b>Figura 2.4</b>	As raízes da algaroba.	19
<b>Figura 3.1</b>	Localização do município de Campina Grande – Estado da Paraíba	29
<b>Figura 3.2</b>	Localização da área do município de Cabaceiras – Paraíba	30
<b>Figura 3.3</b>	Classificação Climática de Köppen, modificado de Brasil (1972).	31
<b>Figura 3.4</b>	Classificação Climática de Gaussen, modificado de Brasil (1972).	31
<b>Figura 3.5</b>	Georeferenciamento da área de aplicação dos questionários	32
<b>Figura 3.6</b>	Localização do experimento em campo	33
<b>Figura 3.7</b>	Tubetes usados na produção das mudas	35
<b>Figura 3.8</b>	Lisímetro e os respectivos drenos.	35
<b>Figura 4.1</b>	Algaroba consorciada com pastagens.	43
<b>Figura 4.2</b>	Rio Taperoá – Mata ciliar de algaroba	48
<b>Figura 4.3</b>	Alimentos produzidos a partir da algaroba.	51

## LISTA DE GRÁFICOS

		Página
<b>Gráfico 4.1</b>	Percentual de utilização da algaroba na propriedade.	44
<b>Gráfico 4.2</b>	Madeira utilizada na propriedade para fazer estaca e mourão.	44
<b>Gráfico 4.3</b>	Utiliza algaroba na ração animal.	46
<b>Gráfico 4.4</b>	Grupo de animais que mais consomem algaroba como fonte de alimento	47
<b>Gráfico 4.5</b>	Como o animal responde a utilização da algaroba como ração	47
<b>Gráfico 4.6</b>	Algaroba deve ser extinta.	48
<b>Gráfico 4.7</b>	Resposta sobre a cultura que poderia substituir a algaroba	49
<b>Gráfico 4.8</b>	Se a algaroba “puxa” muita água do solo	49
<b>Gráfico 4.9</b>	Procedência da algaroba na propriedade	50
<b>Gráfico 4.10</b>	Percentual de proprietário que se tem a algaroba como uma fonte de renda na propriedade	50
<b>Gráfico 4.11</b>	Percentual dos proprietários que consideram a algaroba uma praga	52
<b>Gráfico 4.12</b>	Volume total de água aplicada para cada tratamento do experimento, durante o período experimental (janeiro a junho 2008) em Campina Grande/PB.	53
<b>Gráfico 4.13</b>	Variação da evapotranspiração da algarobeira, 30, 60, 90, 120 e 150 dias após transplântio (DAT), quando aos tipos de solo, no período de janeiro a Junho de 2008, em Campina Grande/PB	56
<b>Gráfico 4.14</b>	Evapotranspiração da cultura (ETc) da algaroba, aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após transplântio (DAT), em função do nível de reposição de água.	57
<b>Gráfico 4.15</b>	Eficiência do uso da água (UEA) em função da lâmina de irrigação aplicada.	60
<b>Gráfico 4.16</b>	Valores médios da altura de planta (AP) do Algarobeira, quando submetido ao fator lâminas de água (W) aos 180 DAT. Barras representam o valor médio e as linhas verticais, o erro-padrão de estimativa da média de cada tratamento.	61
<b>Gráfico 4.17</b>	Valores médios da altura da planta (AP) do Algarobeira, quando submetido ao fator tipos de solo (S) aos 30 DAT. Barras representam o valor médio e as linhas verticais, o erro-padrão de estimativa da média de cada tratamento.	62
<b>Gráfico 4.18</b>	Valores médios da altura da planta (AP) durante o total 180 DAT da planta Algarobeira, com indicação dos ajustes de regressão para as diferentes lâminas de água (W).	63
<b>Gráfico 4.19</b>	Valores médios da altura da planta durante o total 180 DAT durante o total 180 DAT da planta Algarobeira, submetido ao fator tipo de solo.	63
<b>Gráfico 4.20</b>	Valores médios do diâmetro do caule (DC) durante o total 180 DAT da planta Algarobeira, com indicação dos ajustes de regressão para as diferentes lâminas de água (W).	66
<b>Gráfico 4.21</b>	Valores médios do diâmetro do caule durante o total 180 DAT durante o total 180 DAT da planta Algarobeira, submetido ao fator tipo de solo.	66
<b>Gráfico 4.22</b>	Valores médios da fitomassa seca durante o total 180 DAT da planta	67

	Algarobeira, com indicação dos ajustes de regressão para as diferentes lâminas de água (W).	
<b>Gráfico 4.23</b>	Taxa de crescimento absoluto de altura de planta aos 60 dias após transplantio	69
<b>Gráfico 4.24</b>	Taxa de crescimento absoluto de diâmetro caulinar aos 60 dias após transplantio. (coeficiente de determinação $R^2=0,8384$ )	69
<b>Gráfico 4.25</b>	Taxa de crescimento absoluto de diâmetro caulinar aos 90 dias após transplantio. (coeficiente de determinação $R^2=0,9139$ )	70
<b>Gráfico 4.26</b>	Valores médios fitomassa seca de raiz durante o total 180 DAT da planta Algarobeira, com indicação dos ajustes de regressão para as diferentes lâminas de água (W)	71
<b>Gráfico 4.27</b>	Valores de pH no final do experimento para os dois tipos de solo	75
<b>Gráfico 4.28</b>	Valores de nitrogênio no final do experimento para os dois tipos de solo.	76
<b>Gráfico 4.29</b>	Nível de matéria orgânica no final do experimento para os dois tipos de solo	77
<b>Gráfico 4.30</b>	Nível de carbono orgânico..	78
<b>Gráfico 4.31</b>	Nível de cálcio no final do experimento para os dois tipos de solo	78
<b>Gráfico 4.32</b>	Nível de magnésio no final do experimento para os dois tipos de solo	79
<b>Gráfico 4.33</b>	Médias dos componentes químicos dos solos no início e no final do experimento para o solo 1.	82
<b>Gráfico 4.34</b>	Médias dos componentes químicos dos solos no início e no final do experimento para o solo 2.	82

## LISTA DE TABELAS

		Página
<b>Tabela 2.1.</b>	Distribuição das espécies mais utilizadas para reflorestamento e suas áreas por Mesorregião	9
<b>Tabela 2.2</b>	Espécies utilizadas nos reflorestamentos aprovados com incentivos fiscais e suas respectivas áreas.	10
<b>Tabela 4.1</b>	Distribuição de frequência das áreas de algaroba nas propriedades por município pesquisado.	41
<b>Tabela 4.2</b>	Utilização da algaroba, por faixa de área, por propriedade dentro de cada município.	42
<b>Tabela 4.3</b>	Resumo de análise de variância dos valores médios da evapotranspiração da algarobeira, ao final de 150 dias após transplântio (DAT), quando submetido aos diferentes lâminas, no período de Janeiro a Junho a 2008, em Campina Grande/PB	54
<b>Tabela 4.4</b>	Resumo da análise de variância da relação entre ETc/ETo no período antes da floração, aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após o transplântio da (DTA) da algaroba.	58
<b>Tabela 4.5</b>	Resumo da análise de variância do uso eficiente da água, da algarobeira submetido aos diferentes tratamentos, no período de Janeiro a Junho de 2008, em Campina Grande/PB	59
<b>Tabela 4.6</b>	Resumo da análise de variância dos dados da altura da planta (m), submetido aos diferentes tratamentos, no período de Janeiro a Junho de 2008, em Campina Grande/PB.	59
<b>Tabela 4.7</b>	Resumo da análise de variância dos dados da altura da planta (m), submetido aos diferentes tratamentos, no período de Janeiro a Junho de 2008, em Campina Grande/PB.	60
<b>Tabela 4.8</b>	Resumo da análise de variância dos dados do diâmetro do caule (mm), da Algarobeira submetido aos diferentes tratamentos, no período de Janeiro a Junho de 2008, em Campina Grande/PB	60
<b>Tabela 4.9</b>	Valores médios do diâmetro (DC) da Algarobeira quando submetidos ao fator lâminas de água (L) aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o transplântio (DAT)	64
<b>Tabela 4.10</b>	Taxa de crescimento absoluto da altura de plantas (TCA AP) da algaroba medido durante o período do experimento	65
<b>Tabela 4.11</b>	Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar (TCA DC) da algaroba medido durante o período do experimento	68
<b>Tabela 4.12</b>	Resumo da análise de variância da relação raiz parte aérea, algarobeira submetido aos diferentes tratamentos, no período de Janeiro a Junho de 2008, em Campina Grande/PB.	70
<b>Tabela 4.13</b>	Resumo da análise de variância dos dados de comprimento de raiz em (m), da algarobeira submetido aos diferentes tratamentos, no período de 2007 a 2008, em Campina Grande/PB	72
<b>Tabela 4.14</b>	Resumo dos dados de comprimento de raiz em (m), em diferentes profundidades com diferentes tratamentos	73

## 1.0. INTRODUÇÃO

A algaroba foi trazida para o Semi-Árido como o objetivo de salvar os rebanhos nos períodos mais secos do ano, que podem atingir até oito meses, entretanto aqueles que sugeriram a introdução da espécie, não detinham conhecimento sobre ela, nem tão pouco a estudaram ou recomendaram estudos, supondo que, pelo fato dela viver muito bem adaptada na sua região de origem o mesmo poderia acontecer aqui no Nordeste Brasileiro. Entretanto, aproximadamente trinta anos após sua introdução o que se observa é justamente o contrário, criou-se uma polemica em torno da algaroba. Logo após o financiamento público, a fundo perdido, para introdução da espécie no Semi-Árido a EMBRAPA, órgão de pesquisa do Governo Federal, desenvolveu varias pesquisas com as vagens da algaroba produzindo bolo, café, dentre outros.

Com o passar dos anos as divulgações destes produtos foram ficando mais escassas até desapareceram por completo. É possível deduzir que, a partir desse momento, acredita-se que o interesse pela planta salvadora foi se acabando e ela foi abandonada a própria sorte, onde a mesma encontrou condições favoráveis, como áreas antropizadas, nas margens de rios e açudes, sem nenhum tipo de controle ou predador espalhou-se rapidamente. Os animais comem as vagens, e quando a semente atinge o aparelho digestivo tem sua dormência quebrada e depois os animais geralmente deixam as sementes nas fezes em locais propícios para sua propagação. Esta situação favorável propiciou o surgimento de verdadeiras matas de algaroba, sem nenhum tipo de controle, o que para alguns é uma verdadeira praga, embora haja uma escassez de estudos sobre o tema.

Em outros países que também sofrem com a propagação descontrolada da algaroba é possível observa que eles tiram proveitos dela, na África, Índia e Paquistão é a maior fonte de energia, principalmente nas regiões mais carentes, além disso, se produz bolos, biscoitos, geléia, farinha, tudo a base de algaroba e a produção de mel a partir das flores da planta, fato que também ocorre nos Estados Unidos e na Austrália, que além dos produtos já citados produzem móveis. No Brasil, há cerca de cinco anos, produtores rurais s acreditando no potencial da algaroba começaram a plantá-la em larga escala em regiões áridas da Bahia, inclusive consorciada, quebrando o mito de que onde ela cresce nada mais nasce, alguns pesquisadores, também atraídos pela planta começaram a desenvolver pesquisas e já produziram álcool, vinagre, cachaça e açúcar, foram retomados, também, estudos para produção de bolo e farinha.

Os sítios preferenciais da espécie constituem áreas de relevante interesse social e ambiental para a caatinga<sup>1</sup>, haja vista que esta ocupa principalmente os Neossolos Flúvicos<sup>2</sup> (EMBRAPA, 1999), as baixadas sedimentares e as manchas de solos mais profundos, onde a água é mais facilmente encontrada. Ressalte-se que, em muitas destas áreas se encontram as matas ciliares, ambientes legalmente enquadrados como Áreas de Preservação Permanente<sup>3</sup> (APP's), que desempenham funções ambientais e ecológicas estratégicas, por deterem elevado grau de endemismo e apresentarem biodiversidade potencialmente maior, quando comparadas com as adjacências (ANDRADE et. al., 2004).

A espécie tem recebido uma atenção internacional por conta dos impactos negativos em ecossistemas de áreas cultivadas e de matas nativas. Em 1985 os Estados Unidos tiveram uma perda na produção entre 200 e 500 milhões de dólares por conta da infestação de algaroba (STRATEGIC PLAN, 2000). Já na Austrália havia uma urgência em prevenir a expansão da algaroba, principalmente nas áreas ecologicamente susceptíveis. Entretanto, a prevenção era difícil devido aos animais domésticos e selvagens que espalhavam as sementes de maneira rápida e fácil em função da elevada palatabilidade dos seus frutos em forma de vagens.

Espécies invasoras como a algaroba podem provocar perturbações de diversas magnitudes (PARKER et. al., 1999) e a ocupação de ambientes naturais pela planta pode representar um problema maior para a conservação da biodiversidade da caatinga, onde a espécie demonstra colonizar e invadir novas áreas em uma escala de tempo relativamente curto. Desta forma, tornam-se imprescindíveis ações de manejo que visem o controle das populações de *Prosopis* sp, com vistas à preservação do patrimônio genético da caatinga.

A histórica pressão antrópica exercida sobre a Caatinga, somada às características naturais do Semi-Árido, concorrem para acentuar a degradação do meio físico, com conseqüências danosas para a sua biodiversidade. Este cenário assume conotações ainda mais graves quando se constata que é muito reduzido o número de Unidades de Conservação existentes no referido Bioma. Embora algumas ações importantes estejam sendo empreendidas (MMA, 2002; VELLOSO et al., 2002), o patrimônio genético da caatinga encontra-se ameaçado por inúmeros problemas cujas soluções envolvem elementos ecos-sociais de grande complexidade.

---

<sup>1</sup> Para este trabalho caatinga com “C” significará o Bioma e com “c” significará vegetação

<sup>2</sup> Classificados anteriormente como Solos Aluviais ou Aluvionais.

<sup>3</sup> Conforme o Código Florestal Lei 4771-65

Um fato relevante é o de que na Caatinga o processo de alteração e deterioração ambiental provocado pelo uso insustentável dos seus recursos naturais, está levando à rápida perda de espécies, e à formação de extensas áreas com grau de degradação elevado em vários setores da região (LEAL et al., 2003). Em consequência desse acelerado processo de perda dos recursos genéticos, nos últimos anos, mais um sério problema vem contribuindo para a perda de sua riqueza biológica: a invasão por espécies exóticas, entre elas a algaroba.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo Geral**

Avaliar a necessidade hídrico-ambiental da Algaroba no estágio de pré-floração no sentido de subsidiar os discursos e contra discursos sobre a mesma no âmbito do Cariri Oriental da Paraíba

### **1.1.2. Objetivos Específicos**

- Diagnosticar a percepção Sócio–Ambiental da algaroba, no campo onde a mesma predomina;
- Quantificar a demanda hídrica da planta através do consumo de água, da evapotranspiração e da relação entre  $ET_c/ET_o$ ;
- Analisar parâmetros de crescimento em altura, diâmetro, comprimento de raiz e biomassa em função dos níveis de suprimento de água;
- Determinar o uso eficiente da água;
- Verificar possíveis mudanças na composição química do solo;

## 2.0. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. O Bioma Caatinga

A Caatinga é constituída por um complexo vegetacional que abrange uma área de aproximadamente 800.000 km<sup>2</sup>, incluindo partes do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia. Não obstante as singularidades da caatinga, razões que a tornam o único Bioma exclusivamente brasileiro (MMA, 2002), o conhecimento científico sobre seus recursos naturais, particularmente em algumas áreas da ciência, é ainda muito escasso. Ele ocupa 11% do território nacional e abriga uma fauna e flora únicas, com muitas espécies não encontradas em nenhum outro lugar do planeta

À primeira vista, a Caatinga parece uma área seca e quente, com uma vegetação formada por cactus e arbustos contorcidos, onde apenas lagartos correm assustados de um lugar para outro. Essa imagem, marcada pelo traço original, não faz justiça à rica biodiversidade, fundamental para o equilíbrio econômico da população local com seu potencial forrageiro, frutífero, medicinal, madeireiro e faunístico. (MMA, 2002).

O mau uso dos recursos da Caatinga, porém, tem causado danos irreversíveis a este bioma, adverte. “O processo de desertificação já afeta cerca de 15% da caatinga. O Bioma caatinga estende-se pelos estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e a região norte de Minas Gerais. Na cobertura vegetal das áreas da região Nordeste, a Caatinga representa cerca de 800 mil km<sup>2</sup>, o que corresponde a 70% da região.

A Região Semi-Árida (RSA) ocupa uma área aproximadamente de 900000 Km<sup>2</sup>, correspondendo a 54% do Nordeste e 11% do território brasileiro. Apresenta diferenciação ecológica, com períodos de secas e estiagens, que determinam os problemas básicos da região, atingem principalmente os trabalhadores sem terra e os minifúndios de auto-consumo, provocando problemas sócio-econômicos graves com conseqüente expulsão de parte significativa da população para outras regiões do país (RODRIGUES, 1997).

A paisagem mais comum da Caatinga é a que ela apresenta durante a seca. Apesar do aspecto seco das plantas, todas estão vivas; apenas perderam as folhas para suportar a falta de água. Um estudo minucioso da caatinga não trouxe boas notícias. Os pesquisadores constataram que esse é o terceiro ecossistema brasileiro mais degradado, 50% de sua área foram alterados pela

ação humana. A percentagem das áreas de caatinga protegidas por reservas e parques é ínfima: 0,002%, segundo o Ministério do Meio Ambiente.

O Bioma Caatinga é o mais negligenciado dos biomas brasileiros, nos mais diversos aspectos, este patrimônio nordestino encontra-se ameaçado devido às centenas de anos de uso inadequado e insustentável dos solos e recursos naturais. A exploração feita de forma extrativista pela população local, desde a ocupação do Semi-Árido, tem levado a uma rápida degradação ambiental. Como consequência desta degradação, algumas espécies já figuram na lista das espécies ameaçadas de extinção do IBAMA. Outras, como a aroeira e o umbuzeiro, já se encontram protegidas pela legislação florestal de serem usadas como fonte de energia, a fim de evitar a sua extinção. Outro fator responsável pela degradação da caatinga é a caça, que na região é praticada para subsistência.

A vegetação adaptou-se ao clima seco para se proteger. As folhas, por exemplo, são finas ou inexistentes. A perda das folhas é estratégica, pois, sem elas, as plantas reduzem a superfície de evaporação quando falta água. Algumas plantas armazenam água, como os cactos, outras se caracterizam por terem raízes praticamente na superfície do solo para absorverem o máximo da chuva. Algumas das espécies mais comuns da região tais como umburana, aroeira, umbu, baraúna, maniçoba, macambira, mandacaru e juazeiro.

No meio de tanta aridez, a Caatinga surpreende com suas "ilhas de umidade" e solos férteis. São os chamados brejos, que quebram a monotonia das condições físicas e geológicas dos sertões. Nessas ilhas é possível produzir quase todos os alimentos e frutas peculiares aos trópicos do mundo. Essas áreas normalmente localizam-se próximas às serras, onde a abundância de chuvas é maior.

Cerca de 20 milhões de brasileiros vivem na região coberta pela Caatinga, em quase 800 mil km<sup>2</sup> de área. Quando não chove, o homem do sertão e sua família precisam caminhar quilômetros em busca da água dos açudes. A irregularidade climática é um dos fatores que mais interferem na vida do sertanejo. Mesmo quando chove o solo pedregoso não consegue armazenar a água que cai e a temperatura elevada (médias entre 25oC e 29oC) provoca intensa evaporação. Na longa estiagem os sertões são, muitas vezes, semi-desertos que, apesar do tempo nublado, não costumam receber chuva (CASTELLANI, 2004).

Pode-se dizer, com segurança, que a Caatinga é o bioma menos estudado do Brasil, com grande parte do esforço científico concentrado em alguns poucos pontos em torno dos principais

pólos urbanos. Também é a região menos protegida, com apenas 2% do seu território coberto por unidades de conservação. Há séculos acompanhamos seu extenso processo de alteração e deterioração ambiental, provocado pelo uso insustentável de seus recursos naturais. Tudo isso leva à rápida perda de espécies únicas, à eliminação de processos ecológicos chave e à formação de extensos núcleos de desertificação em vários setores da região.

#### a) A vegetação da Caatinga

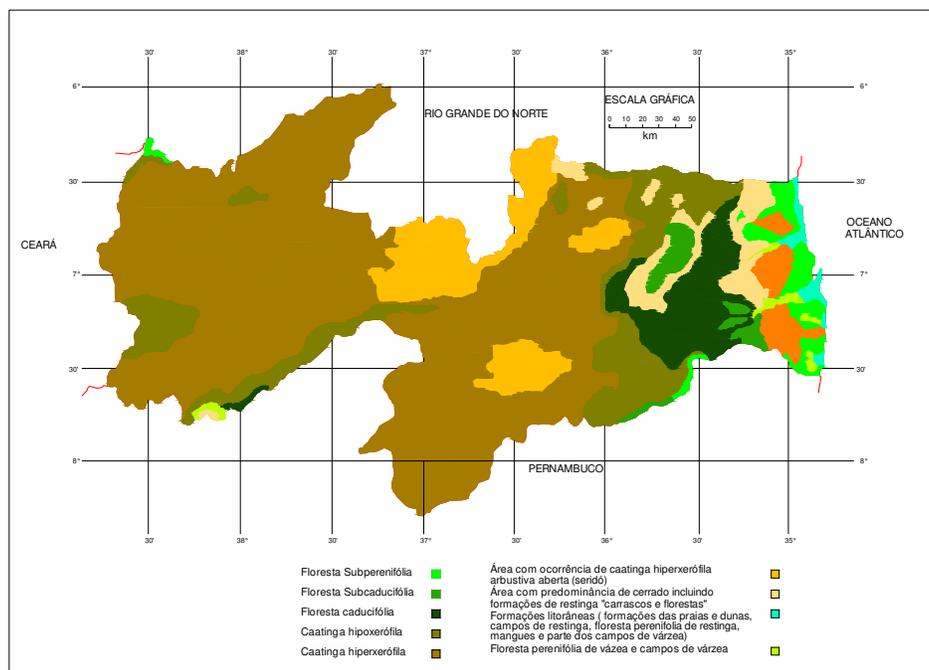
A caatinga, como uma formação vegetal altamente ameaçada, está marcada pela idéia da improdutividade, segundo a qual seria uma fonte menor de recursos naturais (ALBUQUERQUE e ANDRADE, 2002). O antropismo na caatinga é um processo antigo. Segundo Vasconcellos Sobrinho (1971), a caatinga sofre permanentemente ação de perturbação (degradação natural e antrópica) que irá resultar na destruição de uma imensa área do Brasil. A degradação natural seria proporcionada por mudanças climáticas e a artificial provocada por queimadas, retirada de lenha para uso doméstico, pastoril intensivo de gado bovino e caprino.

Já foram identificadas cerca de 1,5 mil espécies vegetais, mas estima-se que possam chegar a até 3 mil espécies na Caatinga. Diversas já se encontram ameaçadas de extinção, como a aroeira, jaborandi, jaborandi do ceará e baraúna, além de mamíferos como o veado catingueiro, preás, macacos, porco do mato, e aves como a ararinha azul, araponga do nordeste, jacutinga, além de répteis, anfíbios, peixes e insetos”, alerta Marcos Antônio Drumond, pesquisador da Embrapa Semi-Árido (JACOB,2007).

De acordo com BRASIL (1972), a vegetação predominante na área de estudo é do tipo caatinga hiperxerófila. Compreende formações vegetais de porte variável, caducifólia de caráter xerófilo, com grande quantidade de plantas espinhosas, ricas em cactáceas e bromeliáceas em determinadas áreas. Apresenta-se com grandes variações, tanto em fisionomia (porte e densidade) como em composição florística. Caracteriza-se por apresentar porte variável – arbustivo pouco denso, e por vezes densa, com presença de plantas espinhosas, cactáceas e bromeliáceas. Essa vegetação praticamente devastada pela ação antrópica, para utilização agrícola, tornou-se uma vegetação raleada.

Ocorre em áreas tipicamente Semi-Áridas, apresentando grau mais acentuado de xerofitismo. As espécies mais encontradas são: pereiro *Aspidosperma pyrifolium*; imburana-de-cambão *Bursera leptophlocos* Mart.; mufumbo *Combretum leprosum*; faveleiro *Cnidocolus phyllacanthus* Hoffm; pinhão brabo *Jatropha pohliana* Mull. Arg.; quixabeira *Bumelia sertorum*

*Mart.*; xique-xique *Pilocereus gounellei* Weber; coroa-de-frade *Melocactus sp.*; palmatória braba *Opuntia palmadora*; macambira *Bromelia lacinoso* Mart.; caroá *Neoglaziovia variegata*; jurema preta *Mimosa sp.*; jurema branca *Pithecolobium dumosum*; xique-xique *Cereus gounellei*; juazeiro *Ziziphus juazeiro*; marmeleiro *Cróton sp*; facheiro *Cereus squamosos*; catingueira *Caesalpinia pyramidalis*; entre outras, conforme mostra a figura 2.1.



Mapa 2.1 – Esboço da vegetação do estado da Paraíba, modificado de Brasil, (1972).

### b) Degradação do Bioma Caatinga

A caatinga tem sido bastante modificada pelo homem. Os solos nordestinos estão sofrendo um processo intenso de perda de fertilidade, devido à substituição da vegetação natural por culturas. A Caatinga é hoje um dos biomas brasileiros mais alterados pelas atividades humanas. É nessa região que estão localizadas, por exemplo, as maiores áreas que passam por processo de desertificação. Segundo Lemos (2001), 196 municípios do Nordeste apresentam índice de desertificação maior ou igual a 90% e em 958 municípios esse índice assume uma magnitude superior a 80%.

De acordo com o MMA (2002), 68% da área da Caatinga está submetida à antropismo em algum grau, e as áreas com extremo antropismo correspondem a 35,3% do bioma. Um dos

grandes responsáveis é, sem dúvida, a pecuária que, apesar de ser uma das atividades econômicas mais importantes para o semi-árido, a falta de planejamento e técnicas adequadas, tem contribuído para acelerar o processo de degradação ambiental.

Para Leal et al., (2005), a atividade humana não sustentável, como a agricultura de corte e queima – que converte, anualmente, remanescentes de vegetação em culturas de ciclo curto, o corte de madeira para lenha, a caça de animais e a contínua remoção da vegetação para a criação de bovinos e caprinos tem levado ao empobrecimento ambiental da caatinga em larga escala.

Desde muito tempo, as áreas de baixios também foram convertidas em pastagens e culturas agrícolas. As matas ciliares foram largamente substituídas por formações abertas nos últimos 500 anos, afetando o regime hídrico e provocando o assoreamento de córregos e rios (COIMBRA FILHO & CÂMARA, 1996). Segundo o MMA (2002), os maiores eixos de pressão no Bioma Caatinga estão localizados no Agreste; ao longo do Rio São Francisco; em torno da chapada do Araripe e no Litoral Cearense.

### **c) Manejo sustentável do Bioma Caatinga**

Segundo o IBAMA (1999), o manejo da caatinga só pode ocorrer quando houver uma caracterização da mesma, ou seja, é necessário que se conheça quais as árvores existentes na propriedade, qual é a sua quantidade, o tamanho e o volume disponível., etc. Desta maneira, de acordo com a capacidade da vegetação, é que se estabelecerá o tipo de manejo a ser adotado. Estes dados só estarão disponíveis depois de concluído um inventário, que consiste na medição de todas as árvores dentro da área da mata. Concluído o inventário é possível caracterizar a caatinga tendo em vista as diferentes espécies e o tamanho das árvores.

Historicamente, a Região Nordeste guarda relação de dependência sócio-econômica do recurso florestal, especialmente da caatinga, formação vegetal típica do Semi-Árido. Ao longo dos anos os ecossistemas nordestinos vêm sofrendo intenso processo de degradação. A cobertura vegetal esta reduzida a menos de 50% da área dos estados, e em alguns casos este número chega a 33%, e o ritmo anual de desmatamento é de aproximadamente meio milhão de hectares. (CAMPELO et al, 1999).

Segundo Tigre (1964) há uma grande dependência da população e dos demais setores da economia com relação ao produto florestal como fonte de energia, a qual representa cerca de 30 a 40% da energia primária da região Nordeste, sendo a caatinga o único ecossistema capaz de

atender esta demanda. Além da demanda energética, existe uma ação constante do homem sobre o recurso florestal em toda região para obtenção de produtos madeireiros e não-madeireiros, objetivando atender as necessidades locais bem como o mercado em geral. (CAMPELO et al, 1999). A diversificação de atividades econômicas no estado vem contribuindo para uma redução significativa de sua cobertura vegetal. O estado da Paraíba, atualmente, conta com várias áreas antropizadas, o percentual chega a 66,75%, demonstrando uma intensa pressão exercida diretamente sobre as matas nativas. (SOUSA, 1993).

O mapeamento da cobertura vegetal do estado da Paraíba realizado no período de 1990/1991 revela que a cobertura vegetal do estado é de 1.847,571 ha, o que representa 33,25% da área do estado. Retirando desse total as Áreas de Preservação Permanente (APP's), que somam 133,276 ha, sobrariam apenas 1.741,295 há, ou seja, cerca de 30,9% passível de exploração. (PNUD/FAO/IBAMA/UEPB/GOV. PARAÍBA, 1994). De acordo com Meira et al (1994), a Mesorregião da Borborema era a única que permanecia com mais de 50% de sua cobertura vegetal. Ainda, segundo Meira et al. (1994) a Paraíba encontra-se em situação limite no que diz respeito a disponibilidade de produtos florestais, pois o estoque disponível é da ordem de 163.388,271 metros de estéreos de lenha e uma demanda de 6.877,677 estéreos de lenha/ano, ou seja, se a utilização da vegetação continuar sendo na mesma proporção em 28 anos ela estará esgotada (Tabela 1)

**Tabela 2.1.** Distribuição das espécies mais utilizadas para reflorestamento e suas áreas por Mesorregião

Mesoregião	Área Total (ha)	Cobertura Florestal (há)	(*) % de área coberta
Mata Paraibana	532.900	38.806	7.18
Agreste Paraibano	1.270.800	313.400	24.66
<b>Borborema</b>	<b>1.578.000</b>	<b>867.585</b>	<b>54.67</b>
Sertão	2.246.500	654.780	29.17
Total	5.637.200	1.874.571	

FONTE: Pontes Lima (1994)

\*Percentual em relação à área da mesorregião

A Algaroba *Prosopis sp* uma planta exótica com elevado potencial florestal e forrageiro agrônomico e alta adaptação a Região Semi-Árida foi estudada para ver a viabilidade da

contribuição que ela poderia dar a economia pecuária e agrícola, mantendo o seu ecossistema, além de trazer influências benéficas diretas e indiretas sobre o solo, o clima e a vida animal do Nordeste seco. A sua importância não se destaca só pela sua capacidade produtiva isoladamente, mas, fundamentalmente, por apresentar-se como uma alternativa de exploração racional desta região dentro do contexto solo-planta-meio, sem gerar a necessidade de importação de insumos e outros fatores de produção que a encarecem e terminam criando dependência de recursos de origem não regional.

A algaroba constituiu-se em um dos maiores sucessos de introdução de plantas xerófilas no semi-árido nordestino, com o objetivo de contribuir para o fortalecimento da economia agropecuária da região, produzindo um rico alimento para os rebanhos bem como protegendo e enriquecendo os solos pobres. Ela seria usada em solos salinizados onde nenhuma outra planta, de valor econômico, poderia desenvolver, além do mais forneceria lenha e madeira de boa qualidade para os mais variados fins. Planta altamente resistente a seca, florescendo em qualquer período, proporcionaria a exploração econômica de abelhas e, ainda, produziria alimento para o homem nordestino (SOUSA et al., 2006).

**Tabela 2.2** Espécies utilizadas nos reflorestamentos aprovados com incentivos fiscais e suas respectivas áreas.

ESPÉCIES	ÁREA (ha)
<b>Algaroba <i>Prosopis juliflora</i></b>	<b>43.470</b>
Bambu <i>Bambusa vulgaris</i>	2.377
Coco-da-baia <i>Cocos nucifera</i>	1.600
Cajueiro <i>Anacardium occidentale</i>	3.377
TOTAL	50.824

FONTE: Chaves (1994)

Em 1984 o Governo Federal através de seus órgãos competentes, com o propósito de contribuir de alguma maneira para uma ação imediata que estimulasse e criasse condições para a mobilização da sociedade nordestina, especialmente a sociedade rural, no sentido de reverter o processo de degradação da Região Semi-Árida, lança o Projeto Algaroba.

Em 1942, durante visita de estudo ao Nordeste, o professor J. B. Griffing, na época diretor da Escola de Agronomia de Viçosa, em Minas Gerais, alarmou-se com a situação pela qual passava o rebanho do Semi-Árido durante o período de estiagem, quando as forrageiras herbáceas secavam totalmente restando apenas fibras, e as arbóreas perdiam as folhas. Sustentado apenas pela palma *Opuntia SP*, pobre em princípios nutritivos, o rebanho necessitava de uma forrageira em condições de fornecer alimentos energéticos e protéicos.

Enviou, então, sementes de algaroba para o agrônomo Clodomiro Albuquerque do IPA – Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária as quais, provavelmente provenientes do Novo México, nos Estados Unidos, e as primeiras mudas tiveram os cuidados do agrônomo Lauro Bezerra, também do IPA, que ao experimentar a espécie na região de Serra Talhada, Pernambuco, descartou a ESPÉCIE alegando que não queria introduzir mais espinhos na região. Sendo assim, a primeira tentativa de introdução da espécie *Prosopis* morreu no seu nascimento em 1942 (AZEVEDO, 1982).

A planta ocupa extensas áreas no Nordeste do Brasil, principalmente áreas de várzeas com solos aluviais profundos. Ela foi plantada em sua grande maioria em consequência de incentivos governamentais e não governamentais para reflorestamento. Seu uso principal foi à produção de vagens as quais seriam utilizadas extensivamente para a alimentação animal, especialmente durante a estação seca. Áreas agricultáveis, com ou sem vegetação nativa, foram plantadas com algaroba. Esse plantio continua atualmente em crescimento causando mudanças no ambiente as quais não foram ainda determinadas (JC on line 99).

A saga da algaroba *Prosopis juliflora* no Semi-Árido nordestino, ao longo dos últimos 60 anos, foi recheada por entusiasmos e controvérsias, defensores e críticos apaixonados pela espécie, bem como por períodos de expansão, onde o governo financiou se plantio, bem como pela exploração desordenada da madeira das algarobeiras nos últimos anos para produção de carvão, lenha para fornos de padarias e olarias e de estacas e mourões. Apesar da forte presença material e simbólica da planta no cotidiano das pessoas da região (e nos discursos técnico-científicos e políticos), quase nenhuma atenção tem sido dada do ponto de vista das ciências sociais ao processo de introdução da espécie no Semi-Árido, às relações sociais que moldaram as dinâmicas de sua introdução e expansão, bem como as controvérsias contemporâneas sobre seus benefícios e os riscos a ela associados (BURNET, 2008).

Na década de 80, ela foi apresentada como uma das alternativas para o Semi-Árido nordestino. “*Serve para tudo*”, esta era a afirmação, de fonte de madeira a alimento para o gado, sem esquecer que crescia mesmo nas piores condições de solo e umidade. Recentemente, descobriu-se que a algaroba, a qual recebeu muitos incentivos do Governo Federal e até mesmo de Organização das Nações Unidas para a Agricultura (FAO) para ser difundida, hoje mostra que está muito distante de ser uma cultura ideal para o sertão.

Na Paraíba foi introduzida pela primeira vez, na cidade de Serra Branca, no Cariri Paraibano. As primeiras mudas de algarobeira foram trazidas para a região, pelo então engenheiro agrônomo Dr. Inácio Antonino como era carinhosamente conhecido em toda região. No início, foram apenas algumas mudas, reproduzidas a partir de mingoadas sementes. Hoje, são mais de 10 milhões de pés em todo o Estado, principalmente no Cariri, de onde a espécie *Prosopis juliflora* a partir de lá foi disseminada para outras regiões da Paraíba e do Nordeste.

A algaroba *Prosopis SP* é uma planta rústica pertencente à família das leguminosas, seu período de floração é de novembro a janeiro. Ela caracteriza-se por possuir caule tortuoso, casca rugosa, presença de espinhos, folhas bipinadas, folíolos numerosos, subcoriáceas, estômatos em ambas as faces das folhas, inflorescência auxiliares, pedunculadas em espigas, primavera a estival (BRAGA, 1976). Quando adulta alcança 12 metros de altura, podendo atingir 18 metros em casos especiais. Com 6 anos de vida seu tronco apresenta mais de 30 centímetros de diâmetro, e alguns exemplares chegam a 80 centímetros.

É uma espécie típica dos Andes Peruano, e foi introduzida no Nordeste por volta de 1942 em Serra Talhada – PE, e posteriormente nos demais estados da região (LIMA, 1984). Suas raízes têm um crescimento muito rápido, consumindo tanta água armazenada nas proximidades do açude quanto à água subsuperficial, originada dos morros nos períodos chuvosos. Vários estudos em países como Sudão, Índia, Austrália, Estados Unidos, mostram que a espécie é invasora e prejudica a vegetação e a paisagem local.

Alguns estudos comprovam que a algaroba “*não serve para tudo*”, como se afirmava anteriormente, pois, por exemplo, já foi identificada uma doença neurológica, chamada “cara torta” que impede o gado de se alimentar e conseqüentemente provocando sua morte (JC - *on line*. 99). De acordo com Hulme (op. cit.) esta doença se manifesta quando o percentual de algaroba na composição da ração ultrapassa 50%.

Siqueira (1987), avaliando o microclima em uma área de caatinga e uma área reflorestada com algaroba no Semi-Árido, concluiu que a média diária de evapotranspiração, durante o período chuvoso, estimada pelo método da razão de Bowen, foi maior (0,5 mm/dia) na área de algaroba do que na área de caatinga.

Leitão et al. 2001, estudando o balanço de radiação sobre um dossel de algaroba, observou que no período seco todos os componentes do balanço de radiação foram superiores aos do período chuvoso, ele ainda concluiu que mesmo a algaroba tendo apresentado uma folhagem mais verde no período chuvoso, devido a maior umidade do solo durante este período, o albedo médio horário e conseqüentemente o albedo médio diário foram menores do que do período seco.

Lima (1984) comparou a diversidade de espécies vegetais regeneradas em uma área de caatinga natural e em outra sobre pressão de atividades humanas. Na área preservada foram encontradas cerca de 62 espécies arbóreas/arbustivas diferentes, estimadas em 902 plantas adultas por hectare. Na área totalmente degradada encontrou-se apenas duas espécies correspondendo a 18 plantas adultas por hectare, sendo a algarobeira a espécie dominante. A análise de regressão espontânea, no mesmo local, demonstrou a existência de quase 4 mil algarobeiras por hectare na fase adulta contra 700 mudas de espécie de caatinga.

Segundo Schwarz e Thompson (1990), os cientistas que estudam ecossistemas, encontram em instituições diversas, estratégias diferentes, adotadas para lidar com o mesmo tipo de situação, baseados em diferentes interpretações da estabilidade do ecossistema. Existem basicamente quatro mitos da natureza que representam um pouco da essência. No caso da algaroba, foi construído inicialmente um discurso de que a algaroba seria a *salvação* do Nordeste, ou seja, o *mito salvacionista*. Segundo Burnet (2008) foi em meados dos anos 90 que iniciou-se a construção do *mito da vilã*, alegando que a planta seria uma vilã da água, retirando a umidade do solo e secando mananciais ao seu redor.

Há indícios que as autoridades competentes do meio ambiente estejam usando esse *mito* como *estratégia* para proteger a jurema *Mimosa tenuiflora* (PEREIRA, 2005), espécie nativa também leguminosa e que também serve como forrageira, estaca e lenha com a diferença que, perde as folhas durante a estiagem. Tradicionalmente, o agricultor derruba a jurema, arranca seu “toco” ou o queima, matando assim a planta para que ela não rebrote e invada o roçado. Geralmente quando se faz a “limpa” do terreno, o agricultor vende a madeira da jurema para as padarias e olarias e estoca uma parte para seu próprio uso. Os caminhões com carga de madeira

de jurema são apreendidos, pois se trata de uma espécie protegida e os de algaroba são liberados, pois se trata de uma espécie exótica.

No JORNAL DA PARAÍBA de 15 de outubro de 2007, temos a seguinte manchete: “A *algaroba destrói espécies da caatinga*: A população da algaroba tem se disseminado com grande rapidez nas regiões do semi-árido nordestino e está destruindo as plantas nativas que servem de alimento para bovinos e eqüinos. De acordo com pesquisas realizadas no Laboratório de Ecologia Vegetal da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus de Areia, 95% das espécies locais foram dizimadas por causa da invasão da algaroba. De acordo com o coordenador e fundador do Laboratório de Ecologia Vegetal (LEV) do Centro de Ciências Agrárias da UFPB, Campus de Areia, Leonaldo Alves de Andrade, responsável pela orientação dos estudos, “quando os estímulos do governo federal para o manejo da algaroba deixaram de existir, a espécie foi se alastrando rapidamente e destruindo os outros tipos de plantação”. O pesquisador informou que as pesquisas realizadas pelo Laboratório de Ecologia Vegetal da UFPB também têm o objetivo de motivar a proposição de políticas públicas voltadas para o controle da algaroba como espécie invasora do Bioma Caatinga”.

Nos últimos dez anos o discurso mudou, ou seja, a algaroba passou de salvadora a vilã e é desta maneira que vem justificando seu abate sem nenhum tipo de critério ou controle das árvores (BURNET, 2008). Segundo Bourdieu (1996) a ciência de um discurso em sua forma atual só pode existir na medida em que seja apenas gramaticalmente correta, mas, sobretudo socialmente aceitável, quer dizer, ouvida, acreditada e, por conseguinte, eficiente num determinado estado das relações de produção e de circulação. Tal ciência deve levar em conta as leis de formação de preços características do mercado em questão, ou em outros termos, as leis capazes de definir as condições sociais da aceitabilidade: de fato, as condições de recepção antecipadas fazem parte das condições de produção, e a antecipação das sanções do mercado contribui para determinar a produção do discurso. Esta antecipação, que não tem a ver com um cálculo consciente, é o resultado do habitus lingüístico que, sendo o produto de uma relação primordial e prolongada com as leis de um certo mercado, tende a funcionar como um sentido da aceitabilidade e do valor prováveis de suas próprias produções lingüísticas e das dos outros em seus diferentes mercados.

Este discurso tem incentivado o desmatamento da algaroba com objetivo de controlar à sua invasão, que ocorreu pela mão do homem, pela falta de manejo e ao mesmo tempo não

incentiva o replantio. No entanto, esses são indícios ainda a serem investigados (BURNET, 2008).

Portanto, supostamente toda lenha queimada nas padarias e olarias atualmente deveria ser de algaroba, pois ela não é taxada. Na realidade, o controle florestal da SUDEMA fica em João Pessoa, a SUDEMA Campina Grande faz só o cadastramento das empresas usuárias de lenha e manda a papelada para a capital. Porém, diz ele, que quando eles vão fazer a fiscalização dos resíduos nas padarias, eles aproveitam para verificar se a lenha é mesmo de algaroba. Segundo José Inácio, não há qualquer controle quanto ao manejo dos algarobais, pois o que ele vem observando é a sua destruição indiscriminada, o corte na sua base. Ele particularmente se diz preocupado com o que vai restar para se queimar dentro de alguns anos (BURNET, 2008).

Segundo Bourdieu (1996) os discursos não são apenas (a não ser excepcionalmente) signos destinados a serem compreendidos, decifrados; são também signos de riqueza a serem avaliados, apreciados, e signos de autoridade a serem acreditados e obedecidos. Os discursos alcançam seu valor (e seu sentido) apenas através da relação com um mercado caracterizado por uma lei especial de formação particular dos preços: o valor do discurso depende da relação de forças que se estabelece concretamente entre as competências lingüísticas dos locutores, entendidas ao mesmo tempo como capacidade de produção, de apropriação e apreciação ou, em outros tempos, como capacidade de que dispõem os diferentes agentes envolvidos na troca para impor os critérios de apreciação mais favoráveis a seus produtos.

## **2.2. O Cariri Paraibano**

O Cariri paraibano está localizado no sul do Estado na mesorregião da Borborema, que é constituída por quatro microrregiões: Cariri Ocidental, Cariri Oriental, Seridó Oriental e Seridó Ocidental (Moreira 1988) e é formado por 29 cidades, dentre as quais, destacam-se Sumé, Monteiro, Taperoá, Serra Branca e Cabaceiras, abrigando uma população de mais 160 mil pessoas. Seu clima é tipicamente semi-árido, caracterizado pela baixa ocorrência de chuvas e por uma quantidade de luz solar superior a 2 mil e 800 horas anuais. A temperatura média anual é 26°C, com médias mínimas inferiores a 20°C, e a umidade relativa do ar não ultrapassa 75%.

A pluviosidade reduzida, apresentando um dos mais baixos índices pluviométricos do Brasil Moreira (1988), e o relevo, basicamente em duas unidades, terrenos dissecados e o nível da Borborema, condicionam a diversidade e riqueza da vegetação. No Cariri os solos são rasos e

pedregosos e a vegetação é considerada baixa e pobre em espécies, mas acompanha um gradiente de precipitação e profundidade do solo (Sampaio *et al.* 1981).

A atividade agrícola no Cariri é baixa, devido a falta de água, predominando a pecuária caprina e a extração de lenha (Moreira & Targino 1997). A falta de alternativas econômicas tem contribuído para uma degradação crescente dos ambientes naturais tornando a vida no campo mais e mais difícil.

Apesar das adversidades por qual passa essa região, o Cariri possui belezas naturais diversas em forma de vales, serras, plantas e animais, que devem ser preservadas. Suas cidades também possuem um belo patrimônio arquitetônico e histórico que vale pena conferir. Seu povo é forte e hospitaleiro. Geograficamente o Cariri está dividido em Cariri Oriental e Cariri Ocidental.

### **2.3. Características da Algaroba**

Nas áreas onde elas ocorrem Figura 2.1, geralmente, adquirem forma de arbusto ou pequenas árvores, entretanto podem crescer até 10 m com tronco de 1.2 m de diâmetro, os arbustos ocorrem devido ao fato das pessoas cortarem as plantas para usarem a madeira como lenha tão logo elas alcancem de 1 a 1,5 metros de altura fazendo com que elas brotem na próxima estação chuvosa com muita velocidade. Elas crescem muito rápido, são tolerantes ao sal e podem sobreviver em áreas que índice pluviométrico em torno de 50 mm por ano. Sua madeira é um combustível natural, que pode suprir as exigências de energia das regiões Áridas e Semi-Áridas. Com gravidade específica de 0,70 ou mais, sua madeira foi denominada “wooden anthracite” por causa de sua grande quantidade de calor; ela queima devagar e uniformemente, segurando bem o calor (HDRA, 2002).

Na África sua madeira é usada na fabricação de móveis e implementos agrícolas. Em algumas regiões áridas do mundo é usada como remédio, no tratamento de catarro, gripe, diarreia, inflamação, dor de estômago, dor de garganta, ferimentos, dentre outros. As sementes proliferam e tem uma tremenda capacidade de regeneração, e podem resistir à seca até mesmo quando semeadas. Onde a maioria das espécies não sobreviveria, a *Prosopis Juliflora*, pode se estabelecer com muito sucesso em terras hostis e outro habitat similares.



Figura 2.1. Mata com algaroba

**a) Galhos e folhas**

A forma de arbusto denso com galhos espalhados é comum. Os galhos desses arbustos têm comprimento que variam, mas geralmente atingem entre 1 e 3 metros. A forma da árvore varia entre 4 e 12 metros ou algumas vezes mais que isso (especialmente em baixios com bastante umidade e também em áreas bem protegidas). A espessura da casca da árvore varia de 2 a 3 cm, cinza ou vermelho escuro, como partes escuras, como rachaduras de 5 cm (Dagar, 1998). Os galhos são em forma de zig-zag, cilíndricos, verde e com espinhos, folhas verdes. As folhas se agrupam ao longo dos galhos (Figura 2.2.). Elas são bipinadas, como quatro fólíolos cada uma e cada um podem conter de 13 a 25 folíolos, mas em média se encontram 20. Em geral elas medem entre 5 e 24 mm de comprimento e entre 1,5 e 5,2mm

**b) Inflorescência**

A inflorescência é uma espiga comprida, variando entre 8 e 10 cm de comprimento, como flores verdes esbranquiçadas, que ficam amarelo claro quando maduras (figura 2.3) .



Figura 2.2. Folhas e galhos de algaroba

### c) Inflorescência

A inflorescência é uma espiga comprida, variando entre 8 e 10 cm de comprimento, como flores verdes esbranquiçadas, que ficam amarelo claro quando maduras (figura 2.3) . As plantas começam a floração entre 3 e 4 anos de idade. A algaroba pode florar até 3 vezes ao ano, de agosto a setembro, novembro a dezembro e fevereiro a março. Suas flores são uma importante fonte de néctar e pólen, produzindo um excelente mel (DAGAR, 1998).



Figura 2.3. Inflorescência

As flores da algaroba são uma fonte de néctar para as abelhas. As flores são pequenas, em inflorescência de vários tamanhos e formas. Elas produzem quantidades abundantes de pólen e néctar por longos períodos, como recompensa para os insetos polinizadores (SIMPSON *et al* 1977).

### d) Sistema radicular

O sistema radicular cresce muito rápido e pode alcançar uma profundidade de 40 cm em oito semanas. Há dois tipos de raízes Figuras 2.4. (a e b), os quais são formados sob condições normais de impedimento do desenvolvimento da raiz. Um é um sistema profundo e o outro superficial, com funções diferentes e estações diferentes. O sistema profundo é composto de uma a três raízes principais, as quais têm a função de sustentar a planta, mas também de buscar água nas reservas subterrâneas, e logo que atingem a água tendem a crescer horizontalmente na direção do fluxo (TUME *et al* 1989). O outro tipo de raiz se desenvolve na direção lateral quando algum obstáculo impossível de transpor é encontrado, essa raiz forma uma espécie de tapete lateral que consegue absorver a água da chuva bem como a umidade do ar.



Figura 2.4. As raízes da algaroba.

### 2.3.1. Relação da Planta com o Meio Ambiente

#### ➤ Solo

Não há nenhum tipo de solo em que a espécie *Prosopis* não se desenvolva, (HARVARD 1884, in DAHL, 1982), a *Prosopis Juliflora* se adapta a todo tipo de solo desde arenosos a argilosos. Eles são geralmente, encontradas em áreas onde há pouco água e baixa fertilidade do solo, que são fatores limitantes a qualquer outro tipo de planta. São abundantes em cursos de rios secos ou sazonalmente secos ou depressões, onde a presença e profundidade do lençol é um fator decisivo na distribuição, tamanho e crescimento da espécie (SIMPSON 1977). A altura da arvores tem sido usadas com sucesso para estimar a profundidade do lençol freático nos Estados Unidos ( MEINZER, 1927). A *Prosopis juliflora* pode ser encontrada em todos os tipos de solos desde areia pura, barro duro e solos pedregosos, mas os solos bem drenados são os preferidos (NAS 1980). Os nutrientes do solo não são fatores limitantes para seu desenvolvimento (GEESING et al 2000).

#### e) Necessidade Hídrica

A algaroba sobrevive com pluviosidade anual de 100 mm ou menos que isto em áreas áridas, e em até 1.500 mm. Entretanto, são menos comuns em áreas com precipitação de 1.000

mm, mas algumas espécies na Arábia e no deserto do Atacama podem sobreviver com precipitação de 50 mm (NAS, 1980; FAO, 1997)

As folhas da algaroba mostram muitas adaptações xerofíticas à seca (VILELA e PALÁCIOS 1997), mas a existência de dois sistemas radiculares coloca a algaroba como freatofitas (MOONEY et al, 1977). A algaroba é encontrada em altas densidades ao longo dos cursos de água, e quando são encontradas nos vales tendem a se concentrar no fundo do vale onde é mais provável ter um suprimento permanente de água de sub-superfície (SIMPSON 1977) Já nas áreas montanhosas, elas tendem a habitar os vales secos justamente nas áreas por onde correm as águas das chuvas (SOLBRIG e BAWA 1975).

#### **2.4. Produtos e subprodutos extraídos da algaroba**

De acordo com Lima (1984), as vagens da algaroba se constituem em uma importante fonte de carboidratos e proteínas para a população de regiões Semi-Áridas. Ainda, de acordo com (ALVES, 1972; AZEVEDO, 1959 e 1961; GOMES, 1961 e 1977), a mesma tem um valor alimentício comparável a cevada ou ao milho, com uma polpa doce e sementes ricas em proteínas (34 a 39% de proteínas e 7 a 8% de óleo) são altamente nutritivas.

Nas áreas de sertão, onde os solos são rasos e com baixo teor de umidade, a produção de vagem e madeira pode alcançar cerca de 3t/ha/ano e 5m<sup>3</sup>/ha/ano respectivamente. Sendo assim, vários produtos florestais, que vão desde a madeira bruta utilizada como lenha, ou seja, industrializada, produzindo um carvão abundante e de excelente qualidade, até vigas, esquadrias, que são empregadas em construções rústicas e urbanas. A madeira é considerada de duração eterna, e por isso utilizada na confecção de dormentes, tábuas, postes, mourões de cerca e para delimitar fazendas e sítios. A sua densidade é cerca de 0,85g/cm<sup>3</sup> e o rendimento médio de carvão é da ordem de 43%. Já nas áreas de baixios e várzeas, onde é mais comum sua incidência devido a umidade, a produção de vagens e de cerca de 8t/ha/ano e a produção de madeira da ordem de 11m<sup>3</sup>/ha/ano. A flor da algaroba é altamente melífera, chegando a produzir cerca de 100 a 200kg/ha/ano de mel.

Na década de 80 a algaroba recebeu muitos incentivos governamentais para sua disseminação como forma de solucionar os problemas do Nordeste, pois é uma planta que não necessita de cuidados, se desenvolve rápido, e alcança um porte arbóreo em dois anos em média, e com três anos começa a dar frutos. Entretanto, hoje temos uma preocupação e estamos dando

início a uma discussão sobre uma possível influência desta planta no volume de água do açude Epitácio Pessoa diante do que foi exposto anteriormente.

De significativo impacto social e merecedor de profundas análises políticas e econômicas, mas de gravíssimo impacto ambiental, os projetos de reflorestamentos, parte da política da “política de modernização” levada a cabo no Semi-Árido da Paraíba, podem mesmo ser considerados casos de polícia. O mais gritante é o projeto de reflorestamento do Semi-Árido paraibano com algaroba. Afinado aos propósitos do “desenvolvimento da agricultura”, o reflorestamento levado a cabo pela ditadura militar “não se propõe alterar a estrutura fundiária concentradora, no sentido técnico econômico, a pequena exploração de base essencialmente familiar” (PEÑA CASTRO, 1985).

#### **a) Mel e cera**

Seu mel tem uma cor ligeiramente amarela e geralmente de boa qualidade com excelente sabor e aroma leve. É geralmente coletado de colméias selvagens, mas tem aumentado bastante a produção em colméias fixas e intinerantes. A cera é outro produto de valor importante, é usado na produção de velas e para uso farmacêutico.

#### **b) A resina**

A resina expelida é produzida a partir de ferimentos naturais na casca das plantas como mecanismo de defesa, mas que também pode ser estimulada por ferimentos artificiais. A resina é solúvel em água, líquida e amarela quando fresca. Algumas tribos da América do Norte mascam e comem esta resina, bem como a usam como pintura ou na confecção de enfeites. (FELGER, 1977).

#### **c) Tanino, tinta e fibras**

O tanino é usado para curtir e conservar couro de animais. As fibras são feitas de varias espécies de algaroba. As raízes, sem casca, são usadas na América do Norte para fazer cordas bastante resistentes, que são guardadas com uma posse valiosa (FELGER, 1977). As fibras da casaca interna também são usadas, e tanto uma fibra quanto outra é usada na produção de cestos. A casca e a resina são usadas para produzir pinturas, tintas, cosméticos e shampoos.

## **2.5. Uso medicinal da algaroba**

O uso medicinal da algaroba é comum entre nativos e a população na América do Norte e na Ásia. Um extrato preparado a partir das folhas e da casca é usado no tratamento de infecções na boca e na garganta, incluindo úlceras e bronquites, doenças internas em geral dores, parasitas e distúrbios urinários, problemas de pele como dermatites, e infecções parasitárias. Na Ásia, especificamente, os nativos usam na prevenção de aborto. O extrato da casca é usado no tratamento da lepra, asma, tremores e reumatismo. A fumaça gerada pela queima da folha é usada na cura de infecções no olho e o extrato é recomendado contra mordida de cobra e picada de escorpião (ICFRE, 1993). Na América do Sul é usado no tratamento da conjuntivite, e um preparo com folhas é usado para calcificar ossos quebrados e até doenças venéreas (D'ANTONI e SOLBRIG 1997).

## **2.6. Benefícios físicos da algaroba**

Em climas quentes e áridos onde outras árvores são encontradas em pequenas quantidades, a sombra propiciada pela algaroba é muito bem vinda aos seres humanos e as criações bem como outros animais e insetos. As árvores geralmente são plantadas ao redor das casas e em áreas urbanas nas regiões secas, isto devido sua sombra e sua a sua fácil adaptação nessas regiões. Elas protegem contra o vento e reduzem a movimentação de solo e areia. O solo e a areia são fixados pela raiz, sendo importante no controle da erosão. Quando plantadas em filas, elas servem como barreira contra o vento, e se for bem manejada podem ser usadas como cerca, sendo assim protegem as casas e as plantações dos animais soltos que estão pastando. Serve como proteção para pássaros e mamíferos pequenos do ataque de predadores, bem como de suporte para uma grande população de insetos, os quais servem como fonte de alimento para outros insetos e animais.

## **2.7. Exigências Ambientais da Algaroba**

### **a) Local e Solo**

A *Prosopis Juliflora* em geral se adapta bem a diferentes altitudes onde é introduzida. Os nutrientes do solo são, geralmente, fatores limitantes para propagação de uma espécie. O Nitrogênio raramente é limitante, com a fixação há um melhoramento do solo levando ao

aumento na fertilidade do solo a medida que a algaroba vai ficando mais velha (GEESING et al 2000). Observou-se a fixação de Nitrogênio em condições de pH alto, alta salinidade e altos déficits de água (SINGH, 1996; FELKER et al, 1981 e FELKER e CLARK, 1982). Outros macronutrientes também podem ser fatores limitantes de maneira direta ou indireta. Os baixos níveis de Fósforo também afetam a fixação de Nitrogênio devido à limitação da atividade do *Rizobium* (JARREL et al 1982). Os micronutrientes, embora normalmente não limitem, reduzem sua disponibilidade em condições sub-ótimas tais como alto pH.

Solos salinos e alcalinos freqüentemente são ocupados por algaroba, esta espécie consegue sobreviver e crescer em solos com níveis de salinidade igual ao da água do mar e em solos com pH de 10.5 (SINGH 1996). Existem algumas espécies de algaroba que conseguem tolerar níveis de salinidade acima de 18.000 mg NaCl/l, sem nenhuma redução no crescimento ou na sobrevivência, e ainda, crescerem em níveis de 36.000mg/l NaCl, o que é equivalente a água do mar (FELKER, et al 1981).

A *Prosopis Juliflora* cresceu com sucesso com uma água de irrigação com uma condutividade elétrica de 20 dS/m na Índia (SINGH 1996) e entre 6-21 dS/m no Paquistão (KHAN, et al 1986). Esta mesma espécie é capaz de tolerar solos alcalinos, e é observada redução no crescimento quando o pH atinge valor de 9,0, entretanto ela pode sobreviver e crescer em solos com pH de 11. Outras espécies de Algaroba não se dão bem em solos ácidos, e há possibilidade de que o pH baixo possa ser um fator limitante para sua propagação, entretanto estas condições não se aplicam a *Prosopis Juliflora*.

## **b) Exigência de água**

No que diz respeito à estimativa da eficiência do uso da água a Algaroba *Prosopis Juliflora* é de 700 Kg H<sub>2</sub>O/Kg de matéria seca. SINGH et al 1990 encontrou uma estimativa de 8.943 Kg H<sub>2</sub>O/Kg de matéria seca, quando as algarobas são alimentadas pela chuva, já para áreas irrigadas esse valor foi de 13.271 Kg H<sub>2</sub>O/Kg. Entretanto sugere-se que os valores encontrados por Singh foi devido a uma excessiva evaporação associado com uma cobertura incompleta do dossel. As estimativas do uso eficiente de água na algaroba variam muito, isto provavelmente devido tanto aos métodos de análises quanto as espécies e a região.

## 2.8. Efeitos ao Meio Ambiente

### a) Efeitos na fertilidade do solo

Ao longo dos tempos a algaroba tem demonstrado muita habilidade em melhorar os solos através da fixação de nitrogênio biológico, a adição e incorporação de folha seca, o bombeamento de nutrientes, as mudanças na estrutura e na fauna do solo e na população biológica. É aceitável que nos locais onde as espécies de algaroba crescem seus solos melhorem, embora alguns autores contestem este fato dizendo que os solos que recebem as folhas secas da algaroba têm baixa fertilidade. Por outro lado, a habilidade da algaroba em fixar o nitrogênio pode ser afetada em solos salinos ou alcalinos ou quando os níveis de fósforo são limitados (JARRELL et al 1982). Alguns estudos mostram que a quantidade de nutrientes debaixo da copa das árvores são grandes, isto devido a uma fertilidade adicional da simbiose das raízes e também da decomposição das folhas. Há também um aumento no conteúdo de matéria orgânica bem como nos micro e macro nutrientes do solo.

De acordo com El Fadl (1977), foi observado um aumento nas partículas de silte e argila debaixo da copa das algarobas *Prosopis Juliflora*, com uma queda correspondente nas partículas de areia.

Quanto a um aumento dos níveis de nitrogênio, observa-se uma supressão da fixação de nitrogênio. Foi observada uma pequena fixação de nitrogênio em árvores mais velhas, com a maioria dos nutrientes rapidamente disponíveis do solo debaixo da copa da planta (GEESING et al 2000)

O total de nitrogênio acumulado em toda vida de uma planta de algaroba é estimada entre 13 e 30 t N/ha (DOMMENGUES et al, 1999). Este acúmulo ocorre através do perfil do solo, o qual é observado, com aumentos significantes em todas as profundidades até 1,5 metros debaixo da copa da Algaroba *Prosopis juliflora* (El Fadl 1977). Estima-se que esta espécie com uma única árvore pode fixar até 31 g N/ano, o que foi considerado satisfatório (DIAGNE e BAKER 1994). Diagne (1992) havia encontrado 5,5 g N/ano. Quando há uma densidade de 400 árvores/ha, a estimativa fica variando de 2,2 a 12,4 Kg N/ha/ano. Estas variações nas quantidades de nitrogênio acumulado podem ser devido às espécies, tipo de simbiose microbial, condições da local ou idade da planta, tudo isso deve ser considerado para que se possa ter um efeito significante na fixação

de nitrogênio, ou diferenças nas amostras, ou nas análises químicas e até na interpretação dos resultados (DOMMENGUES et al 1999). Entretanto, Pasiecznik et al (1993), observou aumentos significantes no status de nutrientes do solo com algarobas durante quatro anos no Cabo Verde, assumindo que isto ocorreu devido um déficit de água no solo ou pela salinidade limitando a fixação de nitrogênio.

Aggarwal (1998) não encontrou efeitos da algaroba com relação à matéria orgânica, mas observou aumentos na população microbiana do solo debaixo das copas das algarobas na Índia. Singh (1996) observou aumentos significativos nos níveis de carbono no solo em plantações de algaroba após oito anos, como este conteúdo aumentando de 0,12% para 0,58% acima de vinte anos.

Os níveis de fósforo e outros nutrientes são mais altos debaixo das copas da algaroba do que em espaços abertos, isto pode ser devido ao aumento do depósito de folhas, com associações micorrizicas. A incorporação das folhas é muito importante no melhoramento dos nutrientes do solo e em suas qualidades físicas (AGGARWAL et al, 1976). As folhas têm uma percentagem de minerais e nutrientes mais altas do que o caule, galhos e raízes. Estas têm aproximadamente 3% de nitrogênio e são ricas em macro e micro nutrientes (SINGH et al, 1990).

As algarobas aparecem como redutores de salinidade e alcalinidade nos solos que elas se desenvolvem e a alta alcalinidade de solos (pH 10) pode ser neutralizado com plantações de algaroba (BHOJVAID et al, 1996; SINGH, 1996). O pH de solos com algaroba pode ser reduzido em aproximadamente uma unidade a cada 10 anos, isto devido à habilidade da algaroba em acidificar solos alcalinos. Este efeito não é comum com outras leguminosas em solos tropicais, mas com a algaroba estas taxas de se mostram consideravelmente mais altas do que com outras espécies (SINGH & SINGH 1993; SINGH 1996). A Algaroba *Prosopis juliflora* aumenta as propriedades físicas e químicas do solo reduzindo o pH, a condutividade elétrica e os níveis de sódio trocados (BHOJVAID et al, 1996).

## **2.9. Evapotranspiração**

O solo armazena a água que chega através das chuvas. Esta água tem duas maneiras de retornar à atmosfera: uma é a evaporação direta do solo, a outra é através das plantas. As plantas absorvem água e nutrientes através da raiz. Parte desta água é utilizada em seus processos metabólicos, enquanto outra parte somente percorre o xilema e evapora pela superfície das folhas.

Mas as plantas também transpiram para regular a sua temperatura, num processo que se assemelha ao suor dos animais. A soma total da água que evapora depois de passar pelas plantas com a água proveniente da sua transpiração é chamada de evapotranspiração.

A evapotranspiração é constituída pela combinação de evaporação e transpiração, a qual é resultado da perda combinada de água da superfície úmida do solo e transpiração das plantas. Tanto a evaporação quanto a transpiração são processos que ocorrem simultaneamente, no entanto quando estes acontecem na natureza fica difícil distinguir um do outro. A evaporação é determinada pela disponibilidade de água na camada superficial do solo e pelo saldo de radiação que chega nessa superfície. No estágio inicial de desenvolvimento de uma determinada cultura, a fração da evaporação é alta, diminuindo durante o estágio de crescimento. À medida que a cultura cobre a superfície do solo, a transpiração passa a ser o principal processo (ALLEN et al., 1998).

De acordo com a FAO (1998) evaporação é o processo pelo qual a água líquida é transformada em vapor (vaporização) e removida da superfície de evaporação (remoção de vapor). A água evapora de uma variedade de superfícies, tais como lagos, rios, pavimentos, solos e vegetação úmida. Para este processo é necessário energia para mudar o estado das moléculas de água de líquido para vapor.

A radiação solar direta, para uma pequena extensão, a temperatura ambiente do ar fornece esta energia. A força para remover o vapor de água da superfície de evaporação é a diferença entre a pressão do vapor de água e a superfície de evaporação e da atmosfera ao redor. A substituição do ar saturado com o ar seco depende da velocidade do vento. Portanto, radiação solar, temperatura do ar, umidade do ar e velocidade do vento são parâmetros climatológicos que devem ser considerados ao utilizar o processo de evaporação.

A evaporação e a evapotranspiração são processos que ocorrem simultaneamente na natureza, logo não é fácil distinguir o vapor de água produzido por estes (ROSEMBERG et al, 1983). Por outro lado, CHANG (1968) define evapotranspiração como a evaporação da superfície de um determinado local mais a transpiração das plantas nele existentes.

O processo de absorção de água pelos vegetais para suas atividades vitais é feito pela raiz, parte desta água volta para atmosfera em forma de vapor, este processo é denominado transpiração; já a evaporação é definida como o processo físico pelo qual um líquido ou sólido é transferido para o estado gasoso (MATZENAUER, 1992).

O processo de transpiração é formado pela vaporização da água contida no tecido das plantas e o vapor removido da atmosfera. As culturas, predominantemente perdem sua água através dos estômatos. O processo de vaporização ocorre no interior da folha, denominado espaço intracelular, e o vapor trocado com a atmosfera é controlado pela abertura dos estômatos. Quase toda água absorvida é perdida pela transpiração e apenas uma pequena parte é usada dentro da planta (FAO, 1998)

O consumo de água de determinada cultura é uma função direta da demanda atmosférica do local, do conteúdo de água presente no solo e da capacidade de resistência da planta à perda de água através das folhas. Nesse sistema solo - planta - atmosfera, a transferência de água ocorre de forma passiva, em resposta às diferenças de potenciais de água estabelecidos entre o gradiente de potencial formado entre o solo e as células das raízes da planta (SILVA, 1996).

O manejo da água em culturas irrigadas tem como objetivo decidir como, quanto e quando irrigar. A quantidade de água a ser aplicada é normalmente determinada pela necessidade hídrica da cultura, podendo ser estimada através da evapotranspiração ou por meio da tensão da água no solo. Para se determinar o momento da irrigação, além de outros parâmetros mencionados, podem-se utilizar outras medidas de avaliação de água no solo, como turno de irrigação, ou considerar os sintomas de deficiência de água nas plantas (SOUSA et al., 1997).

Doorembos & Kassam (1979) mostram uma nova terminologia para a evapotranspiração máxima (ET<sub>c</sub>) como sendo um fator que mostra o consumo de água das culturas sob condições de reposição hídrica adequada.. Ainda de acordo com eles a ET<sub>c</sub> é compreendida pela perda de água de uma cultura agrônômica, na qual deve haver disponibilidade de água em todos os estágios de seu desenvolvimento. Já para Allen, Smith & Pereira (1994), a evapotranspiração é constituída por um processo de troca de energia de uma superfície vegetada, sendo limitada pela quantidade de energia disponível. Ainda para eles, a equação mais adequada para calcular a ET<sub>o</sub> é a de Penman-Monteith, usando-a na base horária e somando-se os valores.

Para Matzenauer (1992), a evapotranspiração real (ETR) é a perda de água para atmosfera por evaporação e transpiração nas condições reais de fatores atmosféricos e umidade de solo e pela demanda evaporativa da atmosfera. A ETR será igual a evapotranspiração máxima (E<sub>tm</sub>), quando a água disponível no solo for limitada, (DOOREMBOS & KASSAM, 1994).

A evapotranspiração pode ser obtida através de medidas diretas ou através de estimativas. Nas medições diretas se utilizam, basicamente, dois grupos de métodos: os baseados na equação

do balanço hídrico e os micrometeorológicos. A medição da evapotranspiração é feita em nível experimental, em decorrência dos instrumentos de manejo necessários. Utilizando estes métodos se determina a evapotranspiração real (ETR), a máxima ( $E_{tm}$ ) e a de referência ( $E_{to}$ ) para intervalos muito curtos, como minutos ou horas (FONTANA, 1992).

Martins (2000), estudando o balanço de radiação e energia em uma área com algaroba e uma área de caatinga, observou que todos os componentes do balanço de radiação durante o período seco, foram maiores na área de algaroba do que na área de caatinga.

A evapotranspiração da cultura pode ser medida diretamente através de lisímetros ou evapotranspirômetros e estimada pelos métodos do balanço hídrico do solo, balanço de energia sobre a cultura ou modelos micrometeorológicos. São diversos os métodos de estimativa da evapotranspiração de referência, sendo a escolha do método baseado, principalmente, no tipo de dado disponível em estações meteorológicas e na precisão requerida para determinação das necessidades hídricas das culturas (SEDIYAMA, 1987). A Comissão Internacional de Irrigação e Drenagem (ICID) e a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) consideram o método de Penman-Monteith como padrão para o cálculo da evapotranspiração de referência (Allen et al., 1998).

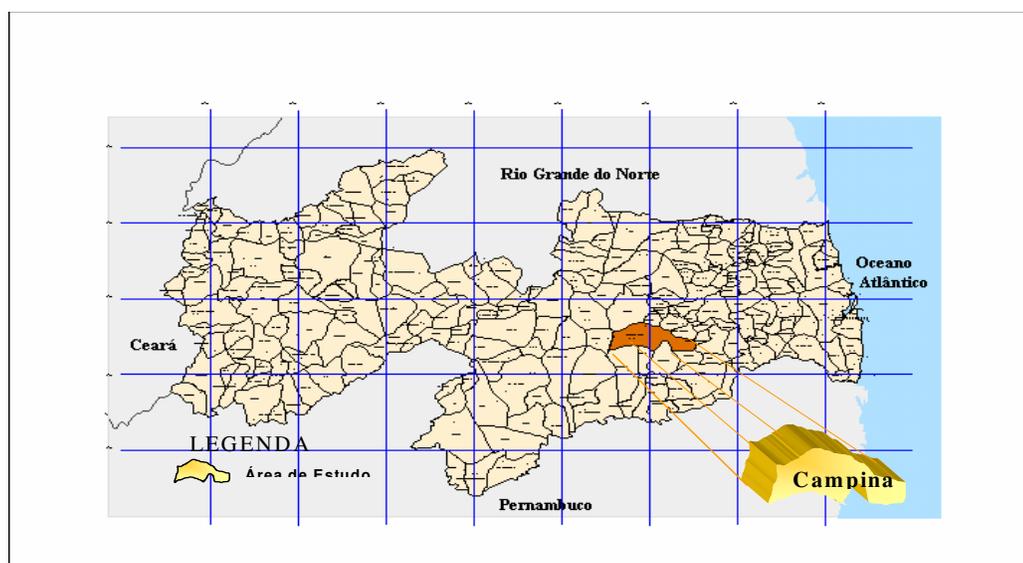
De acordo com Allen et al. (1994), a evapotranspiração é um processo governado por trocas de energia de uma superfície vegetada e é limitado pela quantidade de energia disponível. A equação de Penman-Monteith é a mais precisa, quando usada na base horária e somando os valores para obter estimativa diária de  $E_{to}$ .

### 3.0. MATERIAS E MÉTODOS

A pesquisa foi dividida em duas etapas: Etapa 1. Esta etapa foi desenvolvida nos municípios de Boqueirão, Cabaceiras e São João do Cariri, as áreas foram selecionadas considerando que nesses locais há um incidência muito grande de Algaroba. O primeiro passo foi fazer uma visita de campo para identificar as possíveis áreas para aplicação dos questionários, nas visitas utilizamos o GPS para o georefenciamento de todo percurso. Etapa 2. Instalação do experimento em Lisímetros nas dependências da Universidade Federal de Campina Grande.

#### 3.1. Caracterização ambiental da área

O experimento foi instalado na cidade de Campina Grande em uma área da Universidade Federal de Campina Grande, localizada no bairro de Bodocongó, Campina Grande que está situada na região leste do estado da Paraíba, possui uma área de 644,10 km<sup>2</sup>. Faz fronteira ao Norte com os municípios de Massaranduba, Lagoa Seca, Pocinhos e Puxinanã; a leste com Assis Chateaubriand, e Ingá; ao sul com Fagundes, Queimadas, Boqueirão e Caturité e a oeste com o município de Boa Vista (Figura 3.1).



Fonte: ARAUJO (2006)

Figura 3.1. Localização do município de Campina Grande – Estado da Paraíba

È considerada um dos principais pólos industrial e tecnológico da Região Nordeste do Brasil. Situada no estado da Paraíba, Mesorregião do Agreste Paraibano, zona oriental e trecho

mais encarpado do Planalto da serra da Borborema. A altitude média é de 508 m acima do nível do mar e apresenta as seguintes coordenadas geográficas de 7°15'18" Latitude Sul e 35° 52'28" Longitude W Gr (CCT/UFPB).

### 3.1.2 Clima

Segundo a classificação de GAUSSEN, o clima predominante nesta região é do tipo Mediterrâneo quente ou nordestino de seca atenuada (3cTh), com chuva escassa (4 a 5 meses). Segundo KÖPPEN está situado na região de transição entre clima semi-árido quente tipo (Bsh) e clima quente e úmido com chuvas de outono-inverno tipo As'. A temperatura média anual é de 26 °C, com média das mínimas inferior a 22 °C, as mais baixas ocorrem entre os meses de maio e agosto e variam entre 18 a 20<sup>0</sup> C e as mais altas registram-se de janeiro a março e de outubro a dezembro, com valores entre 27 a 30<sup>0</sup> (Moraes Neto, 2002). A precipitação média anual é de 803 mm. A evaporação total anual é de 1418 mm e insolação anual total de 2224 horas. Os maiores valores de evaporação ocorrem nos meses de setembro a janeiro (INMET,1999).

### 3.2. Caracterização da área onde foram aplicados os questionários



Figura 3.2 – Localização da área do município de Cabaceiras – Paraíba

O solo e as sementes utilizados no experimento foram do município de Cabaceiras esta localizado na Microrregião do Cariri Oriental e na Mesorregião Borborema do Estado da Paraíba. Sua Área é de 400 km<sup>2</sup> representando 0.7091% do Estado, 0.0258% da Região e 0.0047% de todo

o território Brasileiro. A sede do município tem uma altitude aproximada de 388 metros distante 162,3602 Km da capital.

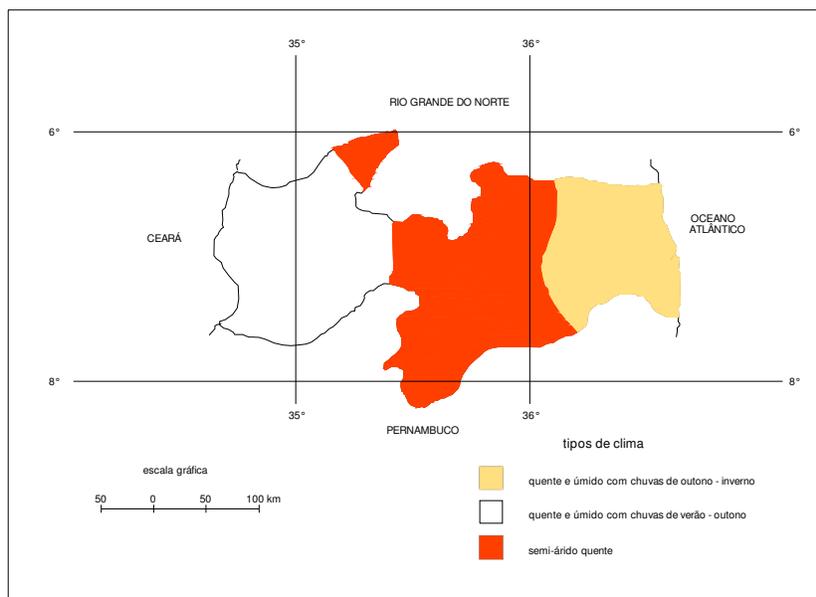


Figura 3.3 – Classificação Climática de Köppen, modificado de Brasil (1972).

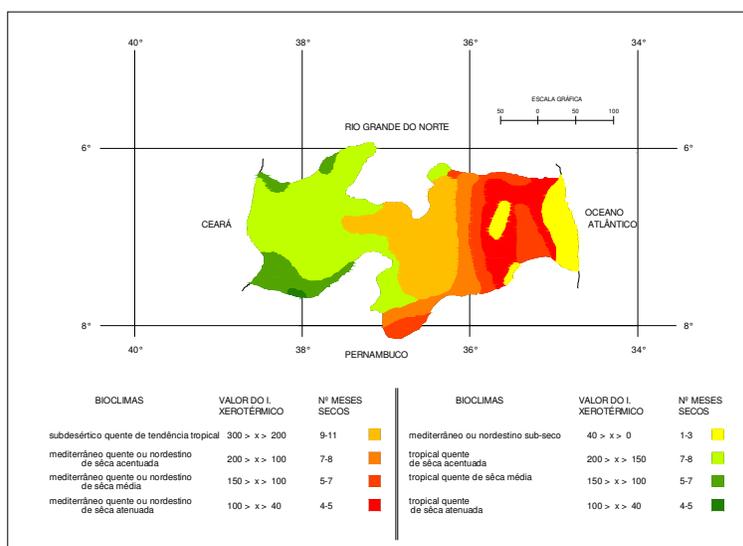


Figura 3.4 – Classificação Climática de Gaussen, modificado de Brasil (1972).

### 3.3 Etapas



### 3.3.2. Instalação do experimento

O experimento foi realizado entre 15 de junho de 2007 a 30 de setembro de 2008, junto à área experimental do Departamento de Engenharia, UFCG, Universidade Federal de Campina Grande, Estado da Paraíba, localizado nas seguintes coordenadas geográficas; latitude 07° 13'S, longitude 35° 53'W.

No experimento foi utilizado um delineamento estatístico casualizado (figura 3.6), com um esquema fatorial de 5 x 2, com 4 repetições, com 5 níveis de reposição de água (W1 = 20%; W2 = 40%; W3 = 60%; W4 = 80% e W5 = 100% da evapotranspiração) e 2 tipos de solo. Até 120 DAP, as plantas recebiam a mesma quantidade de água e nesse período foi sendo feito desbaste até ficar uma planta por lisímetro e em seguida todas as plantas foram colocadas na capacidade de campo para iniciar a reposição da evapotranspiração.

### 3.3.3 Delineamento experimental

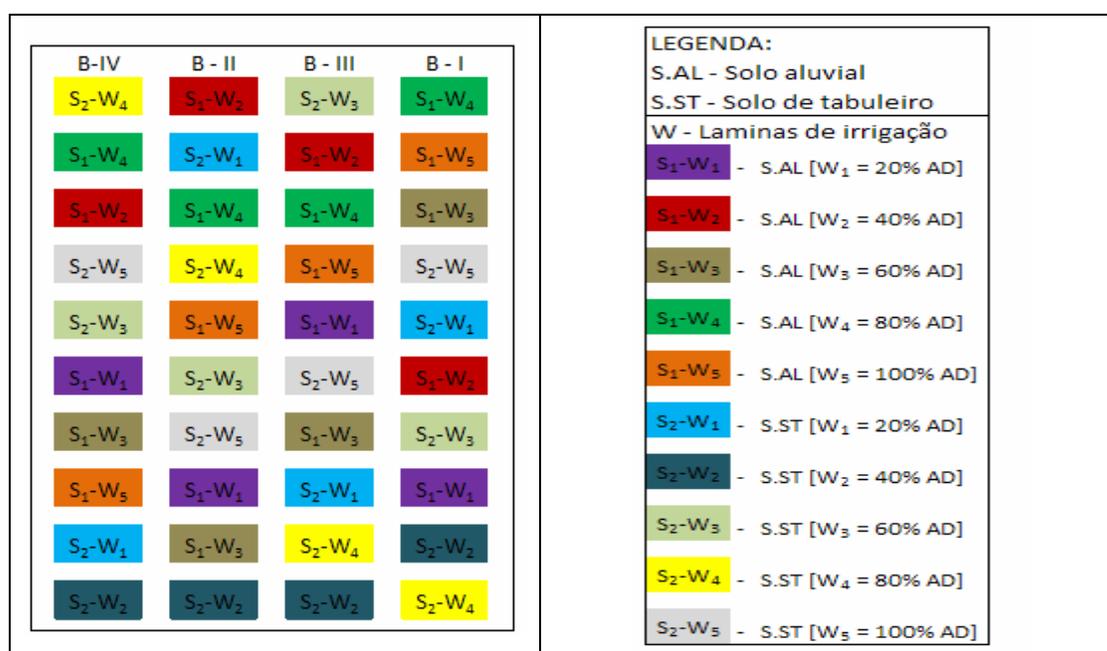


Figura 3.6. Localização do experimento em campo.

#### a) Solo

Os dois solos utilizados, um Bruno não Cálcio e um Aluvial, para preenchimento dos lisímetros, foram provenientes de Cabaceiras – PB, cujas características físicas e químicas foram

analisadas (anexo B), a partir de amostras colhidas no campo, no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do DEAG/CCTRN/UFCG de acordo com a metodologia proposta por EMBRAPA (1997). Para efeito da pesquisa os solos foram denominados de “tabuleiro” (Bruno não Cálcio) e Aluvial (Aluvial).

#### **b) Plantio**

As sementes utilizadas na produção das mudas de algaroba foram coletadas em uma propriedade no município de Cabaceiras, safra de 2006, foram acondicionadas em sacos e guardadas nos dependências do Laboratório de Irrigação e Drenagem – UFCG. Foi feita uma seleção nas vagens depois elas foram pesadas e medidas e em seguida através de um processo de centrifugação foram separadas da polpa.

#### **c) Quebra da dormência**

A quebra da dormência das sementes foi feita colocando-as dentro de um recipiente com água, a qual foi elevada a temperatura até atingir 70° C em seguida permaneceu em repouso até a água atingir a temperatura ambiente, logo após foram colocadas três sementes em cada tubete (figura 3.7) para produção das mudas, adotou-se esta metodologia devido a experiências citas por alunos no próprio laboratório bem como por técnicos que trabalharam na produção de mudas no período de maior difusão da algaroba. .

#### **d) Processo de germinação**

Foi observado o início da germinação admitindo-se como margem confiável o valor de 50% de germinação, entretanto a partir do quinto dia iniciou-se a germinação chegando ao final com um índice de 60%, após quatro meses foram transplantadas para os lisímetros, os dois tipos de solo onde as sementes foram germinadas, foram os mesmos que usamos para preenchimento dos lisímetros, e foram coletados no município de Cabaceiras – PB.



Figura 3.7. Tubetes usados na produção das mudas

#### e) Preenchimento dos Lisímetros

Ao lisímetros foram confeccionados em tambores plásticos que de limpos receberam furos que serviram como drenos (figura 3.8) e posteriormente foram preenchidos com uma camada de brita e outra de areia, formando uma espécie de filtro, para evitar o entupimento dos drenos, em seguida foi colocado o solo peneirado, destorroado, sem nenhum tipo de correção ou adicionamento de nutrientes, tentando assim, reproduzir as mesmas condições encontradas em campo. Foram utilizados 40 lisímetros para o experimento.



Figura 3.8. Lisímetro e os respectivos drenos.

### 3.4. Evapotranspiração da Cultura (ET<sub>c</sub>) Medida

O processo de irrigação foi conduzido com um turno de rega de três dias, já que não havia um sistema de irrigação automatizado. A irrigação era efetuada medindo-se o volume de água

aplicado com uma proveta volumétrica e aplicando diretamente no lisímetro. Estes eventos eram registrados em uma planilha eletrônica (Excel) contendo o balanço hídrico durante todo período experimental.

Os volumes de água aplicados para atender o nível de reposição “Nr” (reposição da evapotranspiração) foram determinados a partir do balanço hídrico em Nr<sub>5</sub> (reposição de 1,05 ETc) , de modo que nesta lâmina ocorresse uma drenagem de 5%, como descrito abaixo, a variável VA<sub>1</sub> refere-se ao solo 1 e VA<sub>2</sub> refere-se ao solo 2.

$$VA (Nr_1) = 0,20 * (VA_{n-1} - VD_{n-1}) \quad (Eq.1)$$

$$VA (Nr_2) = 0,40 * (VA_{n-1} - VD_{n-1})$$

$$VA (Nr_3) = 0,60 * (VA_{n-1} - VD_{n-1})$$

$$VA (Nr_4) = 0,80 * (VA_{n-1} - VD_{n-1})$$

$$VA (Nr_5) = 1,05 * (VA_{n-1} - VD_{n-1})$$

Onde:

VA (Nr<sub>i</sub>) = volume de água aplicado no nível i (1, 2, 3, 4, 5) de reposição (mL)

VI<sub>n-1</sub> = volume de água aplicado no nível Nr<sub>5</sub> no evento de irrigação anterior (mL)

VD<sub>n-1</sub> = volume de água drenado no nível Nr<sub>5</sub> no evento de irrigação anterior (mL)

No primeiro evento de irrigação, após todos os lisímetros estarem na capacidade de campo, adotou-se um volume arbitrário para o tipo de solo 1 de 4.500, 6.000, 4.500 e 6.000 mL, para lâmina de 1,05 , já para o solo 2 foi aplicado 4.500 mL, também para lâmina de 1,05. Nesta primeira irrigação os volumes drenados registrados foram: 22%; 0,25%; 40% e 13,3% para o solo 1, já para o solo 2 os volumes drenados foram: 48,8%, 34%, 42% e 13,3%.

A evapotranspiração da cultura (ETc) foi obtida fazendo a diferença ente o volume aplicado em cada evento de irrigação e o volume drenado, em litro, dividido pela área de exposição do lisímetro (m<sup>2</sup>), que é descrito pela equação que segue:

$$ETc = \frac{VA - VD}{S} * \frac{1}{TR} \quad (Eq.2)$$

Onde:

ETc = evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>)

VA = volume de água aplicado (L)

VD = volume de água drenado (L)

S = área de exposição do lisímetro (0,20 m<sup>2</sup>)

TR = turno de rega (3 dias)

### 3.5. Evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>)

O cálculo da ET<sub>o</sub> é de grande importância na determinação do K<sub>c</sub>, o qual será calculado usando-se a equação de (Hargreaves & Samini, 1985):

$$ET_o = 0,0023 \times Q_o \times \sqrt{(T_{máx} - T_{mín})} \times (T_m + 17,8) \quad (\text{Eq.3})$$

Onde:

ET<sub>o</sub> = evapotranspiração de referência (mmdia<sup>-1</sup>)

Q<sub>o</sub> = radiação solar (mmdia<sup>-1</sup>)

T<sub>máx</sub> = temperatura máxima diária (°C)

T<sub>mín</sub> = temperatura mínima diária (°C)

T<sub>m</sub> = temperatura média diária (°C).

### 3.6. Determinação da relação entre ET<sub>c</sub>/ET<sub>o</sub>

Para determinação da relação ET<sub>c</sub>/ET<sub>o</sub> da cultura no período de pré-floração encontramos a relação entre a ET<sub>c</sub> (evapotranspiração da cultura mediada) e a ET<sub>o</sub> (evapotranspiração referência).

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (\text{Eq.4})$$

### 3.7. Determinação do uso eficiente da água

#### a) Consumo Total de Água

O volume total de água consumido pelas plantas durante todo o período do experimento foi obtido a partir do balanço hídrico (volume aplicado - volume drenado).

### b) Altura das Plantas

A altura da planta (AP) foi medida em metros, entre o colo da planta e a extremidade da haste principal. As avaliações foram feitas a cada 30 dias durante os meses de Janeiro a Junho de 2008

### c) Diâmetro do Caule

O diâmetro do caule foi medido utilizando-se um paquímetro, eram feitas duas leituras e depois obtida a média, eram feitas em mm, a uma altura 5 cm do solo, as leituras foram feitas a cada 30 dias no período de Janeiro a Junho de 2008.

### d) Taxas de Crescimento

As taxas de crescimento foram obtidas a partir dos dados de altura da planta (AP) e diâmetro caulinar (DC). Utilizando estes dados obteremos as taxas de crescimento absoluto e relativo em altura ( $TCA_{AP}$ ), e em diâmetro ( $TCA_{DC}$ ) de acordo com as equações que seguem (BENINCASA, 2003)

$$TCA_{AP} = \frac{AP - AP}{t - t} \quad (\text{Eq.5})$$

Onde:

$TCA_{AP}$  = taxa de crescimento absoluto em altura ( $\text{cm dia}^{-1}$ )

$PA_1$  = altura da planta no tempo  $t_1$  (cm)

$PA_2$  = altura da planta no tempo  $t_2$  (cm)

## 3.8. Variáveis destrutivas

### a) Fitomassa Total da Parte Aérea

A parte aérea depois de retirada, através de seccionamento, foi dividida em tronco, galhos e folhas e acondicionada em sacos de papel identificados de acordo com o delineamento do experimento, em seguida as amostras foram levadas para secagem em uma estufa com ventilação

forçada com temperatura de 60 °C, com margem de segurança de ( $\pm 1$  °C), por 48 horas até se obter um peso constante de matéria seca, em seguida foram pesadas em uma balança digital com precisão de 0,01g.

#### **b) Fitomassa das Raízes**

As raízes foram separadas do solo utilizando água com uma mangueira, o solo e a água passavam por uma peneira de nylon com malha de 2,0 mm, em seguida o material foi seco, depois acondicionado em sacos de papel devidamente identificados posteriormente levados à estufa a 60 °C, com margem de segurança de ( $\pm 1$  °C), para se obter peso constante de matéria seca, em seguida serão pesadas em uma balança digital com precisão de 0,01g.

#### **c) Estimativa do comprimento de raiz**

O comprimento de raiz foi estimado a partir da metodologia usada por Tennant (1975), na qual é usada uma folha de acrílico transparente de 25x35 cm, com subáreas internas quadradas de 1x1m. Para fazer a contagem foram usados contadores de mão e uma lupa para auxiliar a visualização das radículas.

As amostras de raízes foram coletadas, de cada lisímetro em profundidades que variaram de 0 -10 cm; 10 – 20 cm; 20 – 30 cm; 30 – 40 cm, com cilindro de densidade com volume de 196,2 cm<sup>3</sup> e acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados e guardados em geladeira com temperatura entre 0 +/- 4 °C, posteriormente cada amostra coletada foi colocada em água para separar as raízes do solo e passadas em uma peneira com malha de 0,6 mm, recolocadas nos sacos e levadas de volta a geladeira. À medida que iniciamos a contagem as amostras iam sendo gradativamente retiradas da geladeira.

Os resultados obtidos na contagem o ( N ) foi levado para equação que estima o comprimento de raiz.

$$\text{O comprimento de raiz ( R )} = \frac{11}{14} \times \text{Número de intersecções ( N )} \times \text{Unidade de área.}$$

O fator 11/14 da equação foi combinado com a unidade de área para dar o fator de conversão de comprimento. Para as subáreas internas de 1/2, 1, 2 e 3 cm quadrados, as fatores de conversão foram 0.3928, 0.7857, 1, 5714 e 2.3571, respectivamente, como segue:

Comprimento de raiz ( R ) = Número de intersecções ( N ) X fator de conversão de comprimento.No caso, como optamos por subáreas internas de 1x1 a fórmula foi a seguinte:

$$R = N \times 0.7857 \quad (\text{Eq.6})$$

### **3.9. Composição química do solo**

As possíveis mudanças na composição química do solo foram avaliadas coletando-se amostras de solo de todos os lisímetros ao final do experimento ver figura X, em uma mesma profundidade, as quais foram levadas para análise no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) UFCG/DEAG posteriormente foram comparadas com os resultados das amostras que haviam sido feitas no início do experimento.

### **3.10. Análises Estatísticas**

Os dados foram analisados a fim se determinar os efeitos de cada tratamento sobre a evapotranspiração da cultura, da necessidade hídrica; e do crescimento das plantas por meio das variáveis do diâmetro do caule e altura da planta.

A análise estatística das variáveis meteorológicas e da cultura foram feitas utilizando o delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste Tukey, com nível de significância de 1 e 5% de probabilidade, utilizando-se do programa SISVAR 4.3 (2003) com objetivo de realizar:

- a) Análise de variância para as seguintes variáveis: diâmetros do caule, altura da planta; evapotranspiração e necessidade hídrica da cultura.
- b) Teste de comparação múltipla (Tuker), para cada efeito significativo da análise de variância;
- c) Análise de regressão para determinação do modelo matemático que forma expressar as respostas das variáveis quantitativa dos fatores nas plantas.

## 4.0. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Viabilidade Sócio-Ambiental da algaroba no cariri Paraibano

Visando a obtenção de dados sobre viabilidade Sócio-Ambiental da algaroba foram aplicados questionários, individuais e anônimos, com agricultores, nos meses de Agosto a Setembro de 2008, em três municípios (Boqueirão, Cabeceiras e São João do Cariri). Foram entrevistados, no total, 306 proprietários, sendo 102 para cada município. O número de entrevistados foi calculado com base no número de agricultores nos três municípios. A seleção, na maioria das vezes, foi realizada através de um sorteio ou, nos casos onde isto não foi possível, foi utilizada outras técnicas de seleção para garantir a aleatoriedade da amostra: visitando-se as áreas em dias alternados da semana e horários.

A distribuição de frequência de áreas com algaroba por propriedade, nos município, é mostrada na Tabela 4.1. Dos 306 proprietários que responderam ao questionário, o município com maior área planta com algaroba, foi São João do Cariri, sendo 65 (64%) proprietários possuem propriedades com áreas de aproximadamente 0 a 0,5 ha, seguindo do município de Boqueirão com 45 (44%) proprietários com áreas equivalente ao município de São João do Cariri. Apesar de normalmente a algaroba está localizada nas áreas de aluviões dos rios, nas áreas pesquisadas a algaroba não ocupa grande parte da propriedade. A não ocupação em grande escala pela algaroba é provavelmente devido ao controle do próprio produtor e das condições de solo e de água da propriedade. A exploração anual de culturas de subsistência, nas pequenas propriedades da região, faz com que não a área esteja sempre limpa de plantas consideradas invasoras.

Tabela 4.1. Distribuição de frequência das áreas de algaroba nas propriedades por município pesquisado.

Área (ha)	Boqueirão		Cabaceiras		São João do Cariri	
	Nº Prop.	%	Nº Prop.	%	Nº Prop.	%
Até 0,5	45	44	38	37	65	64
0,5-1	12	12	29	28	37	36
1-5	34	33	12	12	0	0
5-10	11	11	19	19	0	0
10-20	0	0	4	4	0	0
Total	102	100	102	100	102	100

Nº Prop. – número de proprietários entrevistados por município.

A madeira da algaroba é elástica, pesada, compacta e dura, mas apresenta facilidade de ser trabalhada, recebendo bem tintas e vernizes; além dessas características, Gomes (1999) e

Karlin & Ayerza (1982) citam que a madeira tem boa textura, boa durabilidade natural e apresenta estabilidade dimensional, sendo madeira de boa qualidade para carpintaria e marcenaria, sendo empregada para confecção de móveis rústicos, dormentes, postes, mourões. Na Tabela 4.2, observa-se que em Boqueirão há uma predominância de utilização da algaroba como finalidade do uso madeira e na ração animal, nas propriedades de 0 – 0,5 e de 1- 5 ha.

Tabela 4.2. Utilização da algaroba, por faixa de área, por propriedade dentro de cada município.

Boqueirão						
Área (ha)	Madeira		Ração		Não Usa	
	Nº Prop.	%	Nº Prop.	%	Nº Prop.	%
Até 0,5	21	20,5	17	16,6	0	0
0,5 – 1	14	13,7	5	4,9	9	8,82
1 - 5	16	15,7	16	15,6	0	0
5 - 10	1	0,98	1	0,98	0	0
10 - 20	2	1,96	0	0	0	0
Cabaceiras						
Área (ha)	Madeira		Ração		Não Usa	
	Nº Prop.	%	Nº Prop.	%	Nº Prop.	%
Até 0,5	17	16,6	28	27,4	0	0
0,5 – 1	11	10,7	10	9,98	0	0
1 - 5	6	5,88	16	15,7	0	0
5 - 10	0	0	6	5,88	2	1,96
10 - 20	3	2,94	3	2,94	0	0
São João do Cariri						
Área (ha)	Madeira		Ração		Não Usa	
	Nº Prop.	%	Nº Prop.	%	Nº Prop.	%
Até 0,5	33	32,35	33	32,35	15	14,71
0,5 – 1	0	0	18	17,64	0	0
1 - 5	0	0	0	0	0	0
5 - 10	0	0	0	0	0	0
10 - 20	3	2,94	0	0	0	0

Nº Prop. – número de proprietários entrevistados por município.

As maiores frequências atingiram 20,5% e 17% respectivamente, já os agricultores que afirmaram não utilizar a algaroba estão na faixa de até 0,5 – 1 ha, com frequência de 8,82%.

Observando a Tabela 4.2 verifica-se que o município de Cabaceiras a utilização da algaroba como finalidade do uso madeira e ração estão distribuídas em áreas de 0 a 10 há que

corresponde a um percentual de 16,6%, sendo o maior percentual (27,4%) de proprietários que possuem propriedades com área de aproximadamente de 0 – 0,5 ha. Nos municípios de Boqueirão e Cabaceiras, apenas 9 (8,82%) e 2 (1,96%) dos proprietários entrevistados, respectivamente, afirmam não fazem uso da algaroba. Pelos resultados obtidos não ficou bem claro os motivos da não utilização, sugerindo que os proprietários não utilizam a algaroba nem como fonte de energia, já que a madeira é abundante na região, sem contar que poderiam, também, obter recursos, e até utilizá-la como alimento, na produção de bolos, biscoitos, etc. Com relação a São João do Cariri, a maior utilização da algaroba como madeira e ração está distribuída nas propriedades de até 0,5 ha, com percentuais de 32,35% para os dois itens avaliados, diferentemente dos outros dois municípios onde 14,71% dos proprietários entrevistados afirmaram que não utilizam a algaroba, mas uma vez supõe-se que, em regiões pobres com é o Cariri paraibano os poderes públicos deveriam estimular a produção de produtos oriundos da algaroba o que poderia melhorar a qualidade de vida e o bem estar destas populações. É importante notar , que os estudos abordando o uso da algaroba na região do Nordeste, ainda são poucos e contraditórios, salientando sua importância no meio social e econômico.

Considerando que, expressivos volumes de algaroba estão disponíveis na caatinga, segundo (NASCIMENTO, 2003), a algaroba tem potencial para se estabelecer como fonte de matéria-prima voltada para usos múltiplos, o que poderá contribuir para transformar o Semi-Árido em área de oferta de produtos florestais, desde que criteriosamente manejada e explorada, sendo considerada um dos exemplos mais espetaculares de sucesso de introdução de plantas na região (Azevedo, 1982).



Fonte: Silva (2008)

Figura 4.1. Algaroba consorciada com pastagens.

É uma espécie altamente promissora, para fins madeireiros e forrageiros, devido sua resistência à seca e boa adaptação às condições adversas (SILVA, 1980). A Algaroba cresce rapidamente, desenvolvendo-se em solos pobres pedregosos e secos, produzindo árvores de até seis metros de altura, com tronco de cerne semi-pesado e casca rugosa (PIRES & FERREIRA, 1983). De acordo com Nascimento & Lahr (2007) chapas de partículas homogenias de algaroba são semelhantes às chapas fabricadas com *Pinus Elliottii* e com *Eucalipto*.

De acordo com Nobre (1982), no Nordeste a algaroba tem boa produção de frutos e madeiras de algarobeira em diversos espaçamentos de 10 X 10 m ou mais, dependendo da maior profundidade e riqueza dos solos. Espaçamentos de 15 X 15 m, 20 X 15 m e 20 X 20 m são aplicados para produção de frutos e em consórcio com pastagens (figura 4.1). Espaçamento de 3 X 3 m ou 2 X 3 m são utilizados para produção de madeira e estacas.

Analisando a Gráfico 4.1 verifica-se que em Boqueirão dos 102 proprietários que responderam o questionário 76 % utilizam a madeira da algaroba para fazer carvão, percentual que causa preocupação considerando a degradação já existente na região. Enquanto que para o uso da madeira da algaroba na construção de cerca rural o município de São João do Cariri apresentou o maior percentual de 26,47%, já para uso na construção de mourões Cabaceiras apresentou um percentual de 46,08% e, para a utilização de lenha o município de São João do Cariri se destacou com um percentual de 29,41%.

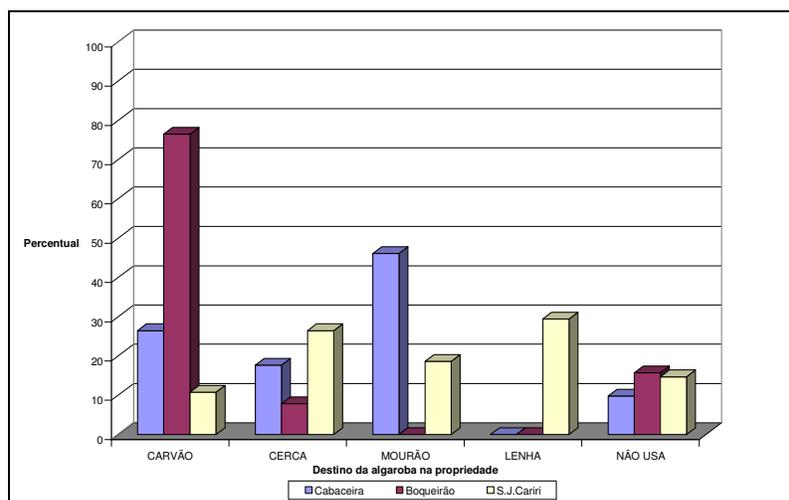


Gráfico 4.1. Percentual de utilização da algaroba na propriedade.

De acordo com os ambientalistas atribuem a quase extinção da flora paraibana, ao processo de urbanização e, principalmente, a utilização do carvão vegetal como fonte energética. Grande parte da lenha extraída de nossas matas abastece os fornos das olarias, das panificadoras

e, as indústrias de calcários. A retirada da vegetação nativa causa sérios prejuízos para o ecossistema, necessitando de uso racional e sustentável, tanto para a sua preservação, como para uma utilização que não provoque desequilíbrio ambiental. Observa-se no Gráfico 4.2 o resumo das espécies de madeiras mais utilizada para construção de esta e mourão. Verifica-se que em todos os municípios estudados a algaroba é a madeira mais utilizada para fazer mourão, apresentando um percentual de 87,25 ; 84,32 e 51,96 % para Cabaceiras, Boqueirão e São João do Cariri respectivamente

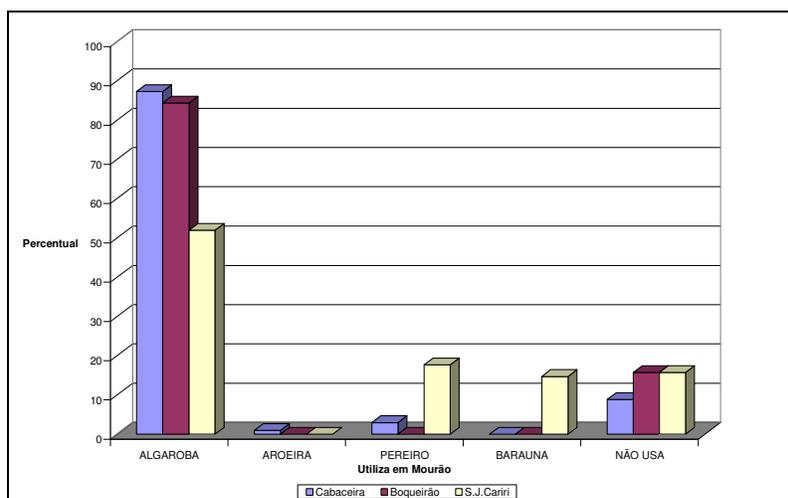


Gráfico 4.2. Madeira utilizada na propriedade para fazer estaca e mourão.

Também, é possível observar através dos resultados da Tabela 4.2 que o uso da algaroba para construção de estaca e mourão os municípios de Cabaceiras e São do Cariri apresentaram um percentual de uso de 91,17 e 85,29 %.

No Gráfico 4.3 verifica-se que todos os municípios se utilizam da algaroba para ração animal, apresentando maior percentual de uso em Cabaceiras de 87,25 % e 83,33 % em São João do Cariri. Não devem existir dúvidas sobre a convivência da exploração da algarobeira, no Nordeste, como fonte de alimento para diversas espécies animais, inclusive como suporte valioso para a exploração agrícola.

Nos resultados obtidos por Silva (2007), observou-se que, a farinha de algaroba apresenta em sua composição uma elevada concentração de açúcares, além de outros nutrientes importantes para o desenvolvimento humano e animal, como seu conteúdo em minerais, principalmente cálcio e fósforo. A partir dos resultados das análises microbiológicas, a farinha de algaroba

apresentou resultados satisfatórios, dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, sendo considerada apropriada quanto à qualidade higiênico-sanitária.

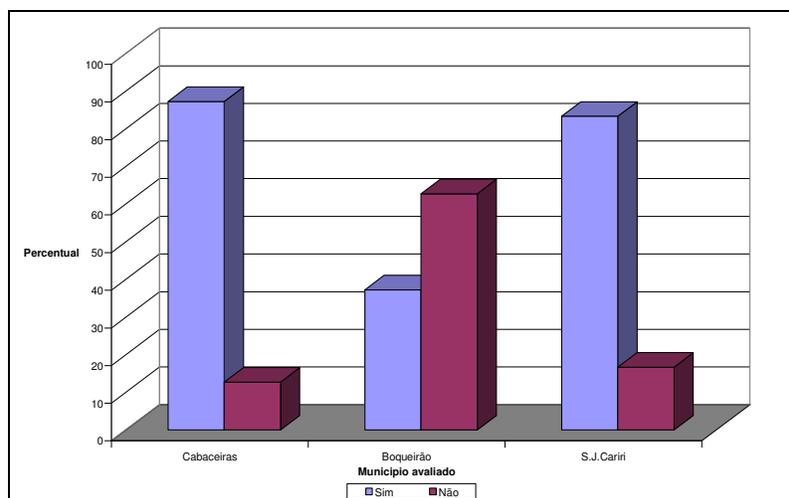


Gráfico 4.3. Utiliza algaroba na ração animal.

Nos resultados obtidos por Silva (2007), observou-se que, a farinha de algaroba apresenta em sua composição uma elevada concentração de açúcares, além de outros nutrientes importantes para o desenvolvimento humano e animal, como seu conteúdo em minerais, principalmente cálcio e fósforo. A partir dos resultados das análises microbiológicas, a farinha de algaroba apresentou resultados satisfatórios, dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, sendo considerada apropriada quanto à qualidade higiênico-sanitária.

No Gráfico 4.4. observa-se que os animais que mais utilizam algaroba nos municípios pesquisados são os caprinos e eqüinos. Devido às condições climáticas desfavoráveis os caprinos são os animais que mais se adaptam a região, por isso aparecem como os animais que mais consomem vagem de algaroba, os eqüinos aparecem em segundo lugar, pois são animais criados e utilizados no transporte e no trabalho no campo, já os bovinos aparecem muito pouco justamente pelas condições climáticas que não permitem a criação de grandes rebanhos.

Quando os proprietários dos três municípios foram perguntados sobre a resposta da algaroba no consumo animal como uma excelente fonte de nutriente, obtiveram-se os seguintes percentuais de respostas positivas, 35 % e 30% dos proprietários dos municípios de Cabaceiras e Boqueirão, respectivamente, responde que a algaroba é um alimento adequado/nutritivo para o animal e aproximadamente 30% dos proprietárias de São João do Cariri (Gráfico 4.5).

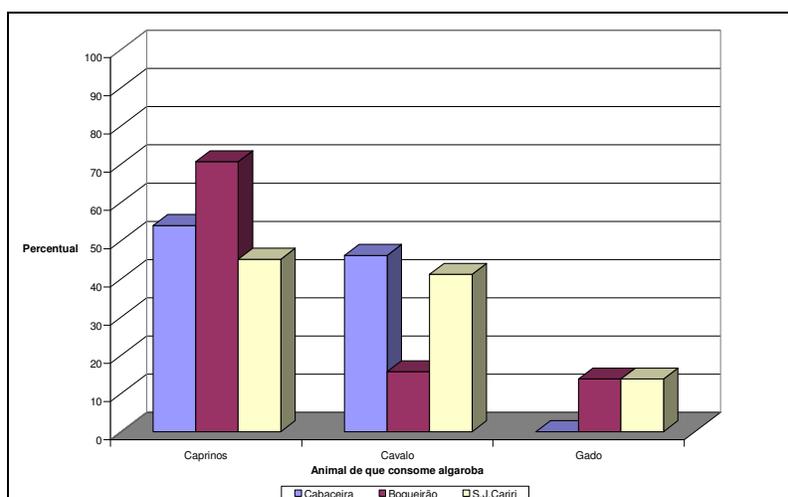


Gráfico 4.4. Grupo de animais que mais consomem algaroba como fonte de alimento

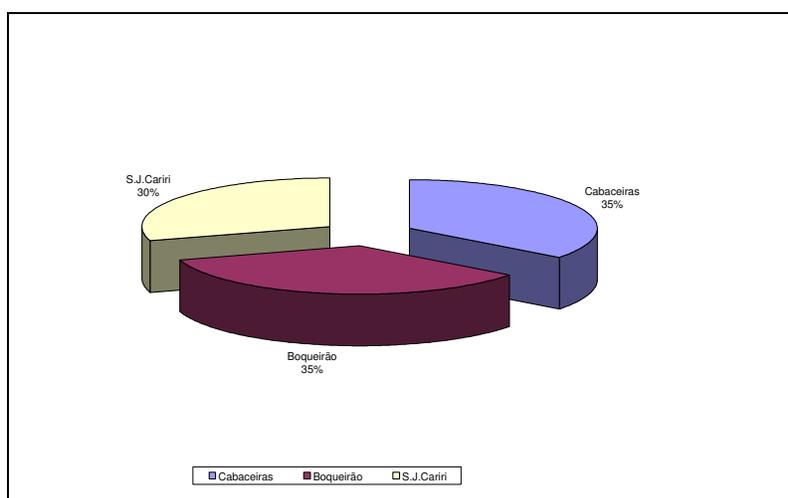


Gráfico 4.5. Como o animal responde a utilização da algaroba como ração

Quando perguntados se algaroba deve ser extinta, a maioria dos entrevistados acha que a algaroba não deve ser extinta conforme (Gráfico 4.6), inclusive em algumas justificativas os entrevistados demonstram conhecimento das questões ambientais, alguns chegaram a afirmar que: “a algaroba atualmente está agindo como mata ciliar” o que é verdadeiro conforme observamos na (figura 4.2) e outros ressaltam: “a algaroba serve para proteger o solo na da erosão”, outros mostram a sua importância social: “se não fosse a algaroba meu filho, as criações morriam de fome na seca”, o que comprova se a extinguirmos sem que seja feito um projeto de recuperação eles enfrentariam mais dificuldades além da que já enfrentam.

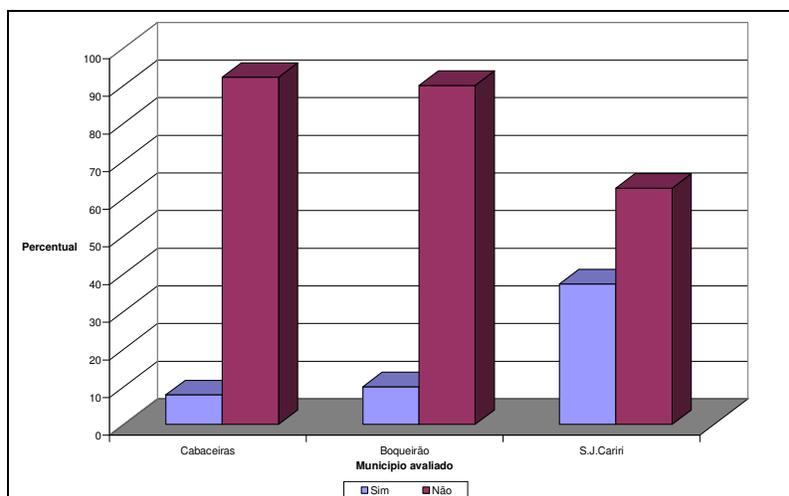


Gráfico 4.6. Algaroba deve ser extinta.



Figura 4.2. Rio Taperoá – Mata ciliar de algaroba

Quanto à proteção do solo além de prevenir a erosão pesquisas realizadas por Santos & Tertuliano (1998), sobre o crescimento de espécies arbóreas em solo salino-sódico tratado com ácido sulfúrico concluíram que: as espécies que apresentaram maior crescimento nas condições adversas dos solos salino-sódicos, foram a algaroba e o tamboril, cujo comportamento foi acentuado com a aplicação de ácido sulfúrico, portanto, dentre as espécies estudadas, são as mais indicadas para cultivo sob tais condições de salinidade. No Gráfico 4.7 se encontra a reposta dos 306 proprietários com relação a substituição da algaroba por outra espécie de cultura da região, obtendo-se um percentual de aproximadamente 59, 45 e 49%, sugeridas como substituição as fruteiras, culturas mais nutritivas e palma, respectivamente. É importante ressaltar que, dos 306

proprietários entrevistados, um grande percentual ficou sem opinar, daí uma maior importância de um manejo sustentável na área, onde a cidade Cabaceiras apresentou o maior percentual de proprietários sem opinião (22%).

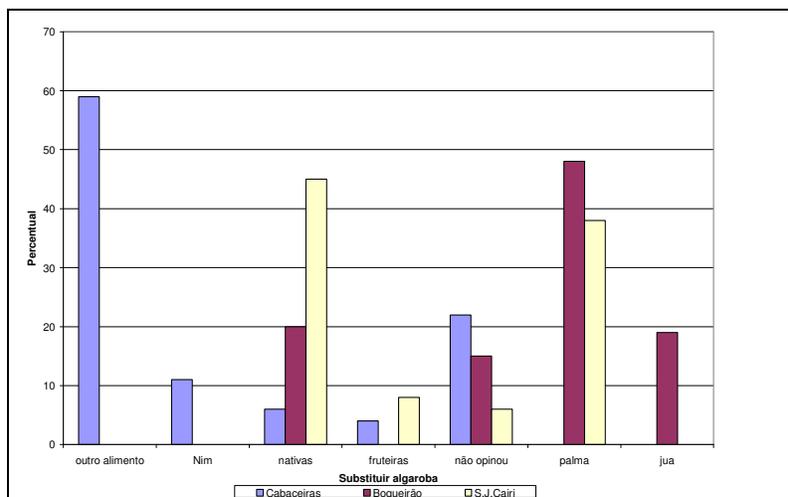


Gráfico 4.7. Resposta sobre a cultura que poderia substituir a algaroba

Quando perguntado se a algaroba puxa muita água (Gráfico 4.8), 87 % dos entrevistados garantem que sim em Cabaceiras, em Boqueirão 24% e 99% em São João do Cariri, mas conversando com ele foi possível observar que as opiniões divergem, pois são poucos que deram exemplos práticos sobre esse fato de a algaroba puxar muita água.

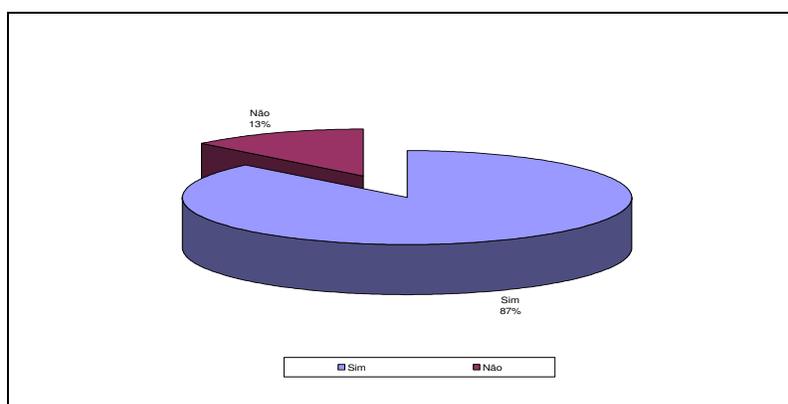


Gráfico 4.8. Se a algaroba “puxa” muita água do solo

No que diz respeito ao consumo de água pela planta da algaroba muitas são as histórias contadas, bem como as opiniões, e nas entrevistas não foi diferente, eles não só respondiam sim ou não, mas contavam várias experiências. Quando perguntados de ele puxa muita água do solo

69,93% deles afirmaram que sim, mas este quesito apresentou o maior no município de São João do Cariri quando este valor atingiu 99,01%, já em Boqueirão a situação foi contrária, ou seja, 76,4 afirmaram que ela não “puxa” muita água.

O Gráfico 4.9 mostra o resultado da resposta dos proprietários quando perguntado sobre o local de origem da algaroba nas propriedades rurais dos três municípios onde se aplicou o questionário. Observou-se que aproximadamente 99% dos entrevistados no município de Cabaceiras afirmaram terem sido disseminadas pelos animais, enquanto em Boqueirão 62% não sabiam da procedência da algaroba.

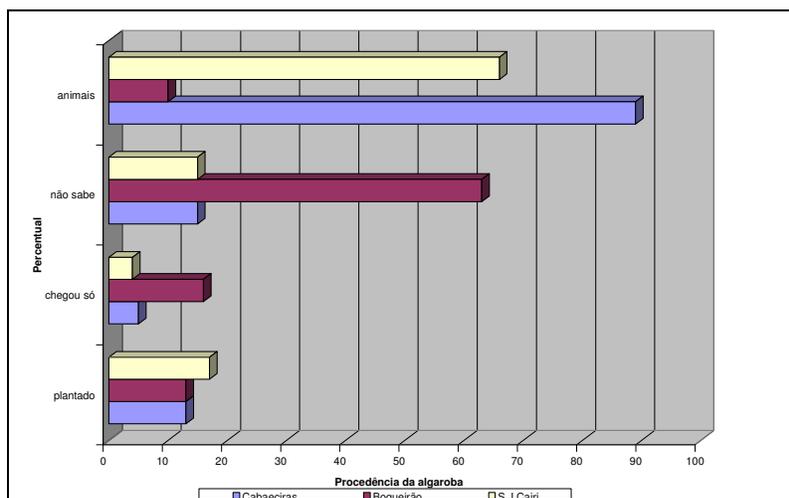


Gráfico 4.9. Procedência da algaroba na propriedade

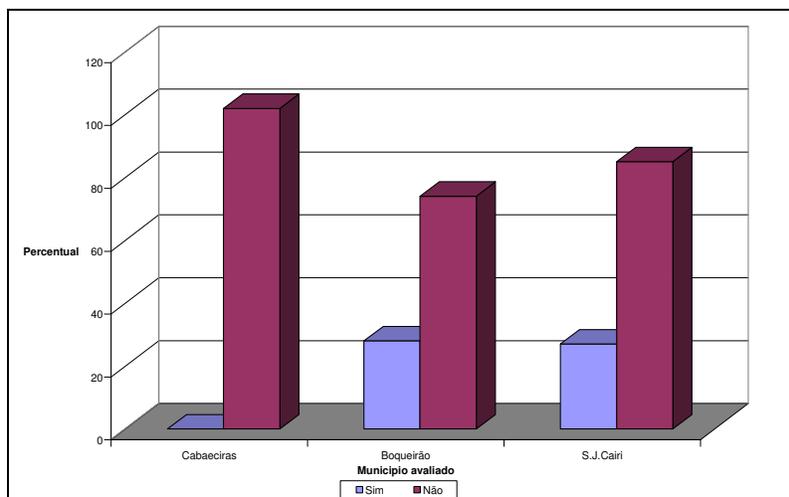
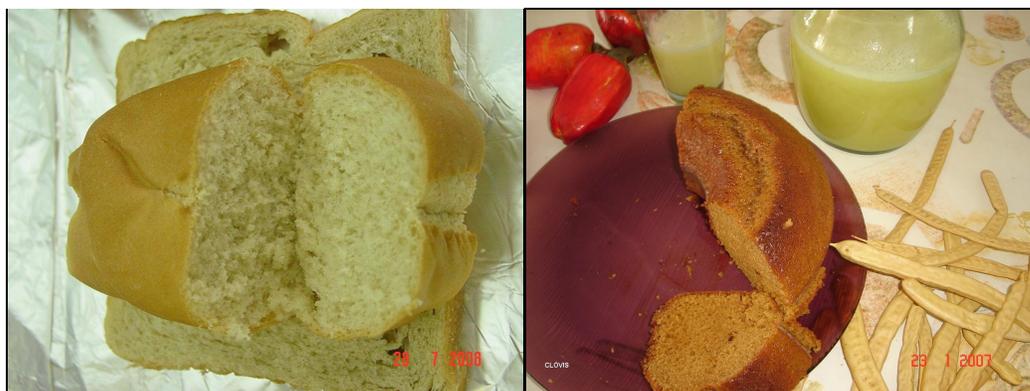


Gráfico 4.10. Percentual de proprietário que se tem a algaroba como uma fonte de renda na propriedade

De acordo com o Gráfico 4.10, verifica - se que em Cabaceiras dentre os entrevistados, todos afirmaram que a algaroba não é fonte de renda, já em Boqueirão e São João do Cariri 28 e 27 % respectivamente, obtém renda na propriedade com a plantação da algaroba.

A algarobeira é utilizada para a produção de madeira, carvão vegetal, estacas, álcool, melaço, alimentação animal e humana conforme (Gráfico 4.10), apicultura, reflorestamento, ajardinamento e sombreamento, tornando-se, por conseguinte, uma cultura de valor econômico e social, em algumas áreas da região do Cariri paraibano.



Fonte: Silva (2008)

Figura 4.3. Alimentos produzidos a partir da algaroba.

O potencial da algaroba em gerar renda está sendo muito pesquisado por vários pesquisadores a exemplo de (GOMES, 1991), que relata: *se os proprietários de terra que tem algaroba na em suas propriedade tivesse algum incentivo dos órgãos competentes poderiam explorar a produção de mel, já que suas flores são melíferas e floram longamente, durante meses, na estação seca, justamente quando faltam outras flores em áreas não irrigadas, contribuindo para o rápido desenvolvimento da apicultura nas regiões Semi-Úmida, Sub-Úmida e Semi-Árida do Nordeste.*

A produção de mel pode atingir de 100 a 200 Kg/ha/ano após o quarto ano, se levarmos em consideração que 1 litro de mel custa o equivalente a US\$1,00 em 1ha o agricultor poderia receber US\$ 150,00 por ha. Na Austrália, África, Índia, dentre outros a população obtém renda a partir da algaroba, seja na produção de carvão, móveis ou até mesmo comida como pode ser observado nas figuras 4.3. A África e a Índia têm características climáticas e sociais muito parecidas com as dos Nordeste Brasileiro, daí vem o questionamento, o porquê do não aproveitamento de todo potencial que a algaroba pode oferecer, já que há algaroba suficiente para

produzir 1 milhão de toneladas de vagens, sem que seja preciso investir nenhum dinheiro para produzi-la.

É importante citar que a maior parte da produção de vagem de algaroba não é comercializada, sendo consumida no próprio local de cultivo, através de pastejo direto dos animais sob a copa das árvores, ou coletada e armazenada em galpões, para ser utilizada no período de escassez da pastagem natural. O mercado da vagem (figura 4.16) a nível local é realizado por pequenos compradores que com carroças ou veículos utilitários visitam as unidades produtivas e compram as vagens. Também ocorre embora em volume pequeno, a venda direta de vagem do produtor para o criador local.

A planta é tão bem adaptada à região que se espalha rapidamente, invadindo áreas antropizadas de plantas nativas. A semente germina principalmente em áreas salinizadas e degradadas (com pouca densidade de espécies nativas). Animais que se alimentam de sementes não trituradas da algaroba contribuem ainda mais para a disseminação. Por este motivo para alguns dos entrevistados ela é considerada uma praga, de acordo dos os resultados do Gráfico 4.11 o município de Cabaceiras aproximadamente 86% dos proprietários que responderam ao questionário, acha que a algaroba é uma praga, enquanto que nos municípios de Boqueirão e São João do Cariri cerca de 62 e 35%, respectivamente, consideram a algaroba praga.

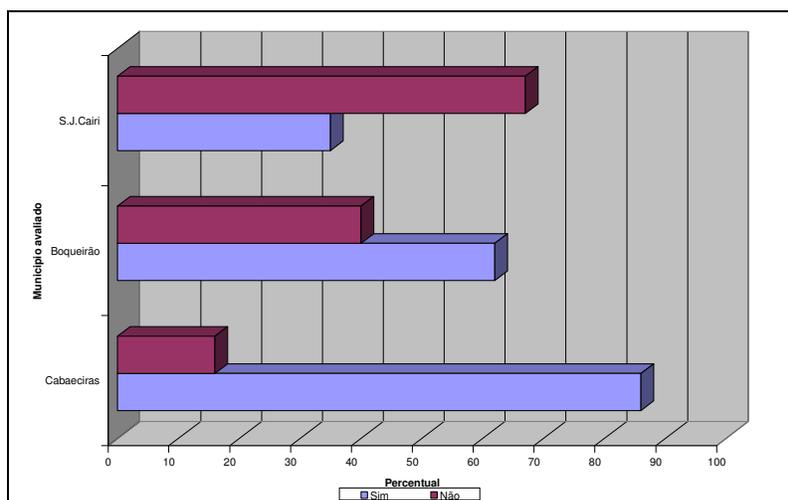


Gráfico 4.11. Percentual dos proprietários que consideram a algaroba uma praga

De acordo com Ziller & Galvão (2002) a grande maioria dos países carece tanto de registros como de medidas de prevenção e controle de espécies invasoras, requerendo coleta e organização de dados para retratar a situação atual e para estabelecer prognósticos sobre o

problema. Este seria exatamente o caso do Brasil, que sofre com o problema, mas que ainda não se conhece suas reais dimensões. Para a América do Sul, ainda existem poucos registros de plantas invasoras em ambientes florestais provavelmente em decorrência de escassez de estudos com este enfoque direto.

Em se tratando do bioma caatinga, é notória a escassez de informações científicas relativas até mesmo a abordagens mais básicas como, por exemplo, a sucessão ecológica, a estrutura fitossociológica das diferentes fisionomias, a dinâmica de regeneração, dentre outras. Em se tratando do tema invasão biológica, muito pouco foi estudado até o presente na caatinga, não obstante a gravidade do problema, particularmente causado por espécies introduzidas pelo homem, como foi o caso de *P. juliflora* (PEGADO, 2004).

## 4.2 Consumo hídrico

### a) Volume de água aplicado

No Gráfico 4.12 se encontra o comportamento do volume total de água aplicado durante o período experimental (janeiro a junho 2008) da cultura da algarobeira para os cinco tratamentos; nota-se que os menores volumes de água foram aplicados quando a cultura da algarobeira foi submetida aos tratamentos  $S_1W_1$  (solo aluvial e lamina 20mm vaso<sup>-1</sup>) e  $S_2W_1$  (solo tabuleiro e lamina 20mm vaso<sup>-1</sup>), possivelmente as plantas nestes tratamentos não se desenvolveram, porém a sua necessidade hídrica foi baixa.

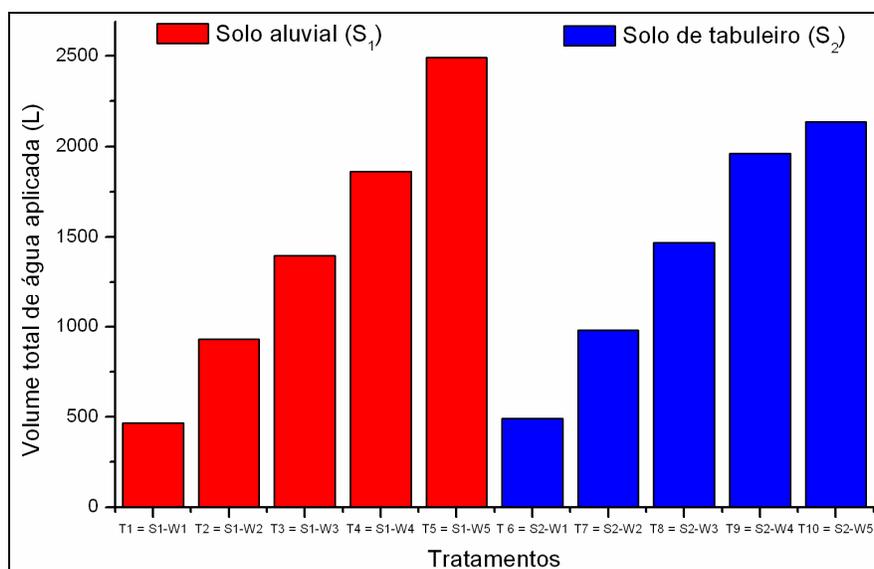


Gráfico 4.12. Volume total de água aplicada para cada tratamento do experimento, durante o período experimental (janeiro a junho 2008) em Campina Grande/PB.

Já Tabela 4.3 apresenta a análise de variância para o consumo total de água pela planta, o qual foi calculado de acordo com o balanço hídrico. Os níveis de reposição da evapotranspiração foram aplicados seguindo uma progressão aritmética, ou seja, (20, 40, 60, 80 e 100% da ETC) e se consideramos que apenas o nível de reposição de 100% iria drenar, significa que nos outros quatro níveis abaixo dele todo volume aplicado era consumido, haja visto que não ocorria drenagem, portanto acreditaríamos que haveria um crescimento linear do C.T.A.

### b) Evapotranspiração da Cultura (ETC) Medida

O cálculo da evapotranspiração da algaroba foi feito com base no balanço hídrico (descrito no item metodologia). O resumo da análise de variância (ANOVA) está apresentado na (Tabela 4.3). O fator lâmina em todos os períodos foi significativo ( $P < 0,01$ ).

Tabela 4.3. Resumo de análise de variância dos valores médios da evapotranspiração da algarobeira, ao final de 150 dias após transplântio (DAT), quando submetido aos diferentes lâminas, no período de Janeiro a Junho a 2008, em Campina Grande/PB

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios				
		ETC30	ETC60	ETC90	ETC120	ETC150
Lâmina ( L )	4	1291,81**	14571,24**	17142,45**	23577,24**	30804,59**
Solo ( S )	1	488,39**	18,43 <sup>ns</sup>	594,67 <sup>ns</sup>	513,15 <sup>ns</sup>	2309,49**
L x S	4	24,23 <sup>ns</sup>	1,50 <sup>ns</sup>	35,08 <sup>ns</sup>	33,49 <sup>ns</sup>	141,45 <sup>ns</sup>
Tratamento	9	639,17**	6478,82**	7700,53**	10550,68**	14010,41**
Bloco	3	24,23	249,73	228,38	182,5	104,56
Resíduo	27	13,20	163,67	147,52	184,89	112,16
C.V.(%)		15,89	16,52	13,79	13,34	9,13

Fatores	Valores Médios				
<b>Lâminas</b>					
L1(20%)	7,42	25,24	29,27	33,79	38,36
L2 (40%)	14,83	50,48	58,78	67,58	76,73
L3 (60%)	22,33	75,79	88,18	101,36	115,08
L4 (80%)	29,66	100,96	117,57	135,15	153,45
L5 (100%)	40,08	134,69	146,25	171,65	196,18
<b>Solos</b>					
S1	26,36a	76,75a	84,15 <sup>a</sup>	98,32a	108,36b
S2	19,37b	78,11a	91,86 <sup>a</sup>	105,48a	123,56 <sup>a</sup>

\*\* Significativo a 1% de probabilidade (Teste F); <sup>ns</sup> Não significativo; Médias seguidas da mesma

Letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade

A evapotranspiração foi afetada pela lâminas de irrigação, em nível de 1% de probabilidade, nas cinco avaliações efetuadas (30, 60, 90, 120 e 150 DAT). Também se observou pelo teste F que a interação (L x S) não foi significativo ao nível de 1 e 5% de probabilidade em

todos os períodos analisados da ETc, indicando não haver dependência entre os fatores lâmina de água (L) e os tipos de solo, para taxas da evapotranspiração da algaroba (ETc). Ainda, na (Tabela 4.3), observa-se ao final do período de 150 dias após transplântio que os valores médios de ETc apresentam grande magnitude da variação com aumento das lâminas. O coeficiente de variação dos valores medidos da ETc da cultura confirmam esta alta variabilidade. Nota-se, também pela Tabela 4.3 que no geral, os valores médios da ETc apresentam aumento com acréscimo do fator lâmina de água analisados.

As taxas da evapotranspiração da algaroba (ETc) como era esperado aumentaram proporcionalmente ao aumento das lâminas de irrigação, de modo que entre os níveis de reposição T20% e os demais, para os 5 períodos, os acréscimos se comportaram de maneira linear refletindo o efeito positivo do laminas sobre as taxas da evapotranspiração da algaroba (ETc). A análise de regressão da ETc, sendo um fator quantitativo, conforme as Gráfico 4.14, apresentou uma tendência linear crescente, ou seja, a medida que aumentava o nível de reposição de água (T%) a ETc também aumentou.

De acordo com a média dos resultados da Tabela 4.3 verifica-se uma relação significativa ao nível de 1% de probabilidade entre fator solo (fator qualitativo) e a as taxas da evapotranspiração da algaroba (ETc) apenas para o período correspondente aos primeiros 30 dias após o início do tratamento, bem como para o período de 150 dias. Observa-se por meio da análise comparativa das médias do teste Tukey da (Tabela 4.3), que a variável ETc no solo de tabuleiro (S<sub>2</sub>) foi superior aquela que ocorre em solo de aluvial (S<sub>1</sub>), porém sem diferir estaticamente entre si aos 60, 90 e 120 DAT, quando comparado com o efeito foi significativo a 5% de probabilidade aos 30 e 150 DAT.

Os valores médios da ETc da algarobeira, quando submetidos aos diferentes fatores de tipos do solo, aos 30, 60, 90, 120 e 150 DAT. Observa-se por meio da análise comparativa das médias do teste Tukey da Tabela 4.3, que a variável ETc no solo de tabuleiro (S<sub>2</sub>) foi superior aquela que ocorre em solo de aluvial (S<sub>1</sub>), porém sem diferir estaticamente entre si aos 60, 90 e 120 DAT, entretanto, quando comparado com o efeito foi significativo a 5% de probabilidade aos 30 e 150 DAT. As diferenças da ETc entre os dois tipos de solo estudado provavelmente se dever as diversos fatores, especialmente daqueles relacionado ao tipo de composição granulométrica.

No Gráfico 4.13 são apresentadas as variações e comportamento da ETc média da algarobeira, ao logo dos cinco dias analisados.

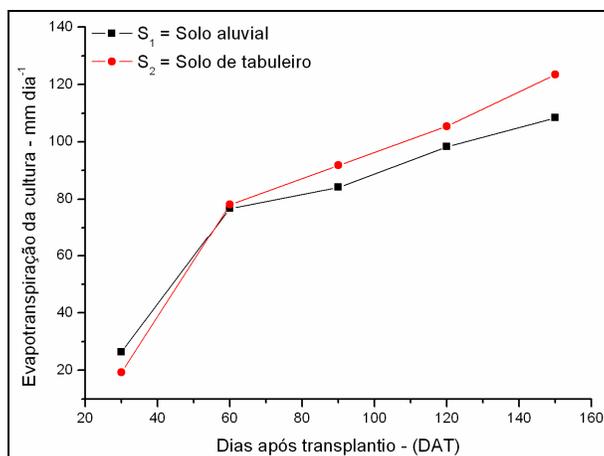


Gráfico 4.13. Variação da evapotranspiração da algarobeira, 30, 60, 90, 120 e 150 dias após transplântio (DAT), quando aos tipos de solo, no período de janeiro a Junho de 2008, em Campina Grande/PB.

Nota-se que o solo de tabuleiro apresentou valores, na maioria das vezes, maiores do que nos solos do tipo aluvial. Após 60 DAT do início dos tratamentos, S<sub>2</sub> ocasionaram a menor evapotranspiração da cultura, embora não apresentando diferença significativa.

De acordo com as análises de regressão, a tendência linear fica evidenciada quando observamos as (Gráfico 4.14 a e b) onde é possível observar os altos valores do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), indicando que há uma grande associação entre os tratamentos e a evapotranspiração para os cinco períodos analisados.

A algaroba quando submetidas aos tratamentos com suprimento de água apresentaram maiores valores de ETC, concordando com SEDIYAMA (1987), que sugere relação linear entre o aumento no evapotranspiração da algaroba e o aumento na quantidade de água aplicada. As diferenças observadas foram, provavelmente, causadas pelo déficit hídrico ocorrido durante o período de estudo.

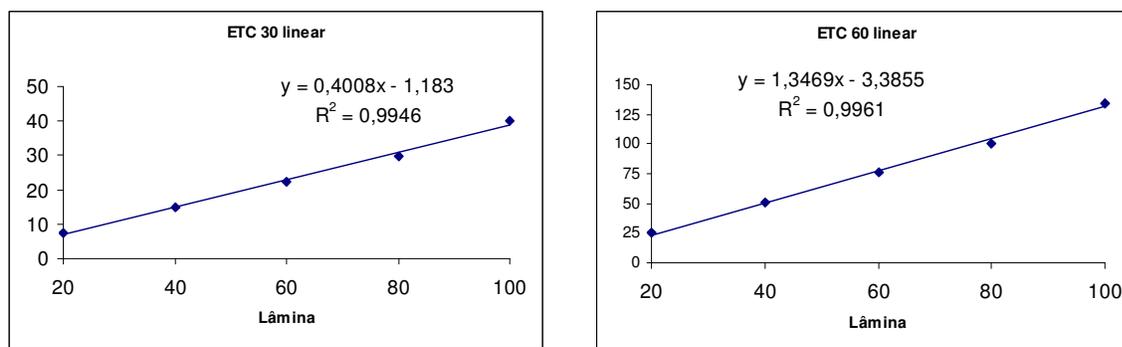


Gráfico 4.14a. Evapotranspiração da cultura (ETC) da algaroba, aos 30 e 60, dias após transplântio (DAT), em função do nível de reposição de água.

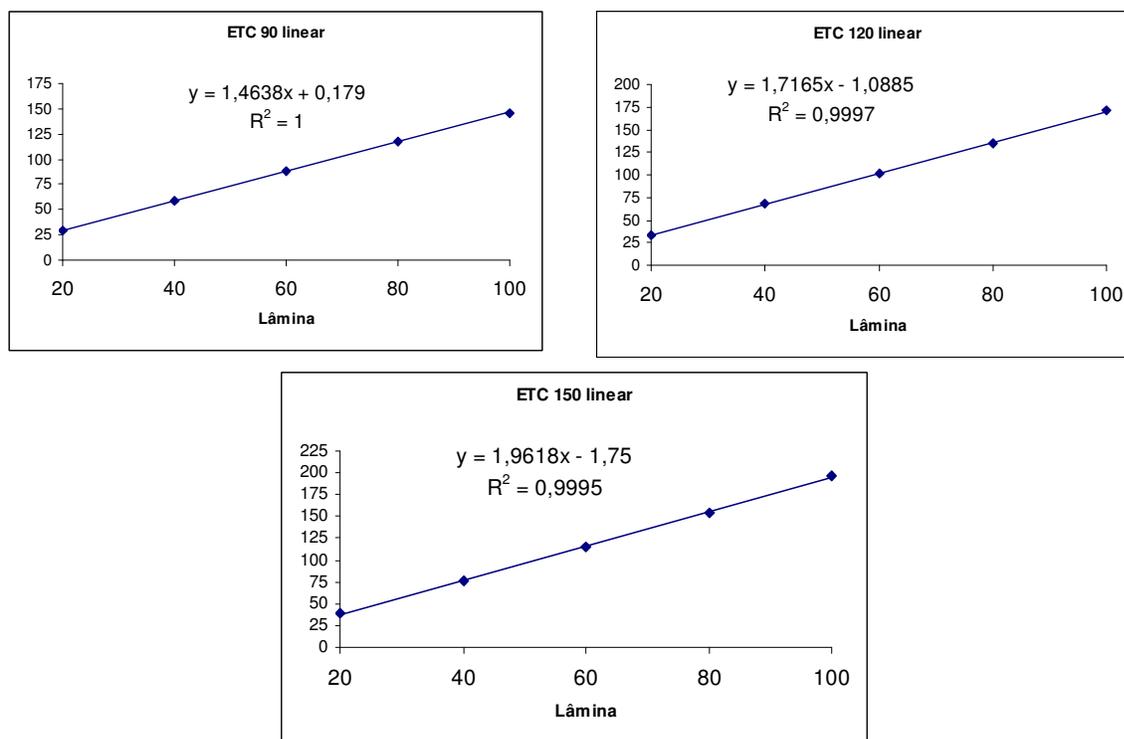


Gráfico 4.14b. Evapotranspiração da cultura (ETc) da algaroba, aos 90, 120 e 150 dias após transplântio (DAT), em função do nível de reposição de água.

A algaroba quando submetidas aos tratamentos com suprimento de água apresentaram maiores valores de ETc, concordando com SEDIYAMA (1987), que sugere relação linear entre o aumento no evapotranspiração da algaroba e o aumento na quantidade de água aplicada. As diferenças observadas foram, provavelmente, causadas pelo déficit hídrico ocorrido durante o período de estudo.

### c) Determinação da relação entre ETc/ETo

As análises de variância para as variáveis que Determinação da relação entre ETc/ETo para primeira fase do desenvolvimento da algaroba, período antes da floração, aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após transplântio (DTA), em termos dos fatores laminas de irrigação e tipos de solo, estão resumidas na Tabela 4.4.

De acordo com a análise de variância dos dados (Tabela 4,4), a relação entre ETc/ETo foi afetada pela lamina da água de irrigação, em nível de 1% de probabilidade, nas três avaliações efetuadas (30, 60, 90, 120 e 150 DAT). Em quanto, o fator tipo de solo afetou significativo ao nível de 1% esta relação aos 30 e 150 dias após o transplântio.

Também pela Tabela 4.4 verificou-se pelo teste F que interação (L x S) não foi significativa a nível de 1% de probabilidade para a relação entre ETc/ETo da algaroba aos 30, 60 e 150 DAT, indicando não haver dependência entre os fatores lâmina de água e as doses de e tipo de solo. Os valores médios da relação entre ETc/ETo são apresentados na (tabela 4.4) os mesmos crescem com uma tendência linear, indicando que há uma grande associação entre a relação entre ETc/ETo e o período do tratamento.

Já com relação ao fator solo, um fator qualitativo, apresentou significância quando aplicado o teste de Tukey a 5% apenas para o período correspondente aos primeiro 30 dias de tratamento, bem como para o período de 150 dias.

#### d) Determinação do uso eficiente da água

Tabela 4.4. Resumo da análise de variância da relação entre ETc/ETo no período antes da floração, aos 30 60, 90,120 e 150 dias após o transplântio da (DTA) da algaroba.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios				
		Kc 30	Kc 60	Kc 90	Kc 120	Kc 150
Lâmina ( L )	4	0,1879**	3,4033**	6,5210**	14,9591*	20,3088**
Solo ( S )	1	0,0757**	0,0078ns	0,2016ns	0,0420ns	1,5920**
L x S	4	0,0038ns	0,0006ns	0,0125ns	0,0309ns	0,097ns
Tratamento	9	0,0936**	1,5137*	2,9262*	6,7069*	9,2461**
Bloco	3	0,0036	0,0745	0,0937	0,0948	0,0647
Resíduo	27	0,0019	0,0462	0,0605	0,0968	0,0722
C.V.(%)		16,08	17,95	14,33	12,12	9,01

Fatores	Valores Médios				
<b>Lâminas</b>					
L1(20%)	0,09	0,40	0,57	0,85	0,99
L2 (40%)	0,18	0,79	1,15	1,70	1,98
L3 (60%)	0,27	1,18	1,72	2,56	2,97
L4 (80%)	0,36	1,57	2,30	3,41	3,95
L5 (100%)	0,48	2,06	2,85	4,32125	5,0375
<b>Solos</b>					
S1	0,3175a	1,1835a	1,6460 <sup>a</sup>	2,4660a	2,7840b
S2	0,2305b	1,2115a	1,7880 <sup>a</sup>	2,6665a	3,1830 <sup>a</sup>

\*\* Significativo a 1% de probabilidade (Teste F);\* Significativo a 5% de probabilidade (Teste F);

<sup>ns</sup> Não significativo. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre sí pelo teste de Tukey Tukey a 5% de probabilidade

Observa-se na Tabela 4.5 o resumo da análise de variância e os valores médios referente

ao uso eficiente da água (UEA) no experimento com plantas de algaroba no período pré-floração, avaliados aos 135 dias após o transplântio (DAT).

De acordo com os resultados do teste Tukey na Tabela 4.5 pode-se notar que houve influência significativa a nível de 1% de probabilidade da variável UEA quando submetidos ao fator lâmina de água. Por outro lado, o uso ou não do fator solo bem como a interação entre a (L x S) não apresentaram diferenças significativas.

Tabela 4.5. Resumo da análise de variância do uso eficiente da água, da algarobeira submetido aos diferentes tratamentos, no período de Janeiro a Junho de 2008, em Campina Grande/PB

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios
		UEA
Lâmina ( L )	4	4,249**
Solo ( S )	1	0,347
L x S	4	0,155
Tratamento	9	0,0477
Bloco	3	0,754
Resíduo	27	0,248
C.V.(%)		

Tabela 4.6. Resumo da análise de variância do uso eficiente da água, da algarobeira submetido aos diferentes tratamentos, no período de Janeiro a Junho de 2008, em Campina Grande/PB-continuação

Fatores	Valores Médios
<b>Lâminas</b>	
L1(20%)	3,611
L2 (40%)	2,776
L3 (60%)	2,091
L4 (80%)	2,155
L5 (100%)	1,772
<b>Solos</b>	
S1	2.574 a1
S2	2.388 a1

\*\* Significativo a 1% de probabilidade (Teste F);\* Significativo a 5% de probabilidade (Teste F);

<sup>ns</sup> Não significativo. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

A Gráfico 4.15 demonstra que existe correlação inversa entre a lamina de água, ou seja, quanto maior a lamina de água, menor o uso eficiente da água. Pela equação define-se que para

cada incremento de 100 % da AD da lamina de irrigação aplicada, ocorre em média um decréscimo de 0,0031 na UEA.

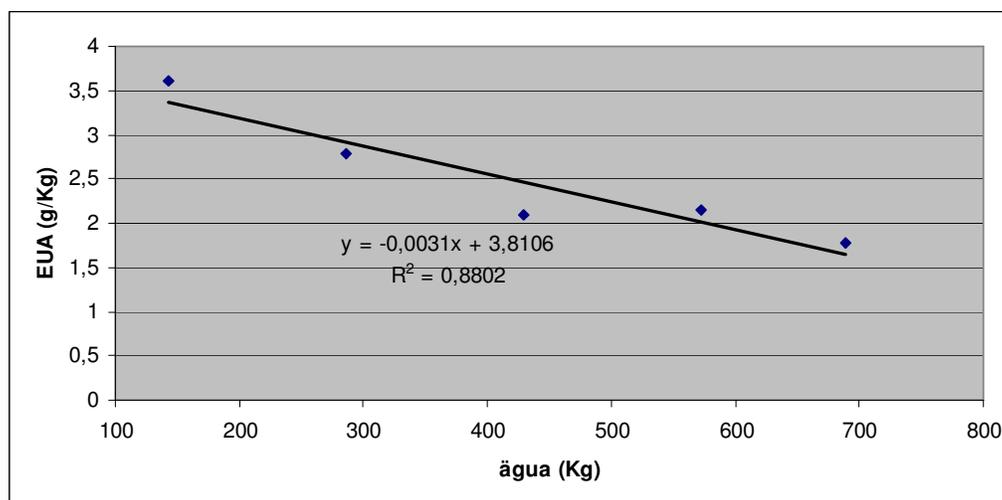


Gráfico 4.15. Eficiência do uso da água (UEA) em função da lâmina de irrigação aplicada.

### 4.3. Variáveis de crescimento

#### a) Altura de Planta

Na Tabela 4.7, encontram-se respectivamente, o resumo das análises de variância referente à variável altura da planta (AP) aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após transplântio (DAT) da algarobeira.

Tabela 4.7. Resumo da análise de variância dos dados da altura da planta (m), submetido aos diferentes tratamentos, no período de Janeiro a Junho de 2008, em Campina Grande/PB.

Causa de Variação	GL	Quadrados médios (QM)					
		Dias após o transplântio (DT)					
		30	60	90	120	150	180
Lâmina ( L )	4	0,10 ns	0,71 ns	0,25 ns	0,23 ns	0,26 ns	0,30 *
Tipos de solo (S)	1	0,60 **	0,50 ns	0,51 ns	0,28 ns	0,29 ns	0,30 ns
L x S	4	0,02 ns	0,07 ns	0,08 ns	0,16 ns	0,16 ns	0,17 ns
Blocos	3	0,02 ns	0,07 ns	0,13 ns	0,15 ns	0,13 ns	0,16 ns
Resíduo	27	0,06	0,14	0,13	0,12	0,12	0,10
Total corrigido	29						
CV (%)	---	30,2	23,39	18,14	16,04	15,58	14,47
Média geral (m)	---	0,82	1,64	2,00	2,18	2,24	2,28

GL = grau de liberdade; ns = não significativo; \* = significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; CV = coeficiente de variância.

Pelos resultados encontrados na Tabela 4.7 verifica-se que aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 DAT não houve diferença significativa em nível de 1 e 5% de probabilidade para variável altura da planta com exceção dos fatores tipo de solo ao 30 DAT e lâmina de água ao 180 DAT que houve efeito significativo.

Analisando a Tabela 4.7, nota-se que não houve efeito significativo em nível de 1% e 5% de probabilidade para as interações tipos de água e níveis de água disponível no solo (A x N) e nem entre os blocos não houve efeito significativo nos 15 DAS na altura da planta.

Os coeficientes de variação para variável altura da planta indicaram pequena variabilidade nos dados medidos com relação ao período analisado, indicando desta forma, uma boa precisão experimental, sendo o maior valor observado para no início (30 DAT) e o menor no final do ciclo (180 DAT).

Nos Gráficos 4.16 e 4.17, os valores médios da altura da planta (AP) do Algarobeira, quando submetido aos diferentes aos fatores, lâminas de água (W) aos 180 DAT e tipos de solo (S) aos 30 DAT, respectivamente, onde apresentaram diferenças estatísticas significativas.

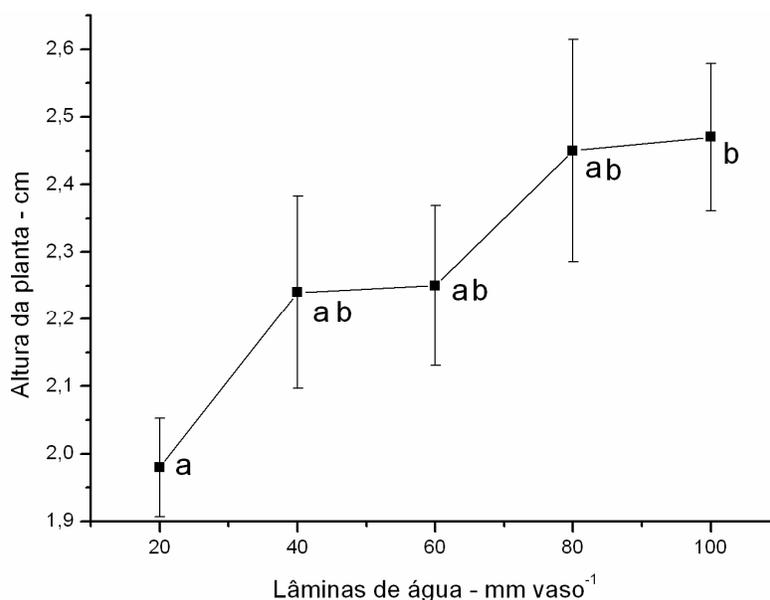


Gráfico 4.16. Valores médios da altura de planta (AP) do Algarobeira, quando submetido ao fator lâminas de água (W) aos 180 DAT. Barras representam o valor médio e as linhas verticais, o erro-padrão de estimativa da média de cada tratamento.

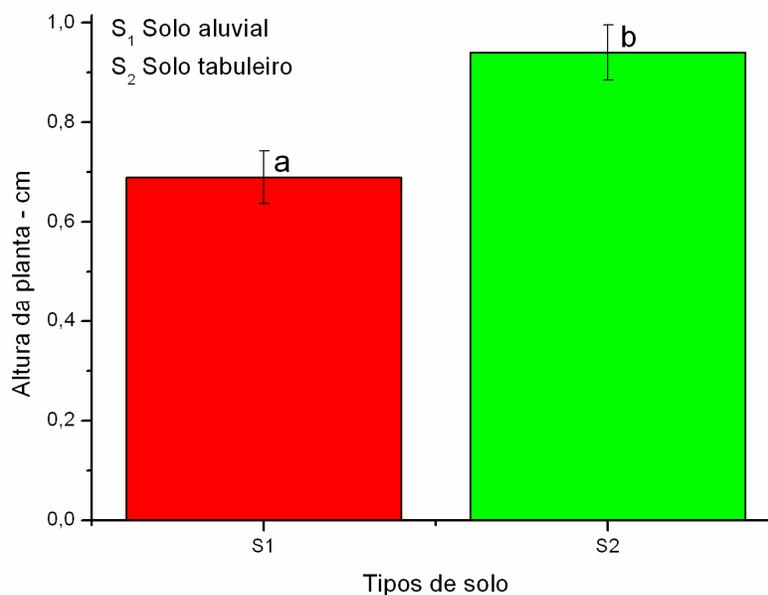


Gráfico 4.17. Valores médios da altura da planta (AP) do Algarobeira, quando submetido ao fator tipos de solo (S) aos 30 DAT. Barras representam o valor médio e as linhas verticais, o erro-padrão de estimativa da média de cada tratamento.

Observar-se no Gráfico 4.16 que o menor crescimento da plantas foi observado quando submetido ao tratamento  $W_1$  (20 %), porém sem diferir estaticamente das lâminas  $W_2$ ,  $W_3$  e  $W_4$ , entretanto, quando comparada com  $W_5$  (100 %) o efeito foi significativo a 5% de probabilidade. Nota-se também, pelo Gráfico 4.16, acima de cada valor médio de AP está desenhado um segmento vertical que representa o erro-padrão, desta forma pode-se afirmar que os valores médios da AP apresentaram maior variabilidade quando submetidos às lâminas  $W_2$  e  $W_4$ .

Do Gráfico 4.17, observa-se que os melhores resultados dos valores médios AP da Algarobeira aos 30 DAT foram obtidos quando submetido ao tratamento do solo de tabuleiro ( $S_2$ ). Nota-se também, que a maior variabilidade dos valores médios da AP foi obtida para o solo  $S_2$  (Tabuleiro).

Utilizou-se a regressão para analisar tendências e comportamentos dos valores médios de altura da planta (AP), da algaroba para o período total de 180 DAS, na presença dos diferentes lâminas de água (W). Conforme gráfico 18 verifica-se que os valores médios da altura da planta relacionada com os diferentes níveis de água apresentaram altos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) com ajuste da equação do modelo polinomial de segundo, apresentando tendência de crescer e decrescer.

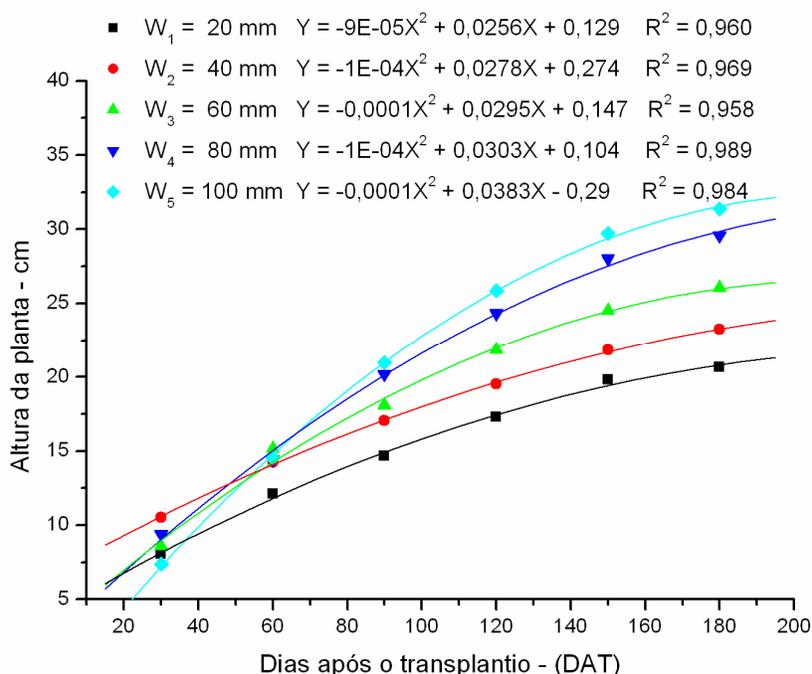


Gráfico 4.18. Valores médios da altura da planta (AP) durante o total 180 DAT da planta Algarobeira, com indicação dos ajustes de regressão para as diferentes lâminas de água (W).

O Gráfico 4.19 apresenta o comportamento dos valores médios da variável altura da planta em função dos dias após o transplante (DAT) quando submetidos aos dois tipos de solo (S), respectivamente. Enquanto que no Gráfico 4.19 observamos que o menor crescimento da plantas desde o início até o final do período (DAT) foi observado quando submetido ao solo de tabuleiro (S<sub>2</sub>).

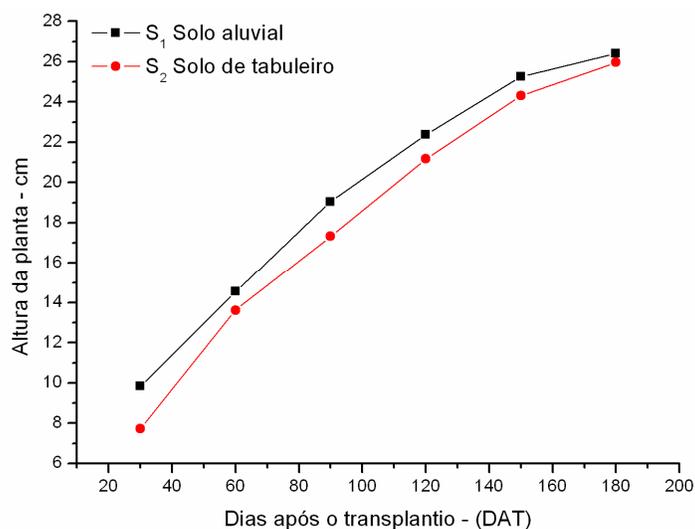


Gráfico 4.19. Valores médios da altura da planta durante o total 180 DAT durante o total 180 DAT da planta Algarobeira, submetido ao fator tipo de solo.

Pode-se notar, no Gráfico 4.19, que independente dos dois tipos de solo que a planta foi submetida, o crescimento do algarobeira representado pela altura da planta aumentou com o tempo numa taxa relativamente constante.

### b) Diâmetro do caule

Na Tabela 4.8, são apresentados os resultados das análises de variância referente ao diâmetro do caule (DC) medidas aos 30, 60, 90, 120, 150, 180 dias após o transplântio (DTA) da cultura da Algarobeira. Verifica-se pelo teste F, que para aos 90, 120, 150, e 180 DAT houve diferença significativa em nível de 1% de probabilidade para os dados do diâmetro do caule quando submetido ao fator lâmina de água com exceção aos 30 e 60 que não houve efeito significativo. Para o fator tipo de solo o diâmetro do caule das plantas da algarobeira apresentou apenas efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade aos 30 e 90 DAT.

Tabela 4.8. Resumo da análise de variância dos dados do diâmetro do caule (mm), da Algarobeira submetido aos diferentes tratamentos, no período de Janeiro a Junho de 2008, em Campina Grande/PB

Fonte de Variação	GL	Quadrados médios (QM)					
		Dias após o transplântio (DAT)					
		30	60	90	120	150	180
Lâmina (L)	4	11,91 ns	10,88 ns	51,37**	97,05**	137,36**	155,51 **
Solo (S)	1	44,62 *	8,57 ns	29,41 *	14,61 ns	9,20 ns	1,88 ns
L x S	4	3,03 ns	2,68 ns	2,21 ns	4,97 ns	7,89 ns	10,76 ns
Blocos	3	5,24 ns	5,88 ns	3,12 ns	10,54 ns	10,91 ns	9,14 ns
Resíduo	27	7,13	5,68	4,52	6,88	8,78	9,64
Total corrigido	29						
CV (%)	---	30,40	16,93	11,69	12,05	11,96	11,86
Média geral (mm)	---	8,78	14,08	18,18	21,77	24,78	26,18

GL = grau de liberdade; ns = não significativo; \* = significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; CV = coeficiente de variância.

Na Tabela 4.9, apresenta-se a análise comparativa das médias do diâmetro do caule através do teste Tukey ao nível de significância de 1% de probabilidade em função do fator lâminas águas. Observa-se que os melhores resultados dos valores médios do diâmetro do caule da Algarobeira para todos os períodos analisados foram obtidos quando submetidas às lâminas W<sub>5</sub>

(100%) seguido da  $W_4$  (80%), embora não exista diferença estatística entre si. Tais resultados indicam a importância da água no crescimento e desenvolvimento da Algarobeira.

Tabela 4.9. Valores médios do diâmetro (DC) da Algarobeira quando submetidos ao fator lâminas de água (L) aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o transplântio (DAT)

L vaso <sup>-1</sup>	Dias após o transplântio (DAT)					
	30	60	90	120	150	180
	Diâmetro do caule (DC) – mm					
$W_1 = 20$	8,05 a	12,09 a	14,64 a	17,28 a	19,79 a	20,66 a
$W_2 = 40$	10,52 a	14,25 a	17,04 ab	19,53 ab	21,83 ab	23,23 ab
$W_3 = 60$	8,56 a	15,15 a	18,07 bc	21,85 bc	24,51 bc	26,05 bc
$W_4 = 80$	9,40 a	14,40 a	20,18 c	24,34 cd	28,02 cd	29,58 cd
$W_5 = 100$	7,38 a	14,52 a	20,98 c	25,86 d	29,73 d	31,38 d

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a nível de 1% de probabilidade no Teste de Tukey.

É possível observar, também, na Tabela 4.9, que os menores valores médios das variáveis de crescimento foram na presença de  $W_1$  (20%) seguido por  $W_2$  (40%) aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias após o transplante (DAT).

De acordo com os resultados de desdobramento em componentes de regressão do fator lâmina de água (W) para todos os dias após o transplântio (DTA), dos valores médios de DC, da Algarobeira (Figura 4.26). Conforme o Gráfico 4.20 verifica-se que os valores médios da DC relacionada com os diferentes níveis de água apresentaram altos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) com ajuste da equação do modelo polinomial de segundo, apresentando tendência de crescer e decrescer.

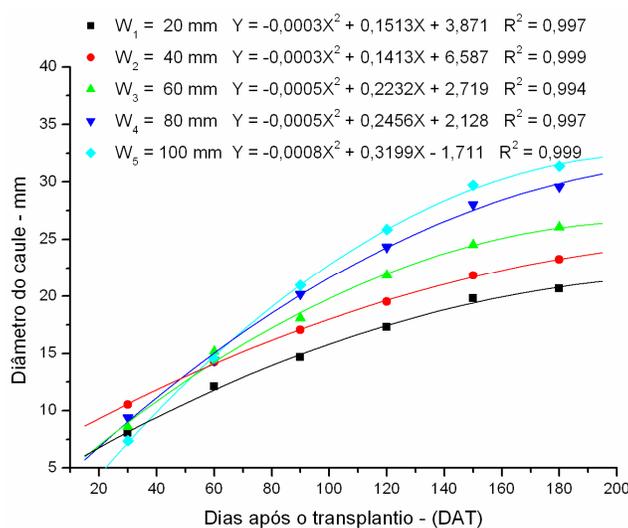


Gráfico 4.20. Valores médios do diâmetro do caule (DC) durante o total 180 DAT da planta Algarobeira, com indicação dos ajustes de regressão para as diferentes lâminas de água (W).

O Gráfico 4.21 apresenta o comportamento dos valores médios do diâmetro do caule (DC) em função dos dias após o transplântio (DAT) quando submetidos aos dois tipos de solo (S), respectivamente. Observar-se na Figura 7 que o menor crescimento da plantas desde o início até o final do período (DAT) foi observado quando submetido ao solo de tabuleiro (S<sub>2</sub>). Essa maior eficiência do solo aluvial pode estar relacionada propriedades físico-hídricas do solo, ou seja, é mais rico em nutrientes, a capacidade de retenção de água é maior quando comparado ao solo de tabuleiro. O efeito favorável da matéria orgânica nas características dos solos está relacionado à agregação das partículas e à estabilização dos agregados, o que resulta em maior porosidade, aeração e retenção de água.

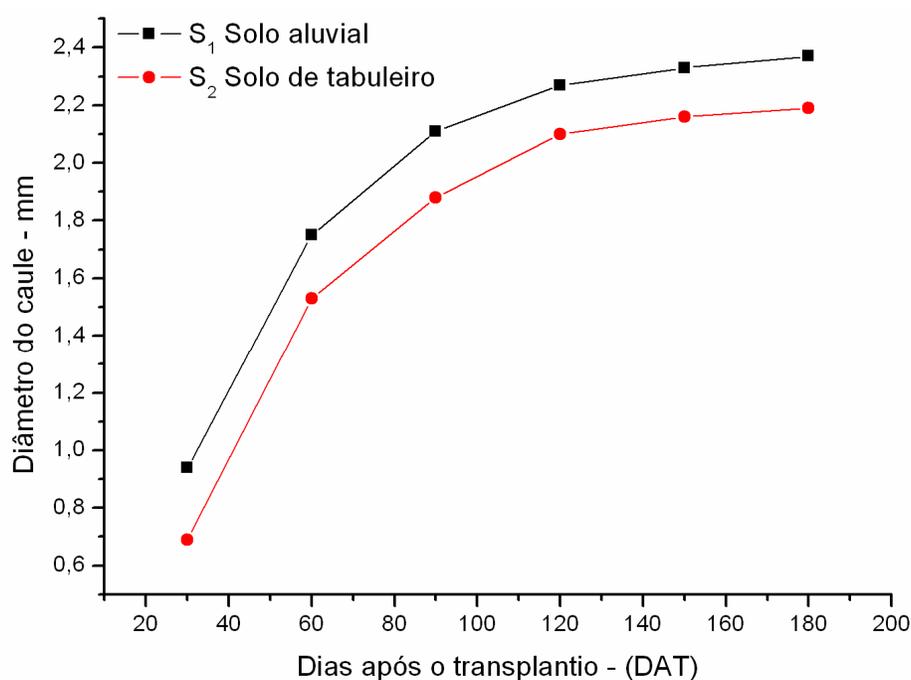


Gráfico 4.21. Valores médios do diâmetro do caule durante o total 180 DAT durante o total 180 DAT da planta Algarobeira, submetido ao fator tipo de solo.

#### 4.4. Taxas de Crescimento

##### a) Fitomassa Total da Parte Aérea

A fitomassa da parte aérea apresentou um comportamento linear, em função do tratamento, o que já era de se esperar, ou seja, à medida que aumentamos o tratamento (T%) a fitomassa seca da parte aérea aumentou, é um comportamento semelhante ao encontrado na natureza, havendo uma disponibilidade hídrica e condições favoráveis a planta se desenvolve,

estes resultados nos mostram que há um grande relação entre o tratamento e a fitomassa seca, o que é claramente expresso pelo alto coeficiente de determinação ( $R^2$ ), conforme o Gráfico 4.22. Em uma região carente como o Semi-Árido nordestino um planta que em um curto espaço consegue produzir uma quantidade de fitomassa seca, deveria ter mais atenção das autoridades competentes, bem como de órgãos de pesquisa, haja vista que este produto oriundo da algaroba poderia ser aproveitado gerando renda e melhorando a qualidade de vidas das pessoas que vivem na região.

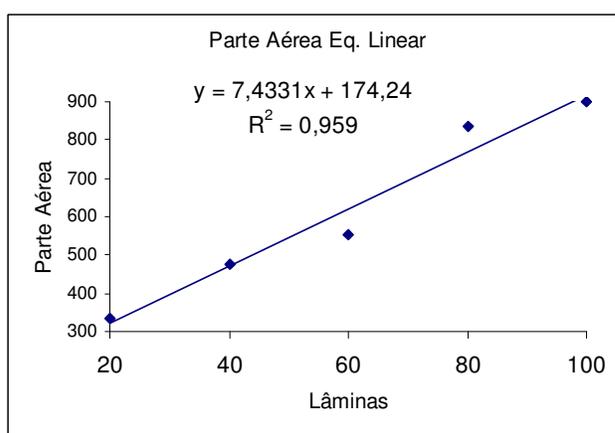


Gráfico 4.22. Valores médios da fitomassa seca durante o total 180 DAT da planta Algarobeira, com indicação dos ajustes de regressão para as diferentes lâminas de água (W).

#### b) Taxa de Crescimento Absoluto em Altura (TCA AP.)

Na Tabela 4.10, são apresentados os resultados das análises de variância referente ao taxa de crescimento absoluto da altura de planta TCA AP no experimento com plantas de algaroba no período pré-floração. Verifica-se pelo teste F, que houve diferença significativa em nível de 1% de probabilidade quando submetido ao fator lâmina de água aos 60 DAT. Já com relação ao fator solo e bloco não houve efeito significativo. Observa-se, também que não houve interação significativa ente o fator lâmina e solo. Os coeficientes de variação para taxa de crescimento absoluto altura da planta indicaram variabilidade nos dados medidos com relação ao período analisado no início dos tratamentos o coeficiente de variação foi bem mais alto que nos demais períodos, entretanto dos 60 aos 150 dias observo-se pequenas variabilidades nos dados medidos, indicando desta forma, uma boa precisão experimental, sendo o maior valor observado para no início (30 DAT) e o menor no final do ciclo (120 DAT).

Tabela 4.10. Taxa de crescimento absoluto da altura de plantas (TCA AP) da algaroba medido durante o período do experimento.

CAUSA DE VARIACÃO	G.L.	Quadrados Médios				
		TCA AP 30	TCA AP 60	TCA AP 90	TCA AP 120	TCA AP 150
Lâmina ( L )	4	0,00009ns	0,00022**	0,00001ns	0,00000ns	0,00000ns
Solo ( S )	1	0,00001ns	0,00000ns	0,00004ns	0,00000ns	0,00000ns
L x S	4	0,00004ns	0,00002ns	0,00003ns	0,00000ns	0,00000ns
Tratamento	9	0,00006ns	0,00011*	0,00002ns	0,00000ns	0,00000ns
- Regressão linear	1	-	0,00078**	-	-	-
Bloco	3	0,00004ns	0,00002ns	0,00001ns	0,00001ns	0,00000ns
Resíduo	27	0,00010	0,00004	0,00002	0,00000	0,00000
C.V.(%)		36,0138	0,6216	0,4933	0,1827	0,2119

Fatores	Valores Médios				
<b>Lâminas</b>					
L1(20%)	0.02537	0,00692	0,00683	0,00179	0,00054
L2 (40%)	0.02695	0,00757	0,00721	0,00100	0,00058
L3 (60%)	0.02937	0,00971	0,00446	0,00179	0,00183
L4 (80%)	0.02354	0,01717	0,00575	0,00296	0,00233
L5 (100%)	0.03229	0,01775	0,00662	0,00233	0,00121
<b>Solos</b>					
S1	0.02713 a	0,01187 a	0,00522 a	0,00202 a	0,00135 a
S2	0.02788 a	0,01178 a	0,00713 a	0,00193 a	0,00125 a

\*\* Significativo a 1% de probabilidade (Teste F);\* Significativo a 5% de probabilidade (Teste F);

<sup>ns</sup> Não significativo. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey

Tukey a 5% de probabilidade

No Gráfico 4.23 observa-se que à medida que aumentamos a lâmina de água aplicada (T%) a TCA AP aumentou, é um comportamento semelhante ao encontrado na natureza, havendo uma disponibilidade hídrica e condições favoráveis a planta se desenvolve, estes resultados nos mostram que há um grande relação entre o tratamento e a TCA AP, o que é claramente expresso pelo alto coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para o período de 60 DAT, conforme figura 4.30.

### c) Taxa de Crescimento Absoluto em Diâmetro Caulinar (TCA DC)

Na Tabela 4.11, são apresentados os resultados das análises de variância referente ao taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar TCA DC no experimento com plantas de algaroba no período pré-floração. Verifica-se pelo teste F, que houve diferença significativa em nível de

1% de probabilidade quando submetido ao fator lâmina de água aos 60 e 90 DAT. Já com relação ao fator solo e bloco não houve efeito significativo. É possível observar que quando aplicado o teste F houve significância em nível de 5% de probabilidade para o fator lâmina x solo.

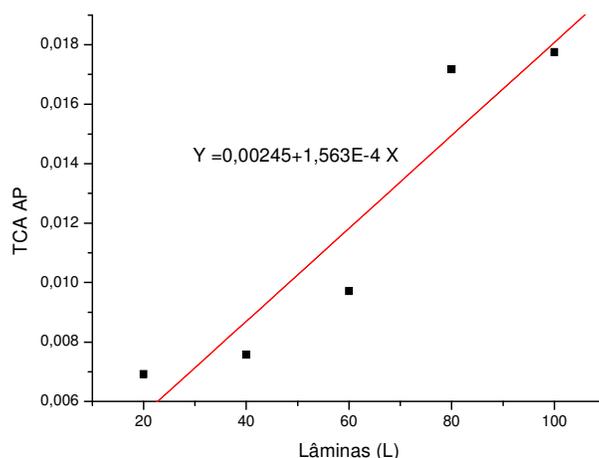


Gráfico 4.23. Taxa de crescimento absoluto de altura de planta aos 60 dias após transplântio.

Nos Gráfico 4.24 e 4.25 observou-se que à medida que a lâmina de água aplicada (T%) a TCA AP também aumentou, é um comportamento semelhante ao encontrado na natureza, havendo uma disponibilidade hídrica e condições favoráveis a planta se desenvolve, estes resultados nos mostram que há um grande relação entre o tratamento e a TCA AP, o que é claramente expresso pelo alto coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para os períodos de 60 e 90 DAT.

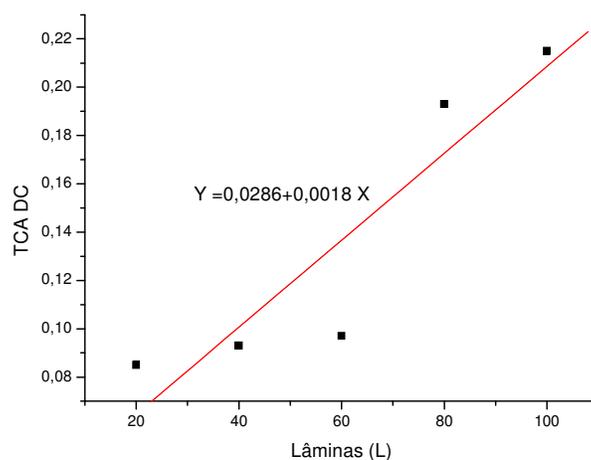


Gráfico 4.24. Taxa de crescimento absoluto de diâmetro caulinar aos 60 dias após transplântio. (coeficiente de determinação  $R^2=0,8384$ )

Tabela 4.11. Taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar (TCA DC) da algaroba medido durante o período do experimento.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios				
		TCA DC 30	TCA DC 60	TCA DC 90	TCA DC 120	TCA DC 150
			1,6507	0,0092		
Lâmina ( L )	4	0,02041ns	**	**	0,0046ns	1,696ns
Solo ( S )	1	0,01564ns	0,5171ns	0,0029ns	0,0007ns	5,427ns
L x S	4	0,00760ns	0,0220 *	0,0016ns	0,0006ns	3,277ns
Tratamento	9	0,01419ns	0,8009**	0,0051*	0,0024ns	2,813ns
- Regressão linear	1	-	5,7030**	0,0336**	-	-
Bloco	3	0,00274ns	0,0888ns	0,0043ns	0,0016	2,659ns
Resíduo	27	0,01004	0,2511	0,0019	0,0020	2,7662
C.V.(%)		56,69	24,65	36,21	45,10	35,19

Fatores	Valores Médios				
<b>Lâminas</b>					
L1(20%)	0,13	0,085	0,088	0,084	0,029
L2 (40%)	0,12	0,093	0,083	0,077	0,071
L3 (60%)	0,22	0,097	0,126	0,089	0,133
L4 (80%)	0,17	0,193	0,139	0,123	0,057
L5 (100%)	0,24	0,215	0,163	0,129	0,117
<b>Solos</b>					
S1	0,16 a	0,15 <sup>a</sup>	0,11 a	0,096 a	0,073 a
S2	0,20 a	0,12 <sup>a</sup>	0,13 a	0,104 a	0,090 a

\*\* Significativo a 1% de probabilidade (Teste F);\* Significativo a 5% de probabilidade (Teste F);  
<sup>ns</sup> Não significativo. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

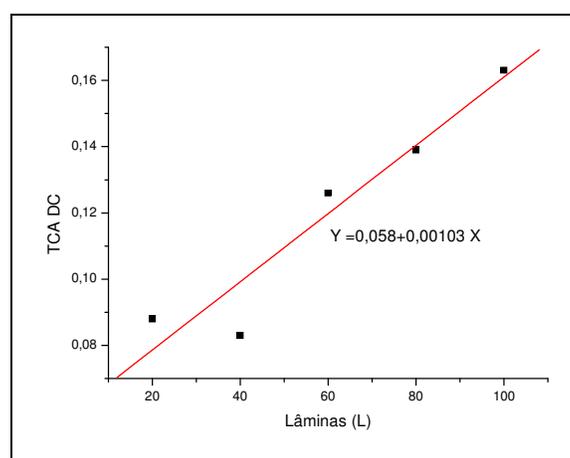


Gráfico 4.25. Taxa de crescimento absoluto de diâmetro caulinar aos 90 dias após transplântio. (coeficiente de determinação  $R^2=0,9139$ )

#### 4.5 Fitomassa das Raízes

A fitomassa da raiz apresentou um comportamento linear, em função do tratamento, o que já era de se esperar, ou seja, a medida que aumentamos o tratamento (T%) a fitomassa seca da raiz também aumentou, havendo uma disponibilidade hídrica e condições favoráveis a planta se desenvolve, estes resultados nos mostram que há um grande relação entre o tratamento e a fitomassa seca, o que é claramente expresso pelo alto coeficiente de determinação ( $R^2$ ), conforme Gráfico 4.26. O menor volume do sistema radicular não indica que a sua sobrevivência e crescimento poderão ser limitados mesmo quando estas plantas estão em ambientes apresentando deficiência hídrica que varia de mediana a severa. Segundo Hermann (1964), o peso da matéria seca das raízes é um dos melhores e mais importantes parâmetros para a sobrevivência e estabelecimento das mudas no campo. Para dar suporte à massa verde produzida também é necessário um bom desenvolvimento de raízes, que é consequência da qualidade das sementes, do subsolo e do espaçamento adequado às espécies entre as mudas no canteiro.

. No Gráfico 4.26 observa-se que à medida que aumentamos o tratamento (T%) a fitomassa de raiz também aumentou, estes resultados mostram que há um grande relação entre o tratamento e a TCA AP, o que é claramente expresso pelo alto coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

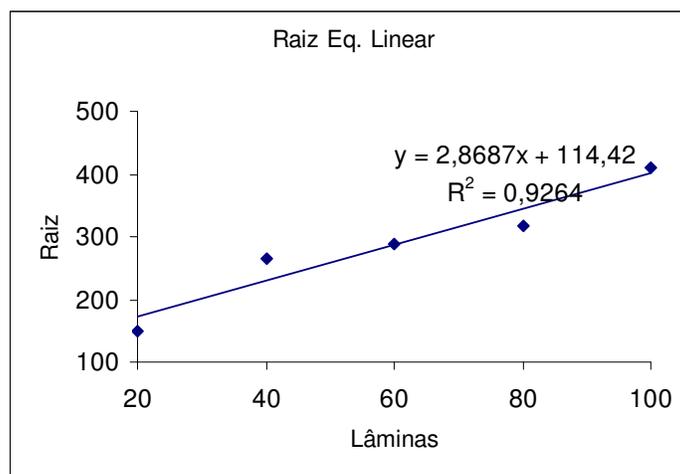


Gráfico 4.26. Valores médios fitomassa seca de raiz durante o total 180 DAT da planta Algarobeira, com indicação dos ajustes de regressão para as diferentes lâminas de água (W)

#### 4.6. Relação raiz parte aérea

A relação raiz parte aérea da matéria seca está apresentada na tabela 4.12, na qual observamos que a medida que aumentamos os (T%) aumentou a relação raiz parte aérea,

comportamento semelhante ao encontrado na natureza, o que, possivelmente, deveria ser esperado, pois na medida em que aumentamos a disponibilidade hídrica a planta ela desenvolve mais. A proporção raiz/parte aérea entre o menor tratamento (T20%) e o maior (T100%) foram muito próximas 44,7% e 45,7% , respectivamente. Houve um aumento da massa seca da raiz e da relação raiz/parte aérea, cujo aumento foi por si só, uma estratégia ou um mecanismo de defesa da planta contra a falta de água no solo nos tratamento com menor taxa de reposição da evapotranspiração. Barros Junior estudando o comportamento da mamona sob estresse hídrico observou que a relação raiz parte aérea não foi afetada significativamente pelo efeito do estresse hídrico, ou seja, a relação se manteve no mesmo patamar para todos os tratamentos.

Na Tabela 12, apresentados os resultados das análises de variância referente à relação raiz parte aérea com plantas de algaroba no período pré-floração. Verifica-se pelo teste Tukey, que não houve diferença significativa quando submetido ao fator lâmina de água, mas com relação ao fator solo houve efeito significativo em nível de 1% de probabilidade. É possível observar também que não houve interação lâmina x solo.

Tabela 4.12. Resumo da análise de variância da relação raiz parte aérea, algarobeira submetido aos diferentes tratamentos, no período de Janeiro a Junho de 2008, em Campina Grande/PB.

Causa de Variação	G.L.	Quadrados Médios
		R/PA
Lâmina ( L )	4	0,04
Solo ( S )	1	0,1524**
L x S	4	0,0297
Tratamento	9	0,0477
Bloco	3	0,0032
Resíduo	27	0,0173
C.V.(%)		
		Valores Médios
<b>Fatores</b>		
<b>Lâminas</b>		
L1(20%)		0,4692
L2 (40%)		0,5731
L3 (60%)		0,5358
L4 (80%)		0,3889
L5 (100%)		0,4813
<b>Solos</b>		
S1		0,4280a
S2		0,5515b

#### 4.7. Estimativa do comprimento de raiz

Na Tabela 4.13, são apresentados os resultados das análises de variância referente ao comprimento de raiz no experimento com plantas de algaroba no período pré-floração, nas profundidades de 0 -10 , 10 – 20, 20 – 30, 30 – 40 e 40 – 50 cm, bem como as análises de variância para a soma do comprimento de raiz em relação a todas as profundidades. As análises não apresentaram nível de significância de 1% de probabilidade, entretanto quando analisamos o fator solo, se observa que houve significância em nível de 5% de probabilidade quando somados o comprimento de raiz para todas as profundidades.

Tabela 4.13. Resumo da análise de variância dos dados de comprimento de raiz em (m), da algaroeira submetido aos diferentes tratamentos, no período de 2007 a 2008, em Campina Grande/PB.

F. V.	GL	Quadrados médios (QM)					
		Comprimento de Raiz Profundidade do solo (cm)					
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	0-50
Lamina (L)	4	644217,41 ns	377476,53ns	318890,35ns	831020,89ns	217763,74 ns	73059 73,35 ns
Solo (S)	1	2276034,18 ns	610218,44ns	647453,11 ns	7019599,46 ns	15742,24 ns	31566 788,8 0**
L x S	4	1000379,39 ns	594343,10 ns	191272,28 ns	1550179,13 ns	109135,87ns	82517 69,07 ns
Blocos	3	863317,46 ns	577416,25ns	218327,51ns	763941,17ns	637632,75ns	27459 73,07 ns
Resíduo	27	1194894,00	390373,09	442555,55	2164393,60	304222,48	57417 57,57
T. C.	39						
CV (%)	---	117,65	76,35	77,41	132,23	69,17	53,05

Na Tabela 4.14 são apresentados os resultados referentes aos comprimentos de raiz no experimento com plantas de algaroba no período pré-floração, nas profundidades de 0 -10 , 10 – 20, 20 – 30, 30 – 40 e 40 – 50 cm. Os comprimentos de raiz em metros foram alcançados de acordo com (Tennant , 1975). A maior média de comprimento encontrado foi na profundidade de 30 - 40 cm que foi de 1655,86 m em 0,784 m<sup>3</sup> de solo para o tratamento T60%, enquanto que a menor média de comprimento encontrado foi para o tratamento T20% na profundidade 10 – 20

cm atingindo 470,44 m. Um sistema radicular bem distribuído, atingindo todas as camadas do solo explora um volume de solo maior e conseqüentemente absorverá mais nutriente, sendo assim ajuda no desenvolvimento da planta. (Baracuh,1982) utilizou a mesma metodologia para estimar comprimento de raiz de soja e o maior comprimento encontrado em 278 cm<sup>3</sup> de solo para a profundidade de 5 – 10 cm variou entre 23 e 26 m.

Tabela 4.14. Resumo dos dados de comprimento de raiz em (m), em diferentes profundidades com diferentes tratamentos.

Lâminas	Profundidades				
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
T20%	494,01	470,44	597,13	<b>903,85</b>	637,69
T40%	<b>1034,18</b>	1023,18	940,68	891,57	946,96
T60%	1111,96	870,46	1124,43	<b>1655,86</b>	992,44
T80%	805,93	766,65	888,82	<b>1159,59</b>	759,18
T100%	<b>1199,57</b>	961,01	745,63	952,17	650,76

#### 4.8. Resultado das análises de solo

O solo é um recurso finito, limitado e não renovável, face às suas taxas de degradação potencialmente rápidas, que têm vindo a aumentar nas últimas décadas (pela pressão crescente das atividades humanas) em relação às suas taxas de formação e regeneração extremamente lentas. A formação de uma camada de solo de 30 cm leva 1000 a 10000 anos a estar completa (Haberli et al, 1991).

Os processos de degradação do solo constituem um grave problema a nível mundial, com conseqüências ambientais, sociais e econômicas significativas. À medida que a população mundial aumenta, a necessidade de proteger o solo como recurso vital, sobretudo para produção alimentar, também aumenta.

Nos últimos 40 anos, cerca de um terço dos solos agrícolas mundiais deixaram de ser produtivos do ponto de vista agrícola, devido à erosão. Atualmente, cerca de 77% das terras da União Européia (UE) correspondem a áreas agrícolas e silvícolas, evidenciando a importância da política agrícola no território. Na UE, calcula-se que 52 milhões de hectares de solo, equivalendo a mais de 16% da superfície terrestre total, estão afetados por processos de degradação; nos

países candidatos à adesão esta percentagem ronda os 35%, de acordo com o mapa mundial do estado de degradação do solo induzida pelo Homem (Projecto GLASOD, 1992).

Os dois tipos de solos utilizados no experimento quando analisados no início apresentaram um pH acima de 8,0, entretanto ao final do experimento ao fazer uma nova análise, foi observado que o pH dos solos em 65% do lisímetros havia baixado de 8,0 chegando a atingir um menor índice de 7,1 conforme observamos no Gráfico 4.27.

Este fato nos mostra que *Algaroba Prosopis Juliflora* em geral se adapta bem as condições dos solos onde ela é introduzida. Este fato foi relatado por (SINGH 1996, FELKER et al 1981b e FELKER e CLARK 1982) quando observaram a fixação de Nitrogênio em condições de pH alto. Solos salinos e alcalinos são com frequência ocupados por algaroba, esta espécie consegue sobreviver e crescer em com níveis de salinidade igual ao da água do mar e em solos com pH de 10.5 (SINGH 1996).

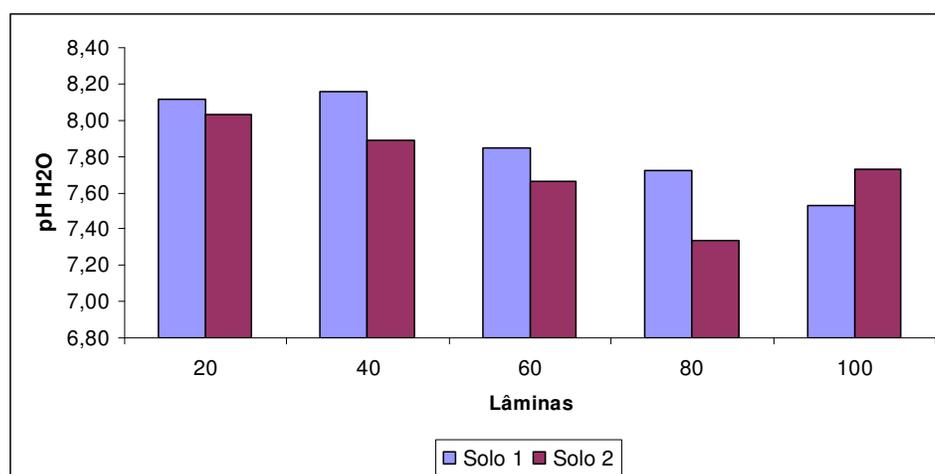


Gráfico 4.27. Valores de pH no final do experimento para os dois tipos de solo.

Em 92,5% dos lisímetros as análises mostraram que houve um aumento da fixação no nível de nitrogênio no solo (Gráfico 4.28) que na primeira análise apresentou valor de 0,04%, na análise final este valor passou para 0,06% o que representa um aumento na ordem de 33,3% para o menor valor aumentado, pois foi encontrado valor igual a 0,12% o que mostra que o aumento foi da ordem de 66,6% . De acordo com VASCONCELOS *et al.*, (1984) a algaroba fertiliza os solos, através da fixação do nitrogênio atmosférico por suas raízes, que entram em simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* além de fungos micorrízicos vesículoarbusculares.

Existem algumas espécies de algaroba que conseguem tolerar níveis de salinidade acima de 18.000 mg NaCl/l, sem nenhuma redução no crescimento ou na sobrevivência, e ainda,

criarem em níveis de 36.000mg/l NaCl, o que é equivalente a água do mar (FELKER et al, 1981). A *Prosopis Juliflora* cresceu com sucesso em uma água de irrigação com uma condutividade elétrica de 20 dS/m na Índia (SINGH 1996) e obteve o mesmo sucesso em uma condutividade elétrica de 6-21 dS/m no Paquistão (KHAN et al, 1986)

Outras espécies de *Prosopis* não se dão bem em solos ácidos, e a possibilidade de que o baixo pH seja um fator limitante para sua propagação, entretanto estas condições não se aplicam a *Prosopis Juliflora*.

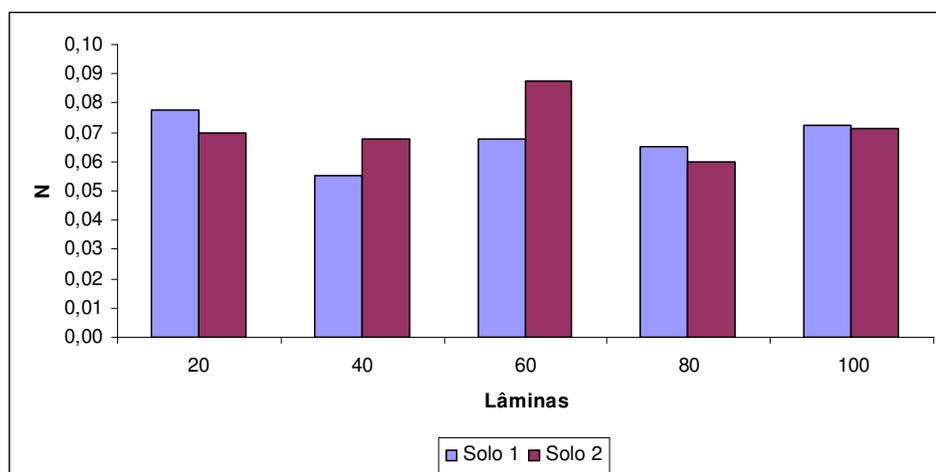


Gráfico 4.28. Valores de nitrogênio no final do experimento para os dois tipos de solo.

As algarobas aparecem como redutores de salinidade e alcalinidade nos solos que elas se desenvolvem e alta alcalinidade de solos (pH 10) pode ser neutralizado com plantações de algaroba (BHOJVAID et al, 1996; SINGH 1996). O pH de solos com algaroba pode ser reduzido em aproximadamente uma unidade a cada 10 anos, isto devido à habilidade da algaroba em acidificar solos alcalinos. Este efeito não é comum com outras leguminosas em solos tropicais, mas com a algaroba estas taxas de mudança se mostram consideravelmente altas do que com outras espécies. A *Prosopis Juliflora* é tolerante a pH muito altos, acima de 10,5, mas não cresceram em solos com pH 9 ou acima a menos que sejam adubadas com sulfato de cálcio (SINGH e SING 1993; SINGH, 1996). A Algaroba *Prosopis Juliflora* aumenta as propriedades físicas e químicas do solo reduzindo o pH, a condutividade elétrica e os níveis de sódio trocados (BHOJVAID et al, 1996).

Aggarwal 1998 não encontrou efeitos da algaroba com relação à matéria orgânica, mas observou aumentos na população microbiana do solo debaixo das copas das algarobas na Índia. É

aceitável que nos solos onde as espécies de algaroba crescem seu solo melhora, embora alguns autores contestem este fato dizendo que os solos que recebem as folhas secas da algaroba têm baixa fertilidade. Alguns estudos mostram que a quantidade de nutrientes debaixo da copa das árvores são grandes, com uma fertilidade adicional da simbiose das raízes e também da decomposição das folhas. Há também um aumento no conteúdo de matéria orgânica bem como nos micro e macro nutrientes do solo.

Entretanto (PASIECZNIK et al, 1993), observou aumentos significantes no status de nutrientes do solo com algarobas durante quatro anos no Cabo Verde, assumindo que isto ocorreu devido um déficit de água no solo ou pela salinidade limitando a fixação de nitrogênio. A Algaroba *Prosopis Juliflora* aumenta as propriedades físicas e químicas do solo reduzindo o pH, a condutividade elétrica e os níveis de sódio trocados (BHOJVAID et al, 1996).

Estes fatos confirmam os resultados que foram encontrados no experimento, onde os solos analisados de 95% dos lisímetros apresentaram um acréscimo no valor da porcentagem de matéria orgânica (Gráfico 4.29), quando comparados com os resultados obtidos no início do experimento observamos que estes valores variaram de 0,86% até 2,19%, ou seja, houve um incremento na ordem de 13,95% para o menor valor e de 66,21% para o maior valor, portanto isto confirma que em solos com algaroba há sim um aumento nos níveis de matéria orgânica, através da deposição de folhas e galhos que caem, protege o solo contra a erosão eólica e hídrica e contra a ação direta dos raios solares, além de presta-se para o aproveitamento de áreas salinas, imprestáveis para a maioria das culturas agrícolas (BRASIL, 1989).

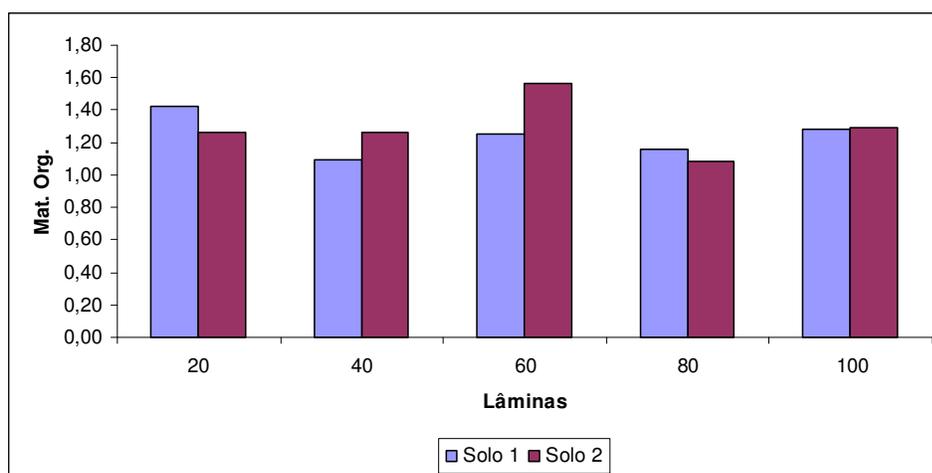


Gráfico 4.29. Nível de matéria orgânica no final do experimento para os dois tipos de solo

No tocante ao carbono orgânico observou-se que em 100% dos lisímetros os solos analisados apresentaram aumento no nível de carbono orgânico, este índice variou de 0,49% a 1,62%, estes valores representam uma taxa de 12,2% para o menor valor encontrado e de 73,1% para o maior valor conforme Gráfico 4.30.

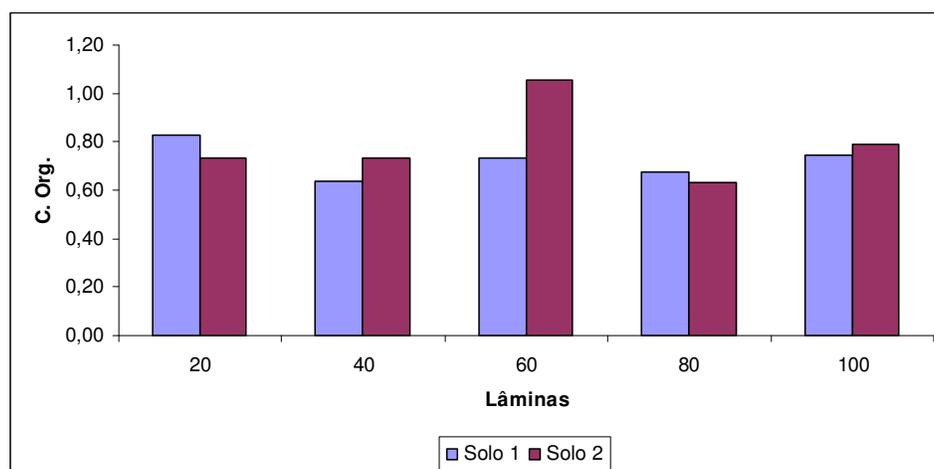


Gráfico 4.30. Nível de carbono orgânico.

O mesmo foi observado para o cálcio onde 55% dos lisímetros apresentaram aumento no nível de cálcio no solo, o qual variou de 7,12% a 13,6%, o que representa uma taxa variando para cima de 16,8% para o menor valor encontrado e de 56,5% para o maior valor encontrado conforme Gráfico 4.31.

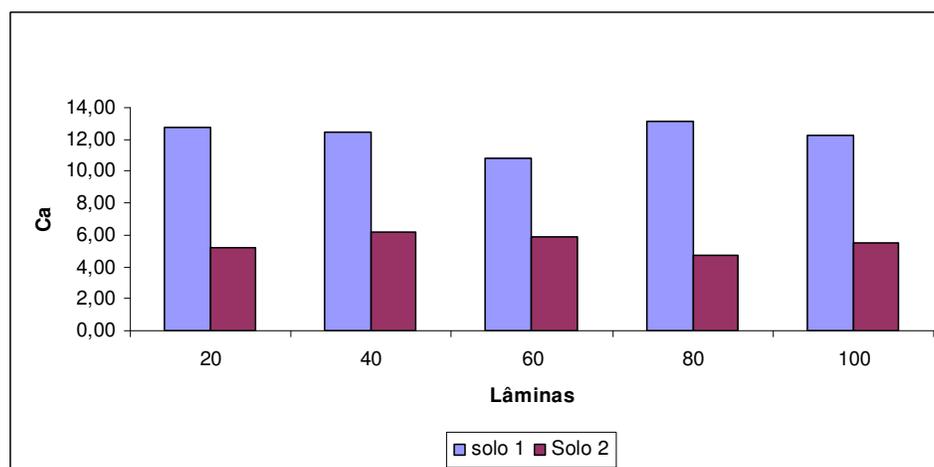


Gráfico 4.31. Nível de cálcio no final do experimento para os dois tipos de solo.

O magnésio também teve sua quantidade aumentada no solo em 85% dos lisímetros conforme (Gráfico 4.32), este aumento variou de 5,9% a 8,10%, o que representa um aumento na ordem de 2,11% para o menor valor e 37,3% para o maior valor encontrado.

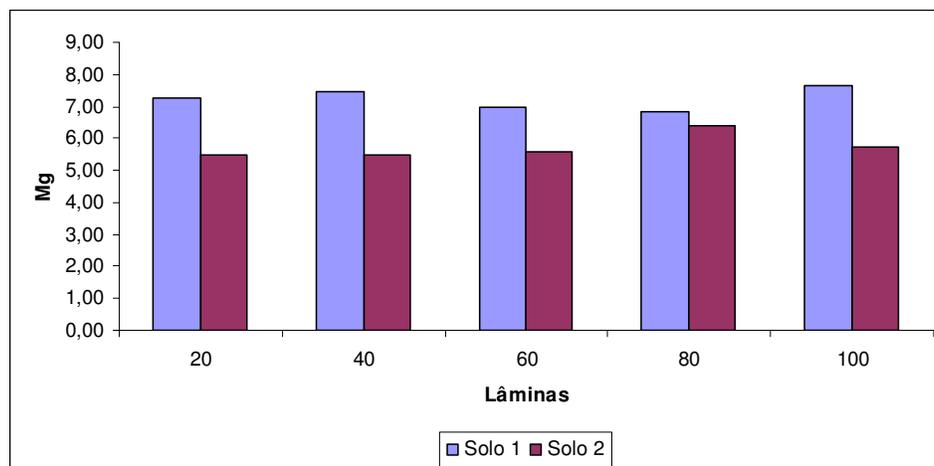


Gráfico 4.32. Nível de magnésio no final do experimento para os dois tipos de solo

Ao analisarmos os valores médios dos resultados das análises químicas para os solos (S1 e S2) para cada tratamento ao final do experimento, estes valores quando são comparados com os resultados das análises químicas no início do experimento, chegamos as seguintes conclusões:

Quando observamos o elemento cálcio para o solo 2, observa-se que a maior média foi para o tratamento T40% que atingiu 6,19 o que representa um valor 4,36% maior que o encontrado na análise inicial, entretanto a média de todos os outros tratamentos ficaram abaixo do valor de 5,92 (meq/100g solo) com o menor valor para T80% que atingiu 4,73. Por outro lado quando analisamos os resultados encontrados para o solo 1 é possível observar que todos os tratamentos apresentaram valores acima do encontrado no início do experimento, onde o menor valor encontrado foi para o tratamento T60%, de 10,80 com uma taxa de 15,27% e o maior valor encontrado foi de 13,10 onde o aumento representa uma taxa de 44,1%, entretanto na média entre os dois solos o solo 1 apresentou valores bem maiores.

Ao observarmos o valor médio de magnésio para cada tratamento do solo 2, encontramos um aumento que variou de 0,97% até 20,87% do menor para o maior valor encontrado respectivamente o tratamento T80% foi o que atingiu o maior valor enquanto que o menor foi para T100%. No que diz respeito ao solo 1 todos os tratamentos apresentaram valores dos componentes químicos ao final do experimento também superiores aos encontrados no início, o

menor valor encontrado foi de 6,84 para T80% apresentando uma taxa de variação de 8,47% e o maior valor encontrado foi de 7,66 para T100% com a taxa de 18,27%.

Por outro lado para o elemento sódio o valor médio encontrado em cada tratamento ao final do experimento foi sempre inferior ao encontrado no início do experimento, com o menos valor no tratamento T20% que chegou a atingir uma redução de 6,89%, enquanto que a maior redução foi observada no T80%, onde a taxa foi 51,7%. O elemento sódio apresentou um comportamento deferente para o solo 1, pois T20% apresentou valor superior ao encontrado no início do experimento com uma aumento na ordem de 36,9%, os demais tratamentos seguiram a mesma tendência do solo 2 e apresentaram queda no nível do elemento ao final do experimento.

Analisando os valores médios dos níveis de potássio no solo ao final do experimento para o solo 2, constata-se que nas duas menores lâminas T20% e T40% os valores aumentaram e o maior aumento foi de 20%, nas outras três lâminas houve queda no valor do potássio e a menor queda foi para T100% o que representou uma redução de 25%. No solo 1 o comportamento foi exatamente o contrário, ou seja, todas as lâminas apresentaram aumento no nível de potássio quando comparamos as amostras no início e no final do experimento.

Quando observamos os valores médios dos níveis de carbono orgânico ao final do experimento, para o solo 2, em todos os tratamentos estes valores aumentaram em relação a análise inicial onde o valor encontrado foi de 0,49%, o tratamento T80% com valor de 0,63% foi o que apresentou o menor variação o que em termos percentuais representa um aumento de 77,77%, enquanto que T60% com valor de 1,06% foi o que apresentou o maior valor, que em termos percentuais apresentou um aumento de 216%. O solo 1 apresentou a mesma tendência, ou seja, os valores médios encontrados para todas as lâminas no final do experimento foram sempre superiores as encontradas nas análises iniciais, o menos valor encontrado foi de 0,64% de carbono orgânico para T40%, enquanto que o maior valor foi de 0,83% para T 20%.

No tocante ao teor de matéria orgânica no solo ao final do experimento, quando analisamos os valores médios de todos os tratamentos para o solo 2, é possível constatar que houve aumento em todos eles, T60% foi o que teve o maior aumento com 1,56%, na análise feita no início do experimento foi observado um teor de matéria orgânica de 0,84% quando comparamos os dois valores observamos que houve um aumento de 86%, o menor aumento foi observado para T80% que foi de 1,09 o que em termos percentuais representa um aumento de 22,93%, números que ratificam outros estudos que mostram que nos solos debaixo das copas das

algarobas existe incremento no nível de matéria orgânica. O solo 1 apresentou o mesmo comportamento, ou seja, os valores médios encontrados no solo 1 ao final do experimento foram sempre superiores aos encontrados no início.

Quando analisamos os valores médios dos tratamentos do solo 2 para o nitrogênio, é possível constatar que houve aumento variando de 0,06 até 0,09 nos tratamentos T80% e T60% respectivamente, em termos percentuais estes aumentos representam uma variação de 33,83 % até 125%, números que são compatíveis com os encontrados por (SIGH 1996, FELKER et al 1981b e FELKER e CLARK 1982), quando estudaram os solos com plantação de algaroba. O solo 1 manteve a mesma tendência, ou seja, os valores médios de todos os tratamentos apresentaram aumento nos níveis de nitrogênio.

O fósforo apresentou, em todos os tratamentos, uma redução nos valores encontrados no final do experimento, para o solo 2, quando comparados com o valor inicial, em termos percentuais esta redução atingiu 62%, o mesmo ocorreu com as médias dos tratamentos para o solo 1

Quando analisamos o pH, os resultados estão de acordo com os encontrados por (BHOJVAID ET AL, 1996) que observaram uma redução no pH dos solos com algaroba, quando observamos os valores médios encontrados para os tratamentos do solo 2, estes valores são sempre inferiores aos valores encontrados na análise inicial, a menor queda observada foi para T20% onde o valor passou de 8,30 para 8,04, em termos percentuais este valor representa 3,13%, enquanto que a maior queda foi para T100% que baixou de 8,30 para 7,32, em termos percentuais este valor é de 11,8%. O solo 1 teve o mesmo comportamento as médias de todos os tratamentos foram inferiores ao valor encontrado no início do experimento, a menor queda foi observada para T40%, enquanto que a maior queda foi observada em T100%.

As Gráficos 4.33 e 4.35 mostram as médias gerais de todos os tratamentos para o solo 1 e para o solo 2.

É possível observar no Gráfico 4.34 que mesmo para os valores médios a matéria orgânica, o carbono orgânico e o nitrogênio atingiram valores maiores no final do experimento, confirmando que em solos com algaroba melhoram seu desempenho com aumento no nível de matéria orgânica, que ajuda na retenção da umidade do solo, bem como a fixação de nitrogênio, elemento importante para o desenvolvimento das culturas e na grande maioria dos solos escasso, sendo necessário sua reposição.

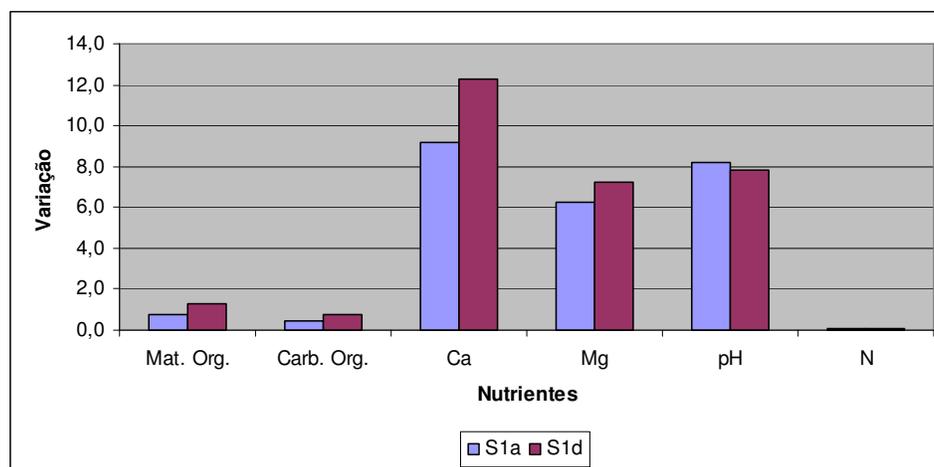


Gráfico 4.33. Médias dos componentes químicos dos solos no início e no final do experimento para o solo 1.

Observamos também um decréscimo no valor do pH outro fator importante para o desenvolvimento de culturas, precisando de uma neutralização química, a algaroba faz isso sozinha e facilmente poderia ser explorada em áreas que degradadas que outras culturas não sobreviviam.

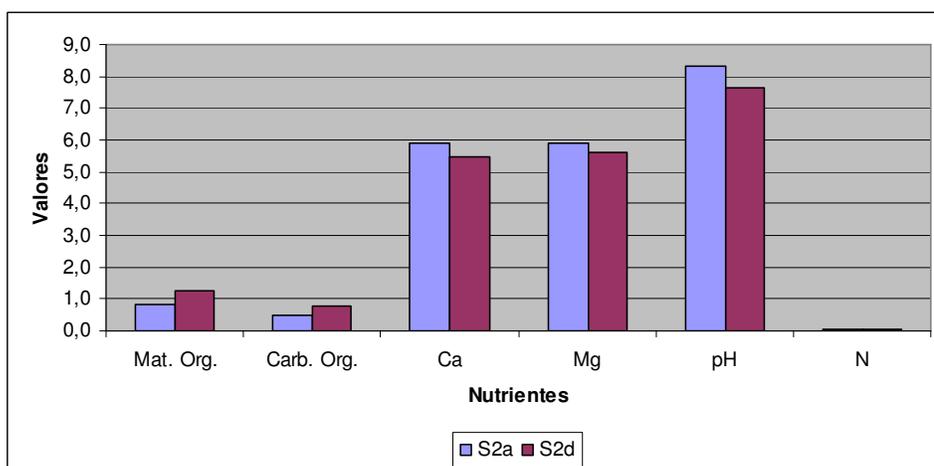


Gráfico 4.34. Médias dos componentes químicos dos solos no início e no final do experimento para o solo 2.

Na Gráfico 4.34 é possível observar que houve aumento no nível de matéria orgânica e carbono orgânico e uma redução no nível do pH, ratificando a importância da algaroba no melhoramento dos solos onde ela se encontra.

## 5. CONCLUSÕES

Na área estudada a algaroba ocupa pequena área da propriedade, destacando-se as de até 0,5 há. Sendo usada principalmente como ração e madeira e está como fonte de energia. Os resultados também nos mostram que os animais que mais consomem a algaroba são os caprinos, rebanho em ascensão na região e mais resistente as condições climáticas do Semi-Árido. Os municípios de Cabaceiras e São João do Cariri utilizam a algaroba principalmente como ração (87,25% e 83,33%, respectivamente). A madeira sendo utilizada como fonte de energia, carvão e lenha foi o município de Boqueirão que se destacou atingindo 76%. Contudo, os entrevistados afirmaram que algaroba não é fonte de renda, o que nos leva a crer que eles utilizam para consumo próprio;

Apesar de ser considerada uma praga e que retira muita água do solo pela maioria dos entrevistados, a algaroba não deve ser extinta, e no caso de extinção é necessário, eles afirmam que deve ser feita à substituição por outras culturas que possam servir de alimentos para os animais e que também possam ser usadas com mata siliar;

O volume total de água aplicado na fase de pré-floração da algaroba no experimento foi de 17.165 litros, sendo que o menor volume aplicado foi para o tratamento T20% com 138 litros correspondendo a 0,78% do total enquanto que o maior volume aplicado foi de 883 litros o que equivale a 5,1% do total aplicado, considerando que apenas o tratamento de 100% drenou, o consumo total de água foi de 16.954,6 litros o que corresponde a 0,99% to total aplicado. As taxas da evapotranspiração da algaroba (ETc) como era esperado aumentaram proporcionalmente ao aumento das lâminas de irrigação, de modo que entre os níveis de reposição de 20% e os demais, para os 5 períodos, os acréscimos se comportaram de maneira linear refletindo o efeito positivo do laminas sobre as taxas da evapotranspiração. A ETc no solo de tabuleiro foi superior as que ocorreram no solo aluvial, provavelmente se dever as diversos fatores, especialmente daqueles relacionado ao tipo de composição granulométrica;

Independente dos tipos de solo que a planta foi submetida, o crescimento do algarobeira representado pela altura da planta aumentou com o tempo numa taxa relativamente constante, ou seja, desde que haja água disponível a planta pode se desenvolver. Entretanto os melhores

resultados dos valores médios AP da Algarobeira aos 30 DAT foram obtidos quando submetido ao tratamento do solo de tabuleiro. Por outro lado o menor crescimento da plantas foi observado quando submetido ao nível de reposição da evapotranspiração de (20 %), o que de certa maneira era esperado, pois é semelhante ao que ocorre na natureza. O diâmetro do caule, apresentou comportamento semelhante ao da altura de planta

A eficiência do uso da água pela algaroba durante todo experimento foi de (0,47/kg) grama de biomassa seca produzida por quilograma de água, atingindo o maior valor para o tratamento T20% de 4,60 g/kg o que corresponde a 4,86% do total de matéria seca produzida, enquanto que o menor valor de mataria seca produzida foi para o tratamento T60% que atingiu 1,36 g/kg correspondendo a 1,43% do total de matéria seca produzida;

O total de biomassa seca de raiz produzida durante o período avaliado foi de 11.461,7g. A relação entre o total de massa seca de raiz e o volume total de água consumido foi de (0,68g/kg) grama de raiz por quilograma de água, sendo que a menor biomassa seca de raiz foi para o tratamento T20% de 106,62g o que corresponde a 0,93% do total de biomassa de raiz, já a maior biomassa seca produzida foi para o tratamento T 100% de 521,93g, correspondendo a 4,55% do total de biomassa seca de raiz produzida. O comprimento total de raiz encontrado foi 180673,29 m. A relação entre o comprimento total de raiz e a quantidade total de água consumida pelas plantas foi de (10,65 m/kg) metros de raiz por quilograma de água, a maior média de comprimento foi encontrada na amostra retirada a uma profundidade de 30 – 40 cm, enquanto que a maior media foi encontrada nas amostras de 40-50 cm. O tratamento que apresentou a maior media foi T60% com 5575,15 metros de raiz e T20% foi que apresentou a menor média 3103,12 metros;

Os solos utilizados no experimento não receberam nenhum tipo de correção, entretanto quando se compara as análises de solo no inicio e no final do experimento observa-se que houve uma melhora na composição química do solo, pois ocorreu uma diminuição no nível de pH onde os valores médios encontrados para os dois tipos de solo eram de 8,25 e 7,76, respectivamente, esta diminuição no valor do nível de pH no solo corresponde a uma redução de 5,99%. Observamos que os valores médios dos níveis nitrogênio no solo, no final do experimento, aumentaram quando comparados com os valores encontrados no inicio, este aumento corresponde a 57,1%. Os

teores de matéria orgânica no solo ao final do experimento se mostraram elevados quando comparados com os valores no início do experimento este aumento correspondeu a 63%.

## 6.0. REFERENCIAS

AGGARWAL, R. K. (1998) **Effect of *Prosopis* species on properties of arid zone soils. pp. 27-29. In: *Prosopis Species in the Arid and Semi-Arid Zones of India.* (Eds.) TEWARI J. C.; PASIECZNIK, N. M.; HARSH L. N.; HARRIS, P. J. C. *Prosopis* Society of India and the Henry Doubleday Research Association, Coventry, UK.**

AGGARWAL, R. K., J. P. GUPTA, S. K. SAXENA AND K. D. MUTHANA. (1976) **Studies on soil physico-chemical and ecological changes under twelve years old five desert tree species of western Rajasthan. *Indian Forester* 102:863-872.**

AGUIRRE, M. El deserto. *Ciência florestal*. Cidade do México. 1976. v.1, n.2.

ALBUQUERQUE, U. P.; ANDRADE, L. H. C. **Conhecimento botânico tradicional e conservação em uma área de caatinga no Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil.** *Acta Botanica Brasílica*, v.16, n.3, p.273-285, 2002.

ALLEN, R. G.; SMIYH, M.; PEREIRA, L.S.; **An update for the calculation of reference evapotranspiration.** *ICID Bulletin*, New Delhi, v. 43 n2, p35-90,1994

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L.S.; **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1980. 300p (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).

ANDRADE, L. A. OLIVEIRA, F.X.; RAMALHO, F.C. **Avaliação dos impactos causados pela algaroba - *Prosopis juliflora* (SW) DC. - sobre a fitodiversidade e a estrutura da caatinga.**(Relatório de Pesquisa do Projeto Financiado pela Fundação O Boticário de Proteção à Natureza). 2004. 72 p

AZEVEDO, Guilherme Fernandes. **Como e porque a algaroba foi introduzida no Nordeste.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGARROBA, 1, Natal, 1982, **Anais...**, Natal: EMPARN, 1982, v. 1, p. 300 – 306.

AZEVEDO, M.I.R. **Qualidade de mudas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) e de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.) produzidas em diferentes substratos e tubetes.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa,. Dissertação (Mestrado) 2003.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de Crescimento de Plantas.** 2ed. Jaboticabal –SP, Funep, 2003.

BHOJVAID, P. P., V. R. TIMMER AND G. SINGH. (1996) **Reclaiming sodic soils for wheat production by *Prosopis juliflora* (Swartz) DC afforestation in India.** *Agroforestry Systems* 34:139-150.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste: especialmente do Ceará.** 3ed. Fortaleza: Departamento Nacional de Obras Contra Secas, 1976.

BOURDIEU, Pierre (1996) **A Economia das Trocas Lingüísticas: O que Falar Quer dizer.** Editora da Universidade de São Paulo, SP.

BRUNET, A., A “SAGA” DA ALGAROBA **Ecologia política e escolhas tecnológicas no semi-árido paraibano.** (Dissertação de Mestrado) UFCG Campina Grande 2008.

CAMPELLO, F. B. et al. **Diagnóstico florestal da região Nordeste.** Brasília: IBAMA; PNUD, 1999. 20 p.

CASTELLANI, A.C.F. **Projeto de lei que propõe a proibição da derrubada do umbuzeiro em todo o país.** Consultora Legislativa da Área XI Meio Ambiente e Direito Ambiental, Organização Territorial, Desenvolvimento Urbano e Regional. Brasília. 2004.

CAZRI (Central Arid Zone Research Institute). 1995. **To evaluate *Prosopis* spp for biofuel and pod production for arid semi-arid and salt affected soils of India.** Final Progress Report, Indo-US Project, Grant No. FG-IN- 749 (IN-AU-420). CAZRI, Jodhpur, India. 19p.

CHANG, J. H. *Climate and Agriculture*. Chicago, Aldin, 1968. DOORENBOS, J. KASSAM, A. H. **Efeito da água no Rendimento das Culturas**. UFPB, 1994.

COIMBRA-FILHO, A.F. & I.G. CÂMARA. **Os limites originais do bioma. Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil**. Fundação Brasileira para Conservação da Natureza, Rio de Janeiro. 1996.

CRONK, Q. C. B. & FULLER, J. L. 1995. **Plant invaders**. London: Chaman & Hall.

D'ANTONI, H. L. AND O. T. SOLBRIG. (1977) **Algarrobos in South American cultures: past and present. pp. 189-200. In: Mesquite: Its Biology in Two Desert Ecosystems**. (Ed.) B. B. Simpson. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Pennsylvania, USA.

DAGAR, J.C. 1998. **Ecology and management of some important species of Prosopis**. In: Tewari, J.C., Pasiecznik, N.M., Harsh, L.N., Harris, P.J.C. (Editors) *Prosopis Species in the Arid and Semi-Arid Zones of India*. The Prosopis Society of India and HDRA, Coventry, UK. pp 23-26.

DAHL, B. E. (1982) **Mesquite as a rangeland plant**. pp. A1- A20. In: *Mesquite Utilization*. (Ed.) H. W. Parker. Texas Tech University, Lubbock, Texas, USA.

DIAGNE, O. (1992) **Current developments on *Prosopis* species in Senegal including work on nitrogen fixation**. pp. 47-60. In: *Prosopis Species: Aspects of their Value, Research and Development*. (Ed.) R. W. Dutton. CORD, University of Durham, Durham, UK.

DIAGNE, O. e D. D. BAKER. (1994) **Quantification of symbiotic N fixation by *Prosopis juliflora* (Swartz) DC using <sup>15</sup>N-isotope dilution methodology**. *Soil Biology and Biochemistry* 26:1709-1710.

DOMMERGUES, Y., E. DUHOUX AND H. G. DIEM (Eds.). (1999) **Les Arbres Fixateurs d'Azote: Caractéristiques Fondamentales et Rôle dans L'aménagement des Écosystèmes Méditerranéens et Tropicaux**. CIRAD, Montpellier, France.

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306p.il. (Estudos da FAO: Irrigação e Drenagem 33)

DOOREMBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193p. (Irrigations Drainage Paper,33)

EL FADL, M. A. (1997) **Management of *Prosopis juliflora* for use in agroforestry systems in the Sudan**. **Tropical Forestry Reports 16**. University of Helsinki, Helsinki, Finland.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2ed. 1997 212p.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION). (1997) **Especies Arboreas y Arbustivas para las Zonas Aridas y Semiaridas de America Latina**. FAO, Santiago, Chile

FARIAS SOBRINHO, D. W. **Viabilidade técnica e econômica do tratamento preservativo da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.), pelo método de substituição da seiva**. 2003. 53 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2003

FELKER, P., P. R. CLARK, A. E. LAAG AND P. F. PRATT. (1981) **Salinity tolerance of the tree legumes: mesquite (*Prosopis glandulosa* var. *torreyana*, *P. velutina* and *P. articulata*), algarrobo (*P. chilensis*), kiawe (*P. pallida*) and tamarugo (*P. tamarugo*) grown in sand culture on nitrogen-free media**. **Plant and Soil 61:311-317**.

FELKER, P. AND P. R. CLARK. (1982) **Position of mesquite (*Prosopis* spp.) nodulation and nitrogen fixation (acetylene reduction)** in 3-m long phraetophytically simulated soil columns. *Plant and Soil* 64:297-305.

FELGER, R. S. (1977) **Mesquite in Indian cultures of southwestern North America. pp. 150-176.** In: *Mesquite: Its Biology in Two Desert Ecosystems.* (Ed.) B. B. Simpson. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Pennsylvania, USA.

FONTANA, D. C. **Determinação da evapotranspiração. In: Bergamaschi, H. (coord. Agrometereologia aplicada à irrigação.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1992.

GEESING, D., P. FELKER AND R. L. BINGHAM. (2000) **Influence of mesquite (*Prosopis glandulosa*) on soil nitrogen and carbon development: implications for agroforestry and global carbon sequestration.** *Journal of Arid Environments* 46: 157-180.

GOMES, J. J.; **Características tecnológica da algarobeira (*Prosopis juliflora* D.C.): Contribuição para seu uso racional.** Campina Grande: UFPB, 1999, 118p. Dissertação Mestrado.

GOMES, J. M., COUTO, L. P.; BORGES, R. G.; FONSECA, E. P. **Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de (*Eucalyptus grandis*) W. Hill ex Maidem, em “Win-Strip”.** *Revista Árvore*, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 35 - 42, 1991.

HARGREAVES, G.H.; SAMANI, Z.A. Reference crop evapotranspiration from ambient air temperature. **American Society of Agricultural Engineering.** Chicago, v85, n1, p.2517, 1985.

HENRY DOUBLEDAY RESEARCH ASSOCIATION (HDRA). *Prosopis* (mesquite, algarrobo): **invasive weed or valuable forest resource?** Forestry Research Programme. 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DOMEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Diretório dos Recursos Naturais Renováveis. **Manejo Florestal Sustentável da Caatinga**. 2ed. Brasília: 1999. 26. p. il.

ICFRE (INDIAN COUNCIL OF FORESTRY RESEARCH AND EDUCATION). 1993 Khejri (*Prosopis cineraria*). ICFRE, Dehra Dun, India

ICFRE (INDIAN COUNCIL FOR FORESTRY RESEARCH AND EDUCATION). 1994. Vilayati babul (*Prosopis juliflora*). ICFRE, Dehra Dun. 16p.

INMET. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia, 1999.

JACOB, J. Notícias do Brasil. Disponível:< <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v54n2/14786.pdf>> Acesso em: 9 de mar. 2007.

JARRELL, W. M., R. A. VIRGINIA, D. H. KOHL, G. SHEARER, B. A. BRYAN, P. W. RUNDEL, E. T. NILSEN AND M. R. SHARIFI. (1982) **Symbiotic nitrogen fixation by mesquite and its management implications. pp. R1-R12.** In: Mesquite Utilization. (Ed.) H. W. Parker. Texas Tech University, Lubbock, Texas, USA.

JAYAKUMAR, M.; SASEENDRAN, S. A.; HEMAPRABHA, M. **Crop coefficient for coconut (*Cocos nucifera* L.):** A lysimetric study. Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, v1 , n43, p235-240,1987.

KARLIN, U. O.; AYERZA, H. R. **O programa da algaroba na República Argentina. In: Simpósio Brasileiro sobre a Algaroba**, 1. 1982, Natal. Anais... Natal: EMPARN, 1982, p.146-197.

KHAN, D., R.; AHMAD AND S. ISMAIL. (1986) **Case History of *Prosopis Juliflora* Plantation at Makran Coast Through Saline Water Irrigation.** Department of Botany,

University of Karachi, Karachi, Pakistan, Proceeding of US-Pakistan Biosaline Research Workshop, Karachi, Pakistan.

LEAL, I.R., M. TABARELLI & J.M.C. SILVA. 2003. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. 822p.

LEITE, D. M. Métodos de pesquisa nas relações sociais por Selltitz e outros ed. Revisada e nova tradução. São Paulo, E. P. U., Ed. Da Universidade de São Paulo, 5<sup>a</sup> Reimpressão, 1975.

LEITÃO, M. M. V. B. R. **Balanco de Radiação em Três Ecossistemas da Floresta Amazônica: Campina, Campinarana e Mata Densa** (Tese de Doutorado em Meteorologia). INPE, São José dos Campos, São Paulo: outubro de 1994.

LIMA, P. C. F. **Algaroba Uma das alternativas do Nordeste**. Brasil Floresta, n.28, Abril, maio, junho, 1984. Proc. 7th. 1, 203-204. Madson Wisconson.

MARTINS, R.W.A **Balanco De Radiação de Energia em Área Reflorestada com Algaroba no Seridó do Rio Grande do Norte** (Dissertação de Mestrado em Meteorologia), UFPB, Campina Grande Paraíba, Dezembro de 2000.

MATZENAUER, R. **Evapotranspiração de plantas cultivadas e coeficientes de culturas**. In: Bergamaschi, H. (coord.) *Agrometeorologia aplicada à irrigação*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1992.

MEIRA. P.R. et al **Recursos Florestais do Estado IN: - Diagnostico do setor florestal do estado da Paraíba**. João Pessoa: APAN/EMATER/IBAMA,1994.

MEINZER, O. E. (1927) **Plants as indicators of ground water**. United States Geological Survey Water Supply Paper 577:95.

MMA. 2002. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **AVALIAÇÃO e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da caatinga/** por: Universidade Federal de Pernambuco/Fundação de apoio ao desenvolvimento, Fundação Biosiversitas, EMBRAPA/Semi-Árido, Brasil: MMA/SBF, 2002. 36p.

MOONEY, H. A., B. B. SIMPSON AND O. T. SOLBRIG. (1977) **Phenology, morphology, physiology.** pp. 26-43. In: Mesquite, Its Biology in Two Desert Ecosystems. (Ed.)B. B. Simpson. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg, Pennsylvania, USA.

NAS (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES). (1980) **Firewood Crops; Shrub and Tree Species for Energy Production. Vol. 1.** National Academy Press, Washington DC, USA.

NASCIMENTO M. F.; LAHR F. A. R. **Emprego da Algaroba (*Prosopis Juliflora*) na Produção de Chapas de Partículas homogêneas.** Revista Minerva N. 4 v.1 p.51-56, 2007.

NOBRE, F.V. **Algarobeira no Nordeste brasileiro, especialmente no Rio Grande do Norte.** In: Simpósio Brasileiro sobre Algaroba. I. *Anais*. Natal: EMPARN. 1982, pp. 257-282.

OLIVEIRA, F.X. **Impactos da invasão da algaroba - *prosopis juliflora* (sw.) dc. - sobre o componente arbustivo-arbóreo da caatinga nas microrregiões do Curimataú e do Seridó nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte.** Universidade Federal de campina Grande. Areia-Pb.2006. Dissertação (Mestre em Agronomia).

PARKER, I.M.; SIMBERLOFF, D.; LONSDALE, W.M.; GOODELL, K.; WONHAM, M.; KAREIVA, P.M.; WILLIAMSON, M.H.; VONHOLLE, B.; MOYLE, P.B.; BYRES, J.E. & GOLDWASSER, L. 1999. **Impact: toward a framework for understanging the ecological effects of invaders.** Biological Invasions 1: 3-19.

PASIECZNIK, N. M., F. M. A. HARRIS AND P. J. C. HARRIS. (1993) **Growth of *Prosopis* and *Acacia* species and their effects on soil fertility.** *Nitrogen Fixing Tree Research Reports* 11:1-3.

PENMAM, H. L. **Natural Evaporacion from Open Water Base Soil and Grass. Proceedings Royal Society**, 1948.

PEGADO, C.M.A. **Efeito da invasão da algaroba *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. sobre a composição florística e a estrutura da caatinga no município de Monteiro Paraíba**. Centro de Ciências Agrárias, UFPB.João Pessoa-PB. 2004. Dissertação (Mestrado em Agronomia).

PEREIRA, Daniel Duarte (2005) **Plantas, prosa e poesia do semi-árido**. Campina Grande, PB: UFPB.

PIVELLO, V. R.; CARVALHO, V. M. N. C.; PECCININI, A. A.; LOPES, P. F. & ROSSO, S. 1999. **Abundance and distribution of native and invasive alien grasses in a “cerrado” (Brazilian savanna) biological reserve**. *Biotropica* 31: 71-81.

PNUD/FAO/IBAMA/UFPB/GOV. PARAÍBA, 1994. João Pessoa 1994.

RODRIGUES, S.M.C. **Florística e fitossociologia de uma área em processo de desertificação no Município de Gilbués, PI**. Dissertação de Mestrado. Recife, Universidade Federal Rural de Pernambuco. 1998.

ROSEMBERG, N. J. , BLAD, B. L. and VERMA, S. B. **Microclimate: the biological environment. 2ed**. New York: Jonh Willey & Sons, 1993.

SANTOS. R.V.; TERTULIANO, S.S. Crescimento de espécies arbóreas em solo salino-sódico tratado com ácido sulfúrico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB. v.2, n.2, p.239-242, 1998.

SCHWARZ, M e THOMPSON, M. (1990) **Divided we stand: redefining politics, tecnologia, and social choice**. University of Pennsylvania Press, Philadelphia.

SEDIYAMA, G. C. **Necessidade de água para cultivos os cultivos**. Brasília, ABEAS, 1987, 143p.

SILVA, F.C. **Uso de dispositivos Lisímétrico para medida da evapotranspiração de referência.** Piracicaba: 1996. 68p. Dissertação de MAestrado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo.

SILVA, C. G. M et. al. **Caracterização físico-química e microbiológica da farinha de algaroba** . Revista Ciência Tecnologia Alimentos, Campinas, 27(4): 733-736, out.-dez. 2007.

SILVA, C.M.M. de S.; OLIVEIRA, M.C. de; SOARES, J.G.G. **Avaliação de forrageiras nativas e exóticas para a região semi-árida do Nordeste.** Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1984. 38p. (EMBRAPA-CPATSA. Documento, 27).

SILVA, S. A. et al. Estudo termogravimétrico e calorimétrico da algaroba. **Química Nova**, São Paulo, v. 24, n. 4, p. 460-464, 2001.

SINGH, G. AND N. T. SINGH. (1993) **Mesquite for the revegetation of salt lands.** Bulletin No.18. Central Soil Salinity Research Institute, Karnal, Haryana, India.

SINGH, G., I. P. ABROL AND S. S. CHEEMA. (1990) **Effects of irrigation on *Prosopis juliflora* and soil properties of an alkali soil.** *International Tree Crops Journal* 6:81-99.

SINGH, G. (1996) **The role of *Prosopis* in reclaiming highpH soils and in meeting firewood and forage needs of small farmers.** pp. 1.3-1.27. In: *Prosopis: Semiarid Fuelwood and Forage Tree; Building Consensus for the Disenfranchised.* (Eds.) P. Felker and J. Moss. Center for Semi-Arid Forest Resources, Kingsville, Texas, USA.

SIMPSON, B. B., J. L. NEFF AND A. R. MOLDENKE. (1977) ***Prosopis* flowers as a resource.** pp. 84-107. In: *Mesquite, Its Biology in Two Desert Shrub Ecosystems.* (Ed.) B. B. Simpson. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Pennsylvania, USA.

SIQUEIRA, A. A. **Avaliação do Microclima em Área de Caatinga e Área Reflorestada com Algaroba** (Dissertação de Mestrado em Meteorologia), UFPB, Campina Grande, Paraíba, agosto de 1987.

SOLBRIG, O. T. AND K. S. BAWA. (1975) **Isozyme variation in species of *Prosopis* (Leguminosae)**. *Journal of the Arnold Arboretum* 56:398-412.

SOUSA SILVA, A. de et. al. **Cisternas rurais**. *Circular técnico*. EMBRAPA/ CPATSA. Petrolina: setembro, 1993. n.12

SILVA, C.R.S. **Diagnóstico do município de Cabaceiras. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Ministério de Minas e Energia Secretaria Executiva. Recife. Setembro. 2005.

STRATEGIC PLAN.(2000) Agriculture & Resource Management Council of Australia & New Zealand, Australian & New Zealand Environment & Conservation Council and Forestry Ministers, *Weeds of National Significance Mesquite (*Prosopis species*)*. National Weeds Strategy Executive Committee, Launceston.

TEIXEIRA, A. H. C.; BASSOL, L. H.; COSTA, W. P. L. B.; SILVA, J. A. M.; SILVA, E. E. G. **consumo hídrico da bananeira no Vale do São Francisco estimado pelo método da razão de Bowen**. *Revista Brasileira de Fruticultura*. v10, n1. p45-50,2002.

TEIXEIRA, A. H. C.; BASSOL, L. H.; REIS, V. C. S.; DA SILVA, T. G. F.; FERREIRA, M. N. L.; MAIA, J. L. T. **Estimativa do consumo hídrico da goiabeira, utilizando estações agrometeorológicas automática e convencional**. *Revista Brasileira de Fruticultura*. V25, n3. p457-460,2002.

TIGRE, C. B. **A árvore: sua morfologia e fisiologia**. In **Guia para o reflorestamento do polígono das secas**. Fortaleza – CE: Ministério da viação e obras públicas. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, 1964 cap. 1, p.15-60.

TENNANT, D. **A Test of a Modified Line Intersect Method of Estimating Root Length.** The Journal of Ecology, Vol. 63, No. 3, pp. 995-1001(Nov., 1975).

TUME, Z. P., T. M. CARDENAS AND C. W. CALDERÓN. (1989) **Efecto de la napa freatica en el crecimiento y enraizamiento de *Prosopis pallida* en Piura** - Nota Tecnica.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **As regiões Naturais do Nordeste, o meio e a Civilização.** Recife, Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco, 1971.

VILELA, A. E. AND R. A. PALACIOS. (1997) **Adaptive features in leaves of South American species of the genus *Prosopis* (Leguminosae: Mimosoideae).** Bulletin of the International Group for the Study of Mimosoideae 20:62-70

ZILLER, S. R. & GALVÃO, F. 2002. **A degradação da Estepe Gramíneo-Lenhosa no Paraná por contaminação biológica de *Pinnus elliottii* e *P. taeda*.** Floresta 32(1): 41-47.

ZILLER, S. R. 2000. **A Estepe Gramíneo-Lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica.** Tese de doutorado. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 26.