

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**MESTRADO**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

**NÍVEIS DE ÁGUA, MATÉRIA ORGÂNICA E COBERTURA MORTA  
NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CUMARU (*Amburana cearensis*)**

**DISSERTAÇÃO**

**JOÃO VIANEY FERNANDES PIMENTEL**

**CAMPINA GRANDE – PARAÍBA**

**DEZEMBRO - 2008**

**JOÃO VIANEY FERNANDES PIMENTEL**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**-ENGENHEIRO AGRÔNOMO-**

**NÍVEIS DE ÁGUA, MATÉRIA ORGÂNICA E COBERTURA MORTA  
NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CUMARU (*Amburana cearensis*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento das exigências para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola (M. Sc.)

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO

**ENGENHARIA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**

ORIENTADOR

**HUGO ORLANDO CARVALLO GUERRA – Ph. D. - UFCG/ CTRN/ DEAg**

CAMPINA GRANDE, PARAÍBA

DEZEMBRO, 2008

## FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

P644n

2008 Pimentel, João Vianey Fernandes.

Níveis de água, matéria orgânica e cobertura morta na produção de mudas de cumaru (*Amburana cearensis*) / João Vianey Fernandes Pimentel. — Campina Grande, 2008.

64 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Recursos Naturais.

Referências.

Orientador: Prof. Hugo Orlando Carvallo Guerra, Ph.D.

1. Caatinga. 2. Cumaru. 3. Irrigação. 4. Planta Nativa. 5. Esterco. 6. Cobertura Morta. I. Título.

CDU – 631.53.03:582.739(043)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA ÁREA DE  
CONCENTRAÇÃO: IRRIGAÇÃO E DRENAGEM**



---

**PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO  
DO MESTRANDO  
JOÃO VIANEY FERNANDES PIMENTEL**

**NÍVEIS DE ÁGUA, MATÉRIA ORGÂNICA E COBERTURA  
MORTA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CUMARU  
(*Amburana cearensis*)**

**BANCA EXAMINADORA**

**PARECER**

---

**Prof. Hugo Orlando Carvalho Guerra Ph.D.-Orientador  
CTRN/UAEAg/UFCG**

---

**Prof. Dr. Albericio Pereira de Andrade - Examinador  
CCA/UFPB**

---

**Prof. Dra. Lúcia Helena Garófalo Chaves - Examinadora  
CTRN/UAEAg /UFCG**

**Dezembro, 2008**

## MINHA HOMENAGEM

***DEDICO** esta dissertação a todos os agricultores familiares que, com seu esforço produzem grande parte do que é consumido por todos. **OFEREÇO** a nossa mãe Terra e a Deus por nos ter concedido a oportunidade de sermos tripulantes desta imensa Gaia.*

## AGRADECIMENTOS

*A Deus, por me proporcionar saúde, espírito de luta e autoconfiança.*

*A minha querida mulher, Maria do Socorro de Azevedo Pimentel, e a meus filhos, Clarissa de Azevedo Pimentel, Glória Maria de Azevedo Pimentel e Vinícius de Azevedo Pimentel, pelo imenso amor que me proporcionam e paciência em aceitarem minha ausência.*

*A meus queridos pais, José Ernesto Pimentel e Maria Violeta Fernandes Pimentel, sem o apoio dos quais não teria chegado aqui.*

*Aos parceiros do IBAMA, na pessoa do Douglas Dâmaso dos Santos e do MST, pela disponibilidade da infraestrutura e local para a realização da pesquisa.*

*Ao meu grande colaborador Valdeci, por me ter ajudado com disponibilidade, interesse e disposição, nas tarefas mais árduas de campo.*

*Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.*

*Ao meu orientador, Hugo Orlando Carvalho Guerra pela credibilidade, apoio e grande contribuição na minha formação.*

*À coordenação da pós-graduação, na pessoa da professora Josivanda Palmeira Gomes e das funcionárias Rivanilda, Aparecida e Elaine, pela cooperação e paciência.*

*A todos os professores que estiveram juntos nesta caminhada, meu respeito e admiração.*

*Aos inesquecíveis colegas de turma e demais contemporâneos, Aparecida Rodrigues, Cruz Ramon, Michele dos Santos, Uilma Queiroz, Aline Ferreira, Leandro Andrade, Antonio Tavares, Allan Nunes, Kaline Dantas, Marcos Eric, Manasses Mesquita, Evami Sousa, Iedo Teodoro, Ricardo, Evandro Mesquita, João Batista, Euler Franco, Magnólia, Nilton, Cícero Cordão e, em especial, ao amigo conterrâneo Francisco Jardel Rodrigues da Paixão, pela amizade, apoio e possibilidade de troca de conhecimentos, nesta fase da nossa vida.*

*E a todos que, direta ou indiretamente, participaram desta caminhada, minha gratidão.*

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xi
LISTA DE APÊNDICES.....	xii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
<b>1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 – REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 – Aspectos Gerais da Espécie.....	4
2.2 – Aspectos Botânicos da Planta.....	4
2.3 – Fenologia da Planta.....	6
2.4 – Importância do Cumaru.....	7
2.5 – Exploração do Cumaru.....	9
2.5.1 Germinação das Sementes.....	10
2.5.2 Produção de Mudas.....	11
2.6 – Matéria Orgânica no Solo.....	12
2.7 – Cobertura Morta do Solo.....	14
2.8 – Necessidade de Água.....	16
<b>3 – MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
3.1 – Caracterização Climática e Geográfica da Área Experimental.....	18
3.2 – Instalação do Experimento.....	18
3.3 – Solo.....	19
3.4 – Água.....	21
3.5 – Semeadura e Produção de Mudas.....	21
3.6 – Adubação Orgânica no Plantio.....	22
3.7 – Transplantio.....	22
3.8 – Aplicação da Cobertura Morta.....	23
3.9 – Tratamentos e Delineamento Experimental.....	23
3.10 – Irrigações.....	23
3.11 – Tratos Culturais.....	24
3.12 – Variáveis de Crescimento.....	26
3.12.1 – Altura de Planta (AP), Diâmetro Caulinar (DC) e Número de Folhas (NF).....	26



3.12.2 – Taxas de crescimento absoluto e relativo (TCA, TCR).....	26
3.13 – Variáveis do Balanço Hídrico.....	27
3.13.1 - Consumo de Água e Evapotranspiração da Cultura.....	27
3.13.2 – Estimativa do Coeficiente de Cultivo (kc).....	28
3.14 – Análises Estatísticas.....	28
<b>4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>29</b>
4.1 – Variáveis de Crescimento.....	29
4.1.1 – Altura de Plantas (AP).....	29
4.1.2 – Diâmetro Caulinar (DC).....	34
4.1.3 – Número de Folhas (NF).....	36
4.1.4 – Taxa de Crescimento Absoluto da Altura de Plantas (TCA AP).....	38
4.1.5 – Taxa de Crescimento Relativo da Altura de Plantas (TCR AP).....	40
4.1.6 – Taxa de Crescimento Absoluto do Diâmetro Caulinar (TCA DC).....	41
4.1.7 – Taxa de Crescimento Relativo do Diâmetro Caulinar (TCR DC).....	43
4.2 – Variáveis de Balanço Hídrico.....	45
4.2.1 – Consumo de Água (C.A.).....	45
4.2.2 – Evapotranspiração da cultura (ETc).....	49
4.3 – Coeficiente de cultivo (kc).....	53
<b>5 - CONCLUSÕES.....</b>	<b>54</b>
<b>6 – RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>54</b>
<b>7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>55</b>
<b>8 – APÊNDICES.....</b>	<b>61</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>Página</b>
1	Características físico-hídricas e químicas (complexo sortivo) do solo. Quixeramobim, CE, 2008..... 19
2	Características físico-hídricas e químicas (complexo sortivo) das amostras da mistura solo mais esterco. Quixeramobim, CE, 2008..... 20
3	Características químicas do esterco. Quixeramobim, CE, 2008..... 20
4	Resultado das análises da água usada no experimento. Quixeramobim, CE, 2008..... 21
5	Resultado das análises de variância e médias para a altura de plantas (AP), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco (N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações, aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008 ..... 29
6	Médias de altura de plantas (AP) resultantes das interações entre os tratamentos: quantidade de água aplicada (tratamentos L) e esterco(N) no solo, do cumaru aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008..... 32
7	Resultado das análises de variância e médias para o diâmetro caulinar (DC), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco(N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações, do cumaru aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008..... 35
8	Médias de diâmetro caulinar (DC) resultantes das interações entre os tratamentos: quantidade de água aplicada (tratamentos L) e esterco(N) no solo, do cumaru aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008..... 36
9	Resultado das análises de variância e médias para o número de folhas (NF), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco(N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações, do cumaru aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008..... 37
10	Resultado das análises de variância e médias para a taxa de crescimento absoluto de altura de planta (TCA AP), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco(N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações, do cumaru dos 87 aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008..... 39
11	Médias das taxas de crescimento absoluto de altura de planta (TCA AP) resultantes das interações entre os tratamentos: quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco(N) e cobertura morta(C) no solo, do cumaru, aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008..... 40

- 12 Resultado das análises de variância e médias para a taxa de crescimento relativo de altura de planta (TCR AP), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco(N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações, do cumaru dos 87 aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008.....41
- 13 Resultado das análises de variância e médias para a taxa de crescimento absoluto de diâmetro caulinar (TCA DC), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco(N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações, do cumaru dos 87 aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008..... 43
- 14 Resultado das análises de variância e médias para a taxa de crescimento relativo de diâmetro caulinar (TCR DC), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco(N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações, do cumaru dos 87 aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008..... 44
- 15 Resultado das análises de variância e médias para o consumo de água total (CAT), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco(N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações, do cumaru dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008..... 46
- 16 Médias do consumo de água total (CAT) resultantes das interações entre os tratamentos: quantidade de água aplicada (tratamentos L) e cobertura morta(C) no solo, do cumaru, dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008..... 48
- 17 Médias do consumo de água total (CAT) resultantes das interações entre os tratamentos: quantidade de esterco presente no solo (tratamentos N) e cobertura morta(C) no solo, do cumaru, dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008..... 48
- 18 Resultado das análises de variância e médias para a evapotranspiração diária da cultura (ETc), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco(N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações, do cumaru dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008..... 50
- 19 Médias da evapotranspiração diária média da cultura do cumaru (ETc), na fase de muda, resultantes das interações entre os tratamentos: quantidade de água aplicada (tratamentos L) e cobertura morta(C) no solo, dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008..... 52
- 20 Médias da evapotranspiração diária média da cultura do cumaru (ETc), na fase de muda, resultantes das interações entre os tratamentos: quantidade de esterco presente no solo (tratamentos N) e cobertura morta(C) no solo, dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008..... 52

- 21 Valores médios de kc encontrados para cada tratamento, em função da quantidade de esterco no solo e da presença ou ausência da cobertura morta. Quixeramobim, CE, 2008..... 53

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1 Vasos utilizados no experimento com recipiente coletor.....	18
2 Produção de mudas de cumaru em sementeira de terra vegetal. Quixeramobim, CE, 2008.....	22
3 Mudas transplantadas para os vasos aos 56 DAS. Quixeramobim, CE, 2008..	23
4 Distribuição das unidades experimentais, Quixeramobim, CE, 2008.....	25
5 Planta de cumaru com folhas apresentando sintomas de ataque pelo fungo <i>Cercospora sp.</i> Quixeramobim, CE, 2008.....	26
6 Altura de plantas de cumaru aos 147 dias após a semeadura – DAS, em função das quantidades de esterco aplicadas no solo (N). Quixeramobim, CE, 2008.....	30
7 Evolução da altura de plantas do cumaru ao longo do experimento, em função das quantidades de esterco no solo (Ni). Quixeramobim, CE, 2008....	31
8 Evolução da altura de plantas do cumaru ao longo do experimento, em função da presença ou ausência de cobertura morta no solo (CC). Quixeramobim, CE, 2008.....	33
9 Corte longitudinal do caule e raiz de uma muda de cumaru, com a seta mostrando a região do caule afetada pelo contato com a cobertura morta no solo. Quixeramobim, CE, 2008.....	33
10 Consumo de água das mudas de cumaru dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS, em função das quantidades de água aplicadas (L). Quixeramobim, CE, 2008.....	47
11 Consumo de água das mudas de cumaru dos 86 aos 148 dias após a semeadura DAS, em função das quantidades de esterco presente no solo (N). Quixeramobim, CE, 2008.....	47
12 Evapotranspiração diária média da cultura do cumaru (ETc), na fase de muda, dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS, em função das quantidades de água aplicadas (L). Quixeramobim, CE, 2008.....	51

- 13 Evapotranspiração diária média da cultura do cumaru (ETc), na fase de muda, dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS, em função das quantidades de esterco no solo (N). Quixeramobim, CE, 2008..... 51

## LISTA DE APÊNDICES

<b>Apêndice</b>	<b>Página</b>
1	Planilhas eletrônicas para o manejo das irrigações..... 61
1.1	Dados coletados..... 61
1.2	Médias dos quatro blocos..... 61
1.3	Quantidade de água a ser aplicada em cada tratamento (em ml)..... 62
2	Primeiro evento de irrigação..... 63
2.1	Dados coletados..... 63
2.2	Médias dos quatro blocos..... 63
2.3	Quantidade de água a ser aplicada em cada tratamento (em ml)..... 64

## NÍVEIS DE ÁGUA, MATÉRIA ORGÂNICA E COBERTURA MORTA NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CUMARU (*Amburana cearensis*)

O cumaru, *Amburana cearensis*, é uma planta nativa de usos múltiplos, com excelente potencial econômico pois, além de produzir madeira de excepcional qualidade, pode ser usado pelas indústrias de alimentos, perfumes e bebidas podendo, ainda, produzir princípios ativos para medicamentos. Considerando a importância da cultura e a escassez de trabalhos conduziu-se, entre março e agosto de 2008, um experimento em viveiro visando estudar os efeitos da irrigação, da adubação orgânica e da cobertura morta no solo, sobre o crescimento e desenvolvimento das mudas de cumaru. As mudas foram conduzidas em vasos de 5,95 litros utilizando-se cinco quantidades diferentes de água aplicadas no solo em função da evapotranspiração calculada pelo consumo no próprio experimento (0,25 ET, 0,50 ET, 0,75 ET, 1,00 ET, 1,25 ET); três níveis de esterco no solo, como fração do volume total do solo (0,25; 0,50; 0,75) e presença e ausência de cobertura morta. Empregou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições. As irrigações foram realizadas a cada dois dias. Observou-se, aos 147 dias após a semeadura que as lâminas de irrigação não afetaram de forma significativa a altura das mudas. A quantidade de esterco e a presença de cobertura morta no solo aumentaram significativamente a altura das mudas. O diâmetro do caule e o número de folhas das mudas de cumaru não foram influenciados pelos tratamentos estudados porém o diâmetro sofreu influência da interação entre a água e o esterco no solo. As taxas de crescimento do cumaru (absolutas e relativas) da altura e diâmetro caulinar não foram influenciadas pelos tratamentos sendo influenciada apenas a taxa de crescimento absoluto de altura de plantas pela interação água, esterco e cobertura morta. O consumo de água de irrigação e a evapotranspiração diminuíram com as doses de esterco no solo e com a presença de cobertura morta. Embora exista grande variação dos valores dos coeficientes de cultura, dependendo dos tratamentos e do período estudado, encontrou-se um kc médio de 0,39 para todos os tratamentos e períodos estudados. Considerando que o cumaru é uma espécie altamente adaptada a condições de stress hídrico, sobrevivendo e crescendo com baixíssimas quantidades de água, deve ser bem mais estudado e aproveitado em sistemas agroflorestais no semiárido.

**Palavras-chave:** caatinga, cumaru, irrigação, planta nativa, esterco, cobertura morta

## **WATER LEVELS, ORGANIC MATTER AND MULCHING ON THE CUMARU (*Amburana cearensis*) SEEDLINGS PRODUCTION**

The cumaru, *Amburana cearensis* (Allem.) B.C. Smith, is a native plant of multiple uses, with excellent economic potential, since besides producing wood with exceptional quality, it can be used by the food, perfume and drink industries, being also able to produce active principles for medicines. Considering the lack of management information about this culture an experiment was carried out, on March-August of 2008, in nursery aiming to study the effects of irrigation, organic manuring and mulching on the cumaru seedlings growing. The seedlings growth on 5,95 L pots on which were established 5 different quantities of water, calculated in function of the evapotranspiration rate (0,25 ET, 0,50 ET, 0,75 ET, 1,00 ET and 1,25 ET); 3 levels of organic manuring, as fraction of the total volume of the ground (0,25; 0,50; 0,75); and on presence and absence of mulching. The experimental design adopted was in blocks completely at random, with 4 repetitions. The irrigations were done to each two days. The transplant of the seedlings was carried out to 56 days after the sowing and the irrigation treatments 30 days later. Hundred forty seven days after the seedling it was observed that the plant height was not affected by the levels of water, being influenced positively by the manuring and mulching, still being affected by the interaction water x manure. The stem diameter and the number of leaves were not affected by the treatments however the stem diameter was affected by the interaction of water x manure. The absolute and relative growth rate of the plant height and stem diameter were not by the treatments, only the interaction water, manure and mulching affected the absolute growth rate of the plant height. The irrigation water consumption and the evapotranspiration decreased with the manure doses and in the presence of mulching. The values of the Coefficient of Culture varied with the treatments and with time period. A mean coefficient of 0.39 was obtained for all the treatments and studied periods. Considering that the cumaru is a plant highly adapted to water stress, surviving and growing with very small quantities of water, it must be better studied and utilized on the semi-arid agro-forests.

**Key words:** scrubland, cumaru, irrigation, native plant, cattle manure, mulch

## 1 - INTRODUÇÃO

O cumaru *Amburana cearensis* (Allem.) A.C. Smith é uma planta de múltiplas utilidades; sua madeira, de excelente qualidade, fácil de ser trabalhada e com aroma agradável, é vendida no comércio com o nome de cerejeira; suas raízes, entrecasca e sementes, produzem a cumarina, princípio ativo que, além de ser utilizado na indústria alimentícia (doces e biscoitos), de cigarro e tabaco, indústrias de perfume como fixador, o é também na produção de medicamentos, como o xarope de cumaru ou lambedor caseiro, de largo uso popular e de eficácia comprovada cientificamente como anti-inflamatório e broncodilatador (MATOS, 2002). É uma árvore que, por sua beleza, pode ser usada como ornamental em projetos paisagísticos. Para recuperação de solos e restauração florestal de áreas degradadas é utilizada tanto na fase inicial como nas fases posteriores do reflorestamento, inclusive como mata ciliar, em locais com inundações periódicas de curta duração (MAIA, 2004). Em sistemas agroflorestais pode ser usada como quebra-ventos e faixas arbóreas entre plantações. Como forrageira, suas folhas e vagens são consumidas pelos caprinos, tanto verdes como secas e pelos bovinos, depois de secas. É também de grande importância para a apicultura e meliponicultura pelo fato de fornecer néctar na estação seca do ano, figurando entre as 18 espécies mais utilizadas pelas abelhas nativas para coleta de pólen e/ou néctar e como local de nidificação, além da utilização da sua madeira na construção de colméias (MARINHO, et. al., 2002).

Pelo modo como é explorada, extrativismo vegetal, com a prática do “anelamento” da casca, a sobrevivência da espécie é comprometida e passível, portanto, de extinção no bioma Caatinga; daí a necessidade de maiores estudos sobre a produção de mudas do cumaru levando-se em consideração a realidade local, visto que os estudos e literatura especializada pouco levam em consideração as condições do semiárido.

O uso de quantidades adequadas de matéria orgânica e cobertura morta no solo para a produção de mudas deve ser considerado alternativa importante na utilização dos recursos naturais escassos, como a água. A matéria orgânica procedente de animais como é o caso dos conhecidos esterco bovino, ovino, de aves e de origem vegetal obtidos de restos de cultura, posteriormente decompostos pelo processo da atividade microbiana, é um rico componente capaz de aumentar a produtividade agrícola das culturas cuja composição é muito variada mas, em geral, boa fornecedora de fósforo, potássio, nitrogênio e outros nutrientes; o efeito direto sobre as características físicas, químicas e biológicas do solo, é considerado peça fundamental para a manutenção da capacidade produtiva dos solos em qualquer ecossistema



terrestre; do ponto de vista físico melhora a estrutura do solo, reduz a plasticidade e a coesão, aumenta a capacidade de retenção de água e a aeração permitindo maior penetração e distribuição das raízes. Por constituir a principal fonte de macro e micronutrientes essenciais às plantas, a matéria orgânica atua diretamente sobre a fertilidade do solo e, indiretamente, através da disponibilidade dos nutrientes, devido à modificação do pH; biologicamente, aumenta a atividade de organismos presentes, como fonte de energia e de nutrientes para as plantas.

Muitas técnicas e alternativas de manejo do solo já foram e estão sendo empregadas e comparadas, a fim de se minimizar o impacto das altas temperaturas dos solos tropicais. As coberturas protetoras desempenham importante função na agricultura de vez que podem modificar as variações de temperatura no interior do solo, particularmente próximo da superfície e alterar consideravelmente o ambiente para o desenvolvimento da flora e da fauna do solo. Portanto, é fácil admitir-se que é possível produzir mais e com melhor qualidade se se der atenção à qualidade física dos solos, promovendo condições adequadas de temperatura do ambiente radicular das plantas, já que a temperatura do solo é um dos cinco fatores essenciais à produção de qualquer espécie vegetal (AMMA, 1982). A exposição do solo descoberto, arado e gradeado intensivamente e exposto ao impacto direto das gotas de chuva, provoca o fracionamento dos agregados formando crostas superficiais e é responsável por uma acentuada degradação, resultante da erosão hídrica que, em algumas regiões, se constitui em um dos maiores problemas da agricultura. O uso dos restos de cultura como cobertura vegetal morta por ser simples e eficaz, torna-se uma maneira das mais econômicas para reduzir os danos causados pela ação erosiva das gotas de chuva (BERTONI, 1986). Esta eficácia se deve à proteção que restos de culturas oferecem contra o impacto direto das gotas de chuva na superfície do solo reduzindo a velocidade de escoamento superficial, por aumento da rugosidade e favorecimento no processo de infiltração da água no perfil; além disto, a cobertura morta também diminui o consumo de água pela diminuição da evapotranspiração.

Pouco se conhece sobre a fenologia e a fisiologia desta planta, carecendo-se de estudos agronômicos, até mesmo nas fases iniciais da produção de mudas. A literatura disponível sobre o cumaru ainda é bastante escassa pois se trata de uma espécie nativa, normalmente não cultivada, mesmo diante de tantos alertas e recomendações para que medidas mitigadoras sejam adotadas com relação à proteção do meio ambiente, e figurar entre as espécies passíveis de extinção, caso não se realizem ações preventivas.

Embora se trate de uma espécie que sobrevive em condições de seca, adaptada à semiaridez exigente em calor e luminosidade, para que haja sucesso no pegamento das mudas durante a estação chuvosa elas têm que ser produzidas no período seco do ano, sob irrigação requerendo também, nesta fase, certo grau de sombreamento. Considerando-se a escassez de informações com respeito a esta cultura visa-se, na presente pesquisa visa avaliar o crescimento e o comportamento do cumaru na fase de mudas irrigadas em ambiente protegido, com variação nas quantidades de água, matéria orgânica no solo e cobertura morta além de se desenvolver uma tecnologia para a produção de mudas em vasos. O experimento propõe também, o estudo do consumo e a economia de água.

Pode-se citar, ainda, os seguintes objetivos específicos:

- Estudar os efeitos da irrigação em diferentes quantidades, sobre a altura de plantas, diâmetro caular e número de folhas, nas mudas de cumaru.
- Determinar a influência das diferentes quantidades de matéria orgânica no solo sobre o consumo e evapotranspiração das plantas de cumaru, na fase de mudas.
- Avaliar o efeito da cobertura morta no consumo e na evapotranspiração das mudas de cumaru.
- Verificar as interações entre as diferentes quantidades de água aplicadas, diferentes níveis de adubação orgânica e uso da cobertura morta na fase de mudas do cumaru.

## **2 - REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 - Aspectos Gerais da Espécie**

O cumaru, *Amburana cearensis* (Allem.) A.C. Smith, também é conhecido por vários outros nomes, como: amburana, amburana de cheiro, angelim, baru, cabocla, cerejeira, cerejeira-rajada, cumaré, cumaru-das-caatingas, cumaru-de-cheiro, cumaru-do-ceará, cumbaru, cumbaru-das-caatingas, emburana, emburana-de-cheiro, imburana, imburana-brava, imburana-cheirosa, imburana-de-cheiro, louro-ingá, umburana, umburana-de-cheiro, umburana-lisa, umburana-macho e umburana-vermelha. Na Argentina, roble criollo; Bolívia, tumi; Paraguai, palo trébol e no Peru, ishpingo. Tem ainda, como sinônimo botânico, *Torresea cearensis* Allemão. Trata-se de uma árvore de até 10 a 12 m, quando em condições muito favoráveis; comumente atinge 6 a 8 m em locais de caatinga (MAIA, 2004).

Das sementes do cumaru é extraído um óleo de valor comercial, cujo princípio ativo é a cumarina (substância aromática) também encontrada na casca, lenho e xilopódio, chegando a 4% nas sementes, com aplicação na indústria alimentícia (doces e biscoitos), de cigarro e tabaco, na fabricação de sabões e sabonetes e, principalmente, nas indústrias de perfume, como fixador. A casca, além de produzir medicamento para problemas respiratórios (xarope ou lambedor), também é usada para aromatizar a cachaça. Produz uma madeira de excelente qualidade, vendida no comércio com o nome de cerejeira (RAMOS, et al., 2004).

O cumaru ocorre, espontaneamente nas regiões secas do Brasil, em especial na caatinga do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, mas também se encontra desde Minas Gerais até a Argentina (norte), Paraguai (nordeste), Bolívia (sul) e Peru (nordeste). A amplitude ecológica desta espécie no Brasil vai da caatinga à floresta pluvial do Vale do Rio Doce, nos Estados do Espírito Santo e Minas Gerais, e abrange os afloramentos calcários e matas decíduas do Centro-Oeste e Sudeste do Brasil (LORENZI, 1992). Por ser uma árvore de múltiplos usos, adaptada às condições especiais do semiárido, e considerada em perigo de extinção e deve ser plantada em reflorestamentos, sistemas agroflorestais ou para enriquecer a vegetação degradada existente (MAIA, 2004).

### **2.2 - Aspectos Botânicos da Planta**

O cumaru pertence à família *Leguminosae*, subfamília *Papilionoideae*. É uma árvore de copa achatada e curta na caatinga e alta, larga e umbeliforme nas florestas úmidas. Caule ereto, com casca lisa, de cor variável, amarelo-avermelhado e vermelho pardacento, soltando lâminas finas irregulares e transparentes. Casca interna, amarelada, fibrosa, exala forte odor

característico de cumarina; apresenta-se gordurosa e o sabor é amargo. Folhas compostas, alternas, imparipenadas, com 7 a 11 folíolos pequenos (2,5-5 x 1-2,5 cm), ovados de ápice não agudo. A brotação nova forma um verde-claro brilhante. As flores são branco-amareladas, miúdas e muito aromáticas; formam racimos com muitas flores, axilares ou nas pontas dos ramos, cobrindo inteiramente os galhos despidos de folhas por ocasião da floração. O fruto é uma vagem de 7-9 cm de comprimento, em forma de bilro de fazer renda, achatada, quase preta por fora, amarela e lisa por dentro, com apenas uma semente. Na deiscência as duas valvas se separam, inicialmente pela extremidade onde está a semente à qual permanece por algum tempo, pendente entre as duas valvas. A semente de 1 a 2 cm é achatada, rugosa, preta, rica em cumarina, de cheiro ativo e agradável de baunilha, que se conserva mesmo depois de longo armazenamento, e de sabor amargo e picante. Ela é provida de uma asa de 5 cm de comprimento e de cor amarelo-pálido; as sementes não são atacadas por insetos. A madeira é de cor bege a castanho, com estrias mais claras, moderadamente dura e pesada (densidade de 0,60 g/cm<sup>3</sup>), macia, porosa, elástica, superfície irregularmente lustrosa e medianamente lisa ao tato. É madeira fácil de ser trabalhada e valiosa, com bom preço nos mercados nacional e internacional (MAIA, 2004).

As plântulas de *A. cearensis* desenvolvem hipertrofia subterrânea, denominada xilopódio, que contribui para a reserva de água e nutrientes necessários para o desenvolvimento da espécie, nos primeiros anos de vida (LIMA, 1989). Cunha e Ferreira (2003) confirmam que a tuberosidade da raiz se constitui em uma estratégia adaptativa, a qual dota a planta de alto poder de rebrotamento, em caso de dano à parte aérea. O xilopódio apresenta-se carnosos, napiforme e de coloração vermelha. Aos 9 meses, o tubérculo atinge 3 cm de diâmetro e emite numerosas raízes fibrosas, longas e finas (CARVALHO, 1994).

*A. cearensis* é frequentemente confundida com a espécie *Dipteryx odorata* devido à denominação popular comum cumaru, além de ser equivocadamente classificada como pertencente aos gêneros *Pterodon* ou *Stryphnodendron* (PIO CORRÊA, 1984). Já o termo imburana costuma provocar iguais equívocos na identificação por se referir também à *Commiphora leptophloeos* (Burseraceae), comumente conhecida como imburana-de-espinho. Entretanto, a planta (*Amburana cearensis*) é reconhecida pela casca característica, sem espinhos e com forte cheiro de cumarina e pelo fruto característico (MAIA, 2004).

O gênero *Amburana* é formado apenas de duas espécies, *A. acreana* Ducke e *A. cearensis* A.C. Smith, as quais possuem grande importância econômica e medicinal. Enquanto a primeira espécie se apresenta na forma arborescente de alto fuste ocorrendo em

matas altas e fechadas, *A. cearensis* assume a forma arbustiva de fuste curto, predominando em formações vegetais tropicais a subtropicais secas (CARVALHO, 1994).

### 2.3 - Fenologia da Planta

Segundo Barbosa, Barbosa e Lima (2003) nas regiões tropicais áridas e semiáridas as espécies decíduas são predominantes variando o grau de deciduidade, de acordo com a reação aos déficits hídricos, uma vez que há espécies que perdem as folhas logo no final da estação chuvosa e outras que as mantêm até o final da estação seca. Os referidos autores dividiram as plantas decíduas (duração foliar de seis a nove meses) em duas categorias, de acordo com a queda de folhas: (a) em queda foliar no intervalo de dois a três meses e (b) em queda foliar, no intervalo de quatro a seis meses; por outro lado, esses estudiosos notaram as fenofases de brotamento, floração, frutificação e síndrome de dispersão e então classificaram a *Amburana cearensis* como pertencente ao segundo grupo (quatro a seis meses), com síndrome de dispersão por anemocoria, formação de novas folhas na estação seca e chuvosa, floração na estação chuvosa e frutificação na estação seca, segundo as informações de Machado, Barros e Sampaio (1997) em Serra Talhada, sertão de Pernambuco.

Trovão et al. (2007), concluíram, estudando algumas espécies da caatinga, entre elas o cumaru, que as espécies avaliadas têm suas características próprias de adaptação porém se utilizam de artifícios para manter o estoque de água no interior da planta durante o período de deficiência hídrica que é, quase sempre longo, visto que, mesmo em condições de estresse, o potencial hídrico foi muito alto (pouco negativo) quando comparado com o potencial hídrico de espécies cultivadas em condições semelhantes. Muitas medidas funcionais são desencadeadas pelas plantas para sobreviverem em condições de estresse hídrico ocasionado pela seca, entre as quais modificações anatomomorfológicas em que se incluem aprofundamento do sistema radicular, diminuição no tamanho da folha, expansão caulinar e perda de folhas, dentre outras. Os referidos autores observaram, ainda, que conforme a análise estatística das medições dos potenciais hídricos nos dois períodos (estiagem e chuvoso), as espécies *A. cearensis* e *C. leptophloeos*, mesmo com quedas tão altas, não apresentaram diferenças estatísticas entre os dois períodos tratando-se, portanto, de espécies pouco sensíveis à variação no conteúdo de água no solo.

Essas informações confirmam os resultados de Ramos et al. (2004) em que, apesar da irrigação em viveiro, as plantas de *Amburana cearensis* mantiveram seu padrão de deciduidade, indicando que esta é uma característica intrínseca.

## 2. 4 - Importância do Cumaru

Do ponto de vista econômico, o cumaru apresenta valiosa importância comercial em virtude de suas várias aplicações, particularmente em carpintaria e perfumaria. Comercializada com o nome de cerejeira-do-nordeste, sua madeira é utilizada na fabricação de móveis, portas e caixotaria devido à sua reconhecida durabilidade. As sementes servem como aromatizantes e repelentes de insetos para roupas e estantes (MAIA, 2004). Aquino et al. (2005) propõem a aplicação do pó da madeira em tonéis de aguardente de cana-de-açúcar com o objetivo de acelerar o processo de maturação da bebida, em razão da riqueza de compostos fenólicos. Dias, Maia e Nelson (1998) encontraram compostos fenólicos específicos: ácido vanílico e sinapaldeído, introduzidos na aguardente de cana envelhecida em barris de *Amburana cearensis* (Fr. All.). Na medicina popular, a casca do caule é utilizada na preparação de "lambedores" caseiros para o tratamento de doenças respiratórias; industrialmente, a forma farmacêutica disponível é o xarope de cumaru produzido pelo Programa Farmácias Vivas, Farmácia-Escola/UFC e empresas privadas, como a Selachii e Bionatus (MATOS, 2002).

Canuto (2007) analisando extratos etanólicos da casca do caule e das sementes de *Amburana cearensis* silvestres, isolou e identificou duas cumarinas, dois ácidos fenólicos, quatro flavonóides e sete amburosídeos e comparou alguns compostos etanólicos da casca do caule da planta silvestre com plantas cultivadas (parte aérea e xilopódio), obtendo amburosídeo A, como constituinte majoritário das plantas silvestres e, das jovens, ácido vanílico e cumarina revezando-se como principais componentes, dependendo da parte e da idade da planta estudada. O autor defende, ainda, a substituição da utilização de plantas adultas por plantas jovens, como alternativa para evitar sua extinção, considerando que a partir de 7 meses de cultivo plantas jovens já exibem atividade anti-inflamatória e analgésica similares à da planta adulta silvestre.

Em estudos relativos a produtos naturais para o combate ao mal de Alzheimer, feitos por Viegas Junior et al. (2004) o cumaru (*Amburana cearensis*) ficou entre as três espécies vegetais que demonstraram os melhores resultados inibindo de 65-100% a atividade enzimática da acetilcolinesterase.

Segundo Almeida, Freitas e Pereira (2006), a *Amburana cearensis* figura entre as plantas utilizadas na fitoterapia veterinária, no tratamento de anorexia, diarreia e endoparasitos, preparada por maceração.

Lima et al.(1997) fizeram a avaliação das propriedades antifúngicas do extrato de algumas plantas usadas na medicina popular, entre elas o extrato de *Amburana cearensis*, contra *T. rubrum*, *T. mentagrophytes*, *M. canis* e *E. floccosum*, isolados de pacientes portadores de dermatofitoses. Os extratos estudados mostraram efeitos antifúngicos “in vitro” até a concentração de 1.250 mg/ml.

Felix et al. (2007) constataram alterações na germinação e principalmente no desenvolvimento de plântulas de alface e de rabanete, ocasionadas pelo potencial alelopático de *Amburana cearensis*.

O cumaru é uma das espécies da caatinga cuja madeira é utilizada para confecção de caixas visando à criação de colméias de jandaíra (*Melipona subnitida*), além das abelhas indígenas sem ferrão visitarem, em geral, suas flores e utilizarem o tronco para fazer ninho (MARINHO, et al., 2002). Utiliza-se a madeira em virtude de apresentar retratibilidade baixa e resistência mecânica entre baixa e média, na confecção de móveis de luxo, folhas faqueadas decorativas, escultura, tanoaria, acabamento interno, lambris, balcões, tonéis etc. A madeira possui durabilidade baixa em condições favoráveis ao apodrecimento e no ataque de cupins subterrâneos. A secagem deve ser cuidadosa, pois tende a empená-la (ROSSI, 2008).

Segundo Santos, Kiill e Araújo (2006) a *Amburana cearensis* é uma das espécies que se destacam por sua floração durante o período seco, indicando a importância como fonte de alimento também para a criação de *Apis mellifera* e no período em que a caatinga apresenta pouca oferta de recurso; entretanto, Freitas e Pereira (2004) citam *Amburana cearensis* como fonte de pólen, com florescimento no período chuvoso.

O cumaru é uma árvore que pode ser usada como componente em reflorestamentos mistos, comerciais e/ou ambientais, em enriquecimento de capoeiras e caatinga degradada, para recuperação de solos e restauração florestal de áreas degradadas, tanto na primeira como nas fases posteriores e podendo ser empregada na reposição de mata ciliar, em locais com inundações periódicas de curta duração e, ainda, na composição de quebra-ventos e faixas arbóreas entre plantações fornecendo, ao mesmo tempo, alimento para as abelhas na estação seca e produzindo madeira nobre. É, por conseguinte, também, uma das espécies utilizadas em sistemas agroflorestais na região Norte do País (ROSÁRIO, 2005). É uma árvore ornamental, principalmente pelos ramos e troncos que são lisos, de cor vinho ou marrom-avermelhado, passível de ser empregada com sucesso no paisagismo em geral (MAIA, 2004).

Pereira et al. (2001) citam a *Amburana cearensis* como uma das espécies indicadoras da intensidade de perturbação antrópica em ecossistemas de caatinga uma vez que as

alterações da vegetação foram diretamente proporcionais ao nível de perturbação a que os ambientes haviam sido submetidos.

O uso do cumaru já está enraizado em nossa cultura desde a civilização indígena pois, conforme Moraes, et al. (2005), os índios Tapebas, do Ceará o utilizam como planta medicinal.

## **2.5 - Exploração do Cumaru**

De acordo com Rossi (2008), o cumaru (*Amburana cearensis*) pode ser observado em praticamente toda a América do Sul (do Peru à Argentina). Na região semiárida ocupa áreas consideráveis de todos os estados do Nordeste brasileiro e se estende até Minas Gerais, abrangendo cerca de um milhão de km<sup>2</sup>. Sua distribuição geográfica abrange as latitudes de 3° S (Ceará) a 25° S (Argentina), nas altitudes de 10 m a 1.500 m. A precipitação média anual varia desde 440 mm a 2.000 mm, com chuvas distribuídas uniformemente a periódicas, com estação seca pronunciada de moderada a forte, com duração de até 9 meses. A temperatura média anual é de 19,5°C a 27,6°C, sendo raras as geadas (média de zero a duas). Os tipos climáticos em que o cumaru ocorre naturalmente, são: Semiárido (Bsh), tropical (Aw), subtropical de altitude (Cwa) e subtropical úmido (Cfa). O cumaru é encontrado em solos de textura franco e argilo-arenosos e profundos nas meia-encostas da Caatinga e em afloramentos calcários. Sua ocorrência no Cerrado e no Pantanal se dá em áreas bem drenadas e de moderada a elevada fertilidade; em plantios, mostrou-se sensível à salinidade do solo (HOLANDA et al., 2007).

O cumaru é uma espécie heliófila e medianamente tolerante a baixas temperaturas; ao entanto e segundo Engel e Poggiani (1990) em condições naturais ele apresenta melhores chances de regeneração sob a cobertura da mata tolerando, inclusive, intensidades luminosas bastante reduzidas, em decorrência de um dossel fechado. O cumaru demonstrou ser uma espécie tolerante à sombra pelo menos durante sua fase inicial de crescimento. É uma espécie que apresenta bom potencial para plantio de enriquecimento em matas, já que responde favoravelmente ao sombreamento. Segundo Rossi (2008) ele não brota depois de cortado e é sensível à salinidade dos solos; se desenvolve bem em plantios puros a pleno sol e em solos de boa fertilidade, mas apresenta forma ruim, ou seja, ramificação pesada, sem dominância apical.



O desenvolvimento das plantas no campo é lento, não ultrapassando 1,5 m nos 2 primeiros anos. O incremento médio máximo registrado é de  $2,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , aos nove anos de idade, em Santa Helena, PR, de acordo com Carvalho (1994).

A madeira do cumaru é moderadamente pesada ( $0,6 \text{ g/cm}^3$ ), cerne bege amarelado ou bege rosado, uniforme; excepcionalmente, apresenta alguns veios mais escuros, alborno muito pouco diferenciado do cerne, grã direita a irregular, superfície irregular lustrosa e medianamente lisa ao tato, cheiro acentuado, peculiar, agradável e gosto levemente adocicado.

### **2. 5.1 - Germinação das Sementes:**

A germinação tem início 5 dias após a semente com a emissão da raiz primária de coloração amarelo creme, rompendo o tegumento na base da semente, próximo ao hilo; a raiz primária é sinuosa e apresenta pelos simples, poucos visíveis e esparsos, de coloração branca; posteriormente, adquire coloração amarelo pardo, tendo início a formação de raízes secundárias. O hipocótilo é curto, cilíndrico e com lenticelas próximas à inserção dos cotilédones. Os cotilédones são de coloração amarelo creme, envolvidos pelo tegumento; quando rompem o tegumento são opostos, unilaterais, isófilos, adquirindo coloração verde, com bordo inteiro, sem nervação, passando de sub-sésseis a curto peciolados. O epicótilo é visível a partir do 8º dia de semente; inicialmente, sua coloração é amarelada, cilíndrico, liso, brilhante e, quando se inicia a formação dos protófilos, adquire coloração verde claro, com densa pilosidade esbranquiçada, visto somente com lupa; apresenta catáfilo na sua porção mediana, sendo este sésil e lanceolado. Os protófilos são opostos e, às vezes, alternos, compostos pinados, imparipenados, curto peciolados com 3 a 5 folíolos. Os folíolos são discolorados, curto peciolados, elípticos, margem inteira, ápice agudo e base obtusa, pilosos na face abaxial, nervação penínervia, com nervuras secundárias e terciárias pouco evidentes. A gema apical apresenta-se bem desenvolvida desde o início da germinação e pode ser vista quando se promove a abertura dos cotilédones (CUNHA e FERREIRA, 2003).

De acordo com a classificação de Miquel (1987), a espécie apresenta germinação do tipo semi-hipógea fanero-cotiledonar.

Com relação aos aspectos morfológicos da planta jovem, descritos por Cunha e Ferreira (2003), a raiz primária apresenta coloração amarelo pardo e, nesta fase, aumenta a intensidade de raízes secundárias e terciárias. Os referidos autores observaram que, após 116

dias em viveiro, a raiz principal sofreu um espessamento, formando uma tuberosidade. O caule jovem apresenta coloração verde escuro, cilíndrico, com densa pilosidade esbranquiçada, com catáfilo presente que deixa cicatriz após a sua queda. As folhas são compostas pinadas, com 5 a 9 pinas, alternas, longo pecioladas, imparipenadas e, raras vezes, paripenadas na mesma muda. O pecíolo é de coloração verde, piloso, com pulvino. Os folíolos são curto-peciolados, elípticos, com base obtusa e ápice agudo, margem inteira, nervação peninérvea evidente na face abaxial, ao contrário da adaxial e apresentam pelos simples. Quando caem, os cotilédones deixam cicatriz no caule. Em alguns casos constata-se heterofilia.

### **2. 5. 2 - Produção de Mudas**

Segundo Rossi (2008), os frutos devem ser colhidos diretamente da árvore ou quando se iniciar a queda espontânea e, em seguida, secar ao sol para facilitar a abertura e liberação das sementes.

O uso de técnicas de quebra de dormência não se enquadra nesta espécie e a taxa de germinação de 70 a 90 %, ocorrendo de 5 a 30 dias sem tratamento (MAIA, 2004). A longevidade das sementes de cumaru é baixa, perdendo 50 % da viabilidade em 12 meses de armazenamento em câmaras secas e frias.

Um quilo de sementes pode gerar 1630 mudas. Uma árvore de caatinga produz em média 10 kg de sementes anualmente. A semente de cumaru apresenta conteúdo de água menor que 10 %. A semeadura pode ser feita em saquinhos individuais ou em canteiros contendo substrato organo-arenoso (ROSSI, 2008).

Com relação à profundidade de plantio, Silva et al. (1985), encontraram os melhores índices de emergência, vigor e altura de mudas obtidos na profundidade de semeadura entre 0,5 e 1 cm.

Engel e Poggiani (1990) sugerem que a espécie seja favorecida por níveis de sombra acima de 56%, pelo menos durante a fase inicial de crescimento, inclusive não sendo capaz de se adaptar às condições de plena luz, de maneira satisfatória, pelas altas taxas de mortalidade demonstrada. Supõe-se que, em condições naturais, ela apresentaria melhores chances de regeneração sob a cobertura da mata tolerando, inclusive, intensidades luminosas bastante reduzidas, em decorrência de um dossel fechado.

Muitos autores, como Barbosa (1983) e Luz (1985 apud ENGEL e POGGIANI, 1990), no entanto, consideram o cumaru uma espécie adaptada em condições de pleno sol.

Resultados benéficos do sombreamento das mudas de cumaru também foram obtidos por Drumond e Lima (1993), estudando quatro níveis de sombreamento: 25, 50 e 70% por meio de telas poliolefinas e 0% a testemunha (semeadura a céu aberto). A área foliar e a altura das plantas tenderam a aumentar com o aumento do nível de sombreamento ressaltando-se, porém, que a altura máxima foi obtida com 50% de sombreamento. Os parâmetros, como a porcentagem de germinação, a relação raiz/parte aérea com base na matéria seca e o peso seco total, indicaram decréscimo com o aumento do sombreamento, salvo a porcentagem de germinação e a sobrevivência, que foram maiores com 25% de sombreamento.

Em Ramos et al. (2004) se acham resultados que ajudam a esclarecer a resposta do cumaru ao sombreamento tendo em vista que esses autores trabalharam com biomassa total, incluindo o peso das raízes e encontraram cerca de 80% da biomassa total no sistema radicular. Assim, a biomassa foi maior a 0% de sombreamento, seguindo de 50 e 70% de sombreamento enquanto a menor média foi de 90% de sombreamento. O desenvolvimento da espécie foi melhor a pleno sol até 50% de sombreamento (estatisticamente diferente dos demais tratamentos: 70 e 90%). Devido a sua tolerância ao sol pleno, os autores sugeriram a introdução desta espécie em estádios iniciais de recuperação de florestas estacionais degradadas, e testá-la para reflorestamento. Salienta-se que na pesquisa supracitada as mudas foram submetidas aos tratamentos dos quatro meses de idade, até os 19 meses de idade.

## **2. 6 - Matéria Orgânica no Solo**

Os sistemas de produção agrícola, principalmente nos países subdesenvolvidos, se fundamentam na derrubada e queima das formações vegetais promovendo o processo de empobrecimento do solo. Este fato leva ao abandono da terra, logo após poucos anos de cultivo, exigindo a busca de novas áreas, nas quais o ciclo de derrubada e queima se reiniciará. Neste sistema de produção agrícola, onde não se empregam técnicas de conservação de água e solo, o solo é mais susceptível a erosão e a planta ao estresse hídrico (DUQUE, 1980).

Os solos naturalmente férteis devem ser os preferidos para o semeio das sementes; entretanto, torna-se cada vez mais difícil encontrá-los havendo, assim, a necessidade de fertilizá-los artificialmente. A adubação orgânica do solo consiste na aplicação de resíduos orgânicos, desde os de constituição mais rica, como o esterco de animais, os de constituição média, como as camas dos estábulos ou cocheiras e resíduos de culturas até os de constituição mais pobre, como as varreduras, lixos, capins e serragem de madeira (KIEHL, 1985).

Berton (1999) indica que a minhoca é a maior produtora biológica de húmus, transformando toda a matéria orgânica no mais rico adubo existente. Segundo Malavolta (1981), o esterco de galinha é cinco vezes mais rico que o estrume de gado.

A crescente escassez de produtos florestais está determinando maior preocupação por parte dos agricultores e cooperativas de produção de lenha, carvão, moirões e madeira, com o reflorestamento de áreas ecologicamente depredadas. Em função disto, se tem observado maior interesse por parte dos agricultores e viveiristas em técnicas e manejo adequado de sementes. Atualmente, os fertilizantes orgânicos estão sendo bastante utilizados pelos viveiristas, não só por atenderem às necessidades dos vegetais, mas também por serem de baixo custo e, sobretudo, por não serem poluentes e, assim, contribuir para a preservação do meio ambiente. Com fundamentos normativos cada vez mais consistentes e tendo em vista a adoção, pela sociedade dos princípios da sustentabilidade ambiental em suas práticas agrícolas, contribui-se para a formação das bases necessárias de que o Brasil necessita para desenvolver uma agricultura mais econômica, conservar seus ecossistemas naturais, elevar a qualidade dos vegetais e a qualidade de vida da população (BRASIL,1999); contudo, a carência de estudos na região tem limitado o aumento na produção e a qualidade das mudas, uma vez que estudos que indiquem as dosagens e as fontes de adubos orgânicos mais adequados para germinação e adaptação de mudas de essências florestais para se obter mudas de alta qualidade técnica e melhor adaptação às condições de cada região, são praticamente inexistentes.

Lucena et al. (2006), estudando a germinação de cinco essências florestais em substratos fertilizados com matéria orgânica, obtiveram os maiores percentuais de germinação utilizando, no viveiro, substrato contendo solo arenoso mais esterco de minhoca e concluíram que o estrume de galinha favoreceu muito mais o desenvolvimento da plântula que a germinação das sementes.

Em experimento com cumaru (*Amburana cearensis*), Angelim et al. (2007) obtiveram, trabalhando com quatro tratamentos de matéria orgânica no solo: T1 = solo puro (100%), T2 = 75% solo + 25 % esterco umificado, T3 = 50% solo + 50% esterco umificado e T4 = 25% solo + 75% esterco umificado, até a medição realizada aos 90 dias, que todos os tratamentos apresentavam os mesmos resultados referentes ao aumento do diâmetro do caule e altura. Entretanto, se verificou, a partir da medição correspondente aos 120 dias, que, em geral, o substrato de crescimento das plantas que apresentou melhor resultado foi aquele no qual não se aplicou adubo orgânico. Constatou-se com relação ao número de folhas, que os tratamentos começaram a se diferenciar quanto à formação das folhas a partir da terceira medição, ou seja, aos 90 dias de implantação do experimento. A aplicação de matéria orgânica exerceu pouca influência no crescimento e desenvolvimento das folhas, haja vista que se verificaram os melhores resultados nos tratamentos correspondentes a 0% de matéria orgânica. Os resultados obtidos pelas variáveis peso seco da parte aérea, peso fresco da parte aérea, peso fresco do sistema radicular e peso seco do sistema radicular, não apresentaram diferença significativa nos diferentes tratamentos testados. Os referidos autores supuseram que a espécie *A. cearensis* parece estar bem adaptada às condições adversas, como falta de água e também à reduzida concentração de matéria orgânica, de macro e de micronutrientes no solo. Esta adaptação deve, provavelmente, ter contribuído para que as plantas apresentassem o melhor crescimento e desenvolvimento morfológico em solo sem aplicação de matéria orgânica (ANGELIM et al., 2007).

## **2.7 - Cobertura Morta do Solo**

Em regiões semiáridas, como o Nordeste brasileiro, onde as precipitações se caracterizam por uma alta intensidade e apresentam elevada variabilidade espacial e temporal, a cobertura morta pode transformar-se em uma forte aliada ao agricultor rural, não só na conservação do solo mas também na conservação da água no solo.

Acreditou-se durante muito tempo, que a função maior da cobertura morta era reduzir a taxa de evaporação da água do solo. Primavesi (1982) comenta que o efeito mais importante da cobertura morta está relacionado com a infiltração e a proteção do solo contra o impacto das gotas da chuva. Nos dias atuais a cobertura morta volta a ser difundida com o objetivo maior de se combater a erosão e recuperar solos degradados fisicamente.

Tanto a qualidade quanto a quantidade dos resíduos vegetais exercem influência na infiltração. Uma camada em torno de 5 cm espalhada sobre o solo de material de origem

vegetal (folhas, ramos, capim e restos de plantio de modo geral) proporcionam as maiores taxas de infiltração da água no solo. A espessura adequada dessa camada deve ser em torno de 5 cm pois em camadas mais espessas as plantas jovens passam a apresentar deficiência de nutrientes, uma vez que o sistema radicular se desenvolve na camada úmida de cobertura e não no solo (STARTON e RECHICGL, 1998). Os referidos autores comentam, ainda, que em alguns casos, camadas muito espessas podem promover a redução da disponibilidade de nutrientes para a planta.

Nas regiões áridas e semiáridas, nas quais a disponibilidade de energia solar é muito alta, a deposição da matéria vegetal na superfície do solo promove, consideravelmente, melhor desenvolvimento do sistema radicular das culturas, em virtude das menores amplitudes térmicas e a maior capacidade de armazenamento de água no solo, resultarem em uma absorção maior de água e nutrientes.

O maior ou menor efeito dos restos vegetais sobre as propriedades do solo dependerá do material utilizado (resíduos, folhas, etc.), quantidade, manejo do material e composição do material (nutrientes e relação Carbono/Nitrogênio – C/N) e das condições específicas do solo e do clima.

Stone e Moreira (2000) concluíram estudando o efeito de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro, que o sistema de plantio direto, com cobertura morta adequada, propiciou maior economia de água em comparação com os demais sistemas de preparo do solo.

Utilizando diferentes tipos de cobertura morta (palha de vagens de caupi, palha de carnaúba, raspa de madeira, palha de milho, palha de sorgo e palha de capim elefante e a testemunha sem cobertura), no cultivo de pimentão, Queiroga et al. (2002) constataram que o diâmetro de frutos, número de frutos por planta, peso de frutos e a produção, foram afetados pela cobertura morta tendo a palha de carnaúba se mostrado superior às demais coberturas mortas. O comprimento do fruto não foi afetado pelas coberturas mortas avaliadas.

Segundo Guerra (2007), aumentos de produtividade parecem estar relacionados ao efeito da cobertura morta em reduzir a evaporação e aumentar a transpiração. Considerando o ciclo normal de uma cultura observam-se aumentos quase que constantes na transpiração, e redução da mesma magnitude na evaporação, a dada evapotranspiração, no que diz respeito aos tratamentos com cobertura morta em relação ao solo nu; porém, para o mesmo nível de irrigação, a evapotranspiração será sempre menor nas parcelas com cobertura morta em

relação ao solo nu, o que indica que nem toda a água economizada foi para a transpiração, conforme o autor supracitado.

## **2. 8 – Necessidades de Água**

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. Neste 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 das plantas, segundo Silva (1996).

O manejo da irrigação é definido como o processo de decisão de quando irrigar e quanto de água deve ser aplicada. A quantidade de água a ser aplicada é normalmente determinada, normalmente, pela necessidade hídrica da cultura podendo ser estimada através da evapotranspiração ou por meio da tensão da água no solo. Sousa e Dantas Neto (1997) afirmam que, para se determinar o momento da irrigação pode-se utilizar, além de alguns parâmetros, outras medidas de avaliação de água no solo, como turno de irrigação, ou considerar os sintomas de deficiência de água nas plantas.

Há muito tempo a evapotranspiração tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores, dentre os quais se encontram aqueles que aceitam o fato de que o interesse formal na área de evaporação começou nos anos 600 a 500 a. C., e o estudo da evaporação e evapotranspiração ocupou posição de destaque já na cosmologia da Grécia antiga (SEDIYAMA, 1996).

Conforme Pavani (1985), o conhecimento da  $ET_c$  é de considerável importância não só no aspecto físico e biológico mas também na engenharia aplicada, tendo em vista que em uma área irrigada o dimensionamento dos equipamentos hidráulicos leva em consideração tal parâmetro. A determinação da  $ET_c$  é imprescindível não só na agricultura irrigada como, também, na agricultura de sequeiro, visto que permite o ajustamento de época de semeadura dentro da estação de crescimento, em função da disponibilidade hídrica média da região, determinando maior eficiência no aproveitamento das precipitações pluviais, além de possibilitar a identificação da necessidade de utilização de irrigações suplementares.

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.

Para Sedyama (1996) pode-se dizer que os métodos correntemente utilizados para estimativa da  $ET_c$  envolvem duas etapas, em que a primeira etapa seria a estimativa de  $ET$  para uma cultura de referência adequadamente irrigada, com dossel vegetativo de característica padrão, denominada cultura hipotética de referência. Então, a estimativa da  $ET_c$  é obtida pela multiplicação da  $ET_o$  por um coeficiente de cultura ou  $K_c$ , que varia com o estágio de crescimento de cada cultura. A distribuição do coeficiente de cultura durante o ciclo de crescimento da cultura é chamada “curva de cultura”, que é correntemente obtida experimentalmente. Elas representam o efeito integrado da mudança na área da folha, da altura da planta, do grau de cobertura, da resistência do dossel da planta e do albedo sobre a  $ET$  da cultura em relação à  $ET_o$ .

Montenegro, Bezerra e Lima (2004) encontraram, estudando a evapotranspiração e o coeficiente de cultura do mamoeiro para região litorânea do Ceará, valores de  $ET_o$  estimados pelo método de Penman-Monteith FAO sempre superiores aos medidos pelo lisímetro, reforçando os resultados obtidos por Oliveira (1999) e Dias (2001), que utilizaram o mesmo equipamento. Consequentemente, os valores do  $K_c$  obtidos por meio da  $ET_o$  e medidos pelo lisímetro se revelaram maiores que aqueles obtidos utilizando-se do método de Penman-Monteith FAO. Os referidos autores afirmam que o manejo inadequado na área do lisímetro pode ter afetado o crescimento da grama, a uniformidade da altura e a cobertura da superfície, provocando uma medição subestimada da evapotranspiração de referência.

.O coeficiente de cultura ( $k_c$ ) se baseia no desenvolvimento fenológico e fisiológico de uma cultura em relação à evapotranspiração de referência estimando, também, a exigência hídrica de uma cultura específica. O  $k_c$  depende do estágio de desenvolvimento da cultura, do sistema de irrigação, da densidade de plantio e das condições atmosféricas dominantes. Um planejamento da irrigação baseado em valores do  $k_c$ , que não seja do local estabelecido, certamente acarretará sobreestimativa ou subestimativa das reais necessidades hídricas da cultura o qual, associado a outros fatores, poderá refletir nos custos de produção, na redução da qualidade do produto e na produtividade agrícola (SILVA, 2000).



### 3 - MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - Caracterização Geográfica e Climática da Área Experimental

O experimento foi desenvolvido em condições de ambiente protegido, em viveiro de mudas pertencente ao Núcleo de Educação Ambiental (NEA), antigo Horto Florestal, vinculado ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA), em parceria com o Movimento dos Sem Terra (MST), em Quixeramobim, CE, com as seguintes coordenadas geográficas: 5° 11'57" de latitude sul, 39° 17'34" de longitude oeste e uma altitude de 191,74 m acima do nível do mar.

#### 3.2 - Instalação do Experimento

Utilizaram-se 120 vasos funcionando à semelhança de lisímetros de drenagem, com capacidade de 5,95 litros (diâmetro máximo de 21 cm e altura de 23 cm); o sistema de drenagem foi composto de 0,3 litros de brita, 0,3 litros de areia e um recipiente plástico para coleta da água (Figura 1). Cada vaso recebeu aproximadamente o mesmo volume de solo devidamente destorroado e misturado com o esterco bovino curtido, conforme os tratamentos previstos de N1, N2 e N3, ficando, respectivamente, com os pesos de 6,2 kg, 5,5 kg e 4,8 kg de solo mais esterco (sem contar com o peso extra do recipiente, da areia e da brita, que somam 1,094 kg).



**Figura 1** – Vasos utilizados no experimento com recipiente coletor

### 3.3 - Solo

O material de solo aluvião procedente do Núcleo de Educação Ambiental do IBAMA, no município de Quixeramobim, CE, nas proximidades do local em que foi implantado o experimento, foi coletado na profundidade de 0-30 cm (horizonte A). O solo foi homogeneizado com as devidas proporções de esterco bovino curtido que constituíram os tratamentos: N1, N2 e N3, ficando a amostra N1 com 25% de esterco no solo, a amostra N2 com 50% de esterco no solo e a amostra N3 com 75% de esterco no solo. Analisaram-se, também, amostras constituídas de solo puro e esterco puro. As análises físico-hídricas e químicas do solo, esterco e misturas de solo mais esterco, foram realizadas no Laboratório de Solos/Água da UFC/FUNCEME, cujos resultados estão nas Tabelas 1, 2 e 3.

**Tabela 1** - Características físico-hídricas e químicas (complexo sortivo) do solo Quixeramobim, CE, 2008

Atributos físico-hídricos	Unidade	Resultado
Areia	g/kg	780
Silte	g/kg	180
Argila	g/kg	40
Classificação textural	Areia franca	
Densidade do solo (ds)	g/cm <sup>3</sup>	1,35
Grau de flocculação	g/100g	50
Umidade a 0,033 MPa	g/100g	9,79
Umidade a 1,5 MPa	g/100g	5,13
Água útil	g/100g	4,66
<b>Atributos químicos (complexos sortivos)</b>		
Cálcio (Ca <sup>++</sup> )	cmol <sub>c</sub> /kg	6,00
Magnésio (Mg <sup>++</sup> )	cmol <sub>c</sub> /kg	1,50
Sódio (Na <sup>+</sup> )	cmol <sub>c</sub> /kg	0,10
Potássio (K <sup>+</sup> )	cmol <sub>c</sub> /kg	0,79
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	cmol <sub>c</sub> /kg	2,47
Soma das bases (S)	cmol <sub>c</sub> /kg	8,4
T	cmol <sub>c</sub> /kg	10,9
Saturação de bases (V)	%	77
PST	%	1
Carbono (C)	g/kg	10,14
Nitrogênio (N)	g/kg	1,04
C/N	-	10
Matéria orgânica	g/kg	17,48
P Assimilável	Mg/kg	85
pH em água	-	7,5
CE	dS/m	0,64

Análises realizadas no Laboratório de Solos/Água da UFC/FUNCEME, do Centro de Ciências Agrárias da UFC

**Tabela 2** - Características físico-hídricas e químicas (complexo sortivo) das amostras da mistura solo mais esterco. Quixeramobim, CE, 2008

Atributos físico-hídricos	Unidade	Amostras		
		Am .N1	Am. N2	Am. N3
Areias	g/kg	760	740	790
Silte	g/kg	170	170	160
Argilas	g/kg	70	90	50
Classificação textural	-	Franco arenosa	Franco arenosa	Areia franca
Densidade do solo (ds)	g/cm <sup>3</sup>	1,27	1,21	1,02
Grau de flocculação	g/100g	40	70	70
Umidade a 0,033 MPa	g/100g	13,13	19,34	35,18
Umidade a 1,5 MPa	g/100g	9,04	16,58	31,15
Água útil	g/100g	4,09	2,76	4,03
<b>Atributos químicos (complexos sortivos)</b>				
Cálcio (Ca <sup>++</sup> )	cmol <sub>c</sub> /kg	9,40	11,60	16,00
Magnésio (Mg <sup>++</sup> )	cmol <sub>c</sub> /kg	2,60	6,00	10,80
Sódio (Na <sup>+</sup> )	cmol <sub>c</sub> /kg	1,01	2,72	5,30
Potássio (K <sup>+</sup> )	cmol <sub>c</sub> /kg	2,52	3,39	9,53
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	cmol <sub>c</sub> /kg	0,33	0,16	0,16
Soma das bases (S)	cmol <sub>c</sub> /kg	15,5	23,7	41,6
T	cmol <sub>c</sub> /kg	15,9	23,9	41,6
Saturação de bases (V)	%	98	99	100
PST	%	6	11	13
Carbono (C)	g/kg	21,00	37,20	64,08
Nitrogênio (N)	g/kg	2,16	3,83	6,60
C/N	-	10	10	10
Matéria orgânica	g/kg	36,20	64,13	110,47
P Assimilável	Mg/kg	290	607	1348
pH em água	-	7,9	7,9	7,8
CE	dS/m	2,56	6,98	10,93

Análises realizadas no Laboratório de Solos/Água da UFC/FUNCEME, do Centro de Ciências Agrárias da UFC  
Amostra N1 solo com 25% de esterco, N2 solo com 50% de esterco e N3 solo com 75% de esterco

**Tabela 3** - Características químicas do esterco. Quixeramobim, CE, 2008

Atributos químicos (complexos sortivos)	Unidade	Resultados
Cálcio (Ca <sup>++</sup> )	cmol <sub>c</sub> /kg	25,00
Magnésio (Mg <sup>++</sup> )	cmol <sub>c</sub> /kg	13,50
Potássio (K <sup>+</sup> )	cmol <sub>c</sub> /kg	17,98
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	cmol <sub>c</sub> /kg	0,16
Saturação de bases (V)	%	100
PST	%	60
Carbono (C)	g/kg	90,00
Nitrogênio (N)	g/kg	9,27
C/N	-	10
Matéria orgânica	g/kg	155,16
P Assimilável	Mg/kg	2354
pH em água	-	7,8
CE	dS/m	10,69

Análises realizadas no Laboratório de Solos/Água da UFC/FUNCEME, do Centro de Ciências Agrárias da UFC

### 3.4 - Água

A água utilizada durante o experimento proveio do abastecimento da cidade, fornecida pelo SAAE – Sistema Autônomo de Água e Esgoto de Quixeramobim-CE, tratada para consumo humano, com cloro e fluor. Amostras da água foram colhidas direto da torneira (amostra 1) e após armazenamento em tanques a céu aberto (amostra 2), tendo sido encaminhadas para análises no Laboratório de Irrigação e Salinidade da UFCG, cujos resultados são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4** - Resultado das análises da água usada no experimento. Quixeramobim, CE, 2008

Atributo	Unidade	Amostra 01	Amostra 02
pH	-	6,66	7,02
Condutividade elétrica	µS/Cm	497	492
Cálcio	meq/L	0,86	0,85
Magnésio	meq/L	1,60	1,48
Sódio	meq/L	2,28	2,10
Potássio	meq/L	0,17	0,16
Carbonato	meq/L	0,00	0,00
Bicarbonatos	meq/L	1,50	1,39
Cloretos	meq/L	2,80	2,72
Sulfatos	meq/L	Ausência	Ausência
Relação de adsorção de sódio (RAS)	-	2,05	1,94
Classe de água	-	C <sub>2</sub>	C <sub>2</sub>

Análises realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN/UFCG)

### 3.5 - Semeadura e Produção de Mudás

As sementes do cumaru (*Amburana cearensis*) utilizadas no experimento foram colhidas no município de Quixeramobim,CE, oriundas de plantas nativas cedidas por agricultores familiares ao Núcleo do IBAMA/Movimento MST para multiplicação em viveiros. A semeadura foi realizada no dia 11 de março de 2008, após seleção, eliminando-se as defeituosas e as que flutuaram após imersão em água. Um dia antes da semeadura as sementes foram pré-embebidas em água para facilitar o processo de germinação, ficando a 1 cm de profundidade em sementeira de terra vegetal, com pequena adição de esterco em camada superficial. A umidade foi mantida em capacidade de campo para facilitar a seleção de plantas mais vigorosas, por ocasião do transplântio (Figura 2).



**Figura 2** – Produção de mudas de cumaru em sementeira de terra vegetal. Quixeramobim, CE, 2008

Para comparar o processo de germinação também se plantaram sementes em bandejas de isopor com 256 células e em bandejas de plástico da marca comercial JKS, com 200 células.

### **3.6 - Adubação orgânica no plantio**

Considerando-se o fato do cumaru ser uma espécie nativa, sem tradição de cultivo, inclusive não havendo, na literatura, qualquer recomendação de adubação, optou-se por aplicar apenas o esterco previsto para cada tratamento. Os resultados das análises de solo e das misturas de solo mais esterco, realizadas no Laboratório de Solos da Universidade Federal do Ceará/FUNCEME, também não indicaram a necessidade de nenhuma correção, conforme apresentado na Tabela 1, do item 4.3.

Estabeleceram-se, por ocasião do preenchimento dos vasos (02/05/08), os tratamentos N1, N2 e N3, misturando-se o esterco curtido com o solo na proporção de 25, 50 e 75% em volume, respectivamente.

### **3.7 - Transplântio**

O solo contido em cada vaso foi mantido em capacidade de campo de modo a facilitar qualquer reação do esterco com o solo e favorecer o pegamento das mudas após o transplântio. Em cada um dos 120 vasos se transplântou uma muda previamente selecionada. O transplântio foi realizado dia 06/05/2008, quatro dias após o enchimento dos vasos, quando as mudas se encontravam com 56 dias após a sementeira (DAS), com média de 6,4 folhas por planta (Figura 3). As mudas transplântadas foram irrigadas diariamente.



**Figura 3** – Mudanças transplantadas para os vasos aos 56 DAS. Quixeramobim, CE, 2008

### 3.8 - Aplicação da Cobertura Morta

Metade dos vasos (60) recebeu o tratamento de cobertura morta, logo no dia seguinte ao transplante das mudas. A cobertura morta foi oriunda da coleta de folhas e ramos finos já em processo de decomposição sobre o solo, em uma área de caatinga com predominância de jurema preta (*Mimosa sp.*) e marmeleiro (*Croton sp.*).

Aplicou-se uma camada de aproximadamente 2 cm sobre o solo dos vasos que receberam a denominação de CC.

### 3.9 - Tratamentos e Delineamento Experimental

Testaram-se três níveis de matéria orgânica no solo: N<sub>1</sub> (com 25% de esterco no solo), N<sub>2</sub> (com 50 % de esterco) e N<sub>3</sub> (com 75% de esterco); cinco lâminas de irrigação ajustadas quinzenalmente: L<sub>1</sub>(com 25% da evapotranspiração), L<sub>2</sub> (com 50% da evapotranspiração), L<sub>3</sub> (com 75% da evapotranspiração), L<sub>4</sub> (com 100% da evapotranspiração) e L<sub>5</sub> (com 125% da evapotranspiração), presença de cobertura morta (CC) e ausência de cobertura morta (SC).

O delineamento foi em blocos casualizados, com quatro repetições, perfazendo o total de 120 vasos (3 níveis de matéria orgânica x 5 lâminas de irrigação x 2 tratamentos com relação à cobertura morta x 4 blocos) ficando as parcelas experimentais espaçadas 0,30 m x 0,30m dentro do bloco e 0,60m entre blocos (Figura 4).

### 3.10 - Irrigações

O início da aplicação dos tratamentos diferenciados com relação à quantidade de água ocorreu aos 86 DAS (30 dias após o transplante), com turno de rega de dois dias. As plantas foram irrigadas com as cinco lâminas de irrigação previstas, baseando-se no consumo da última irrigação pois, conforme o teor de esterco no solo e a cobertura morta, ocorrem diferentes consumos e, portanto, diferentes volumes de água a serem aplicados em função

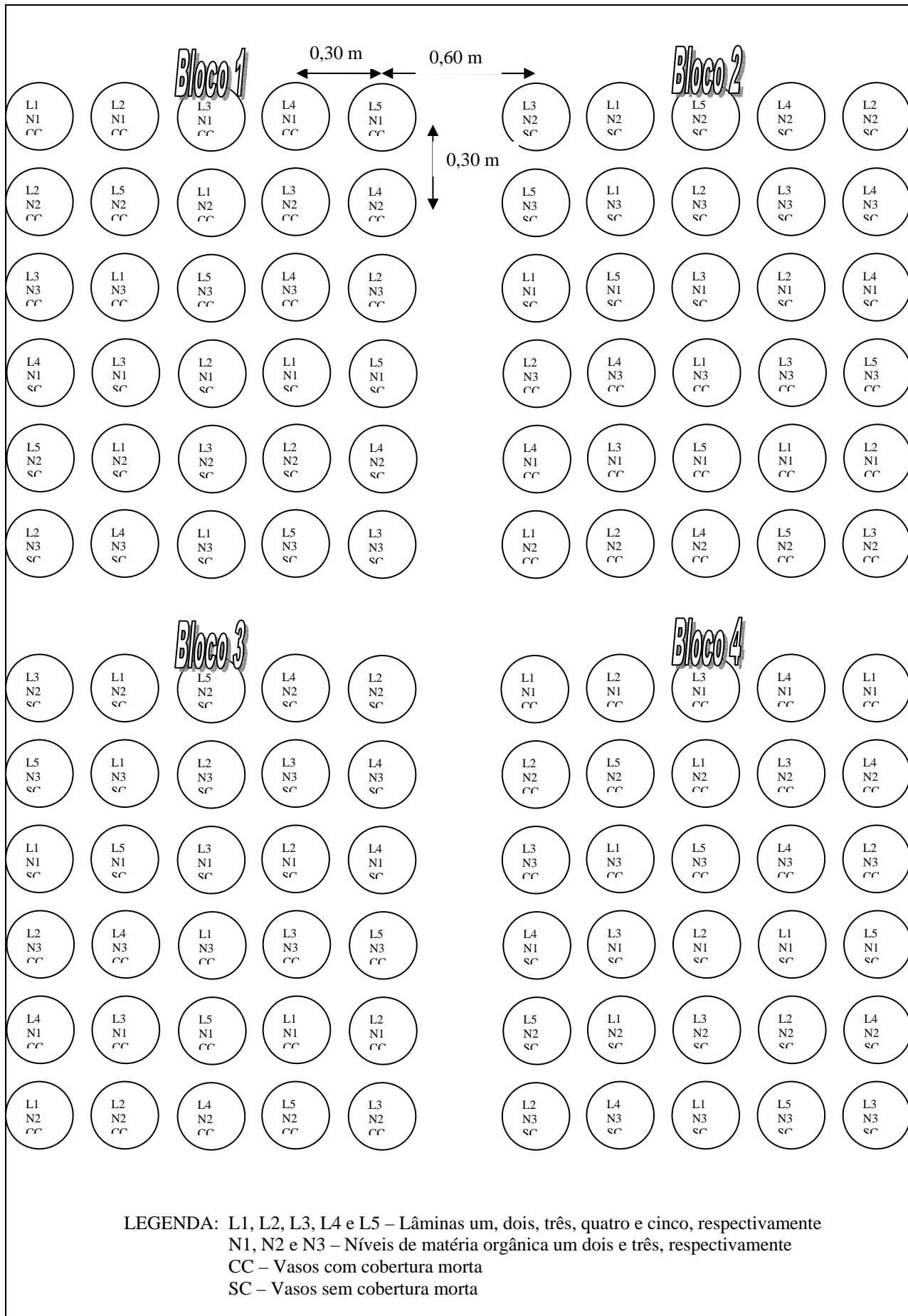
também do fator de multiplicação da evapotranspiração (0,25 ET, 0,50 ET, 0,75 ET, 1,0 ET e 1,25 ET). Um ajuste nas quantidades de água aplicada foi realizado a cada quinze dias, com base no consumo real das mudas.

As irrigações foram manejadas e controladas mediante o uso de planilha eletrônica (APÊNDICE 1). Todos os vasos vinham sendo mantidos em capacidade de campo com uma lâmina de 400 ml por parcela a cada dois dias, até a aplicação dos tratamentos das diferentes quantidades de água, quando os volumes de irrigação variaram em função do balanço hídrico para os vasos sem restrição de umidade – Tratamento L4 (APÊNDICE 2).

### **3.11 - Tratos Culturais**

Como o cumaru é uma espécie nativa, não se encontrando recomendação técnica alguma com relação aos tratos culturais procedeu-se realizando-se apenas aquelas tarefas consideradas indispensáveis no processo de produção de mudas, como a eliminação de alguma erva daninha nascida nos vasos e em volta da área.

Observou-se a ocorrência de pragas e doenças e se constatou a presença de uma minúscula lagarta atacando sementes que não germinaram nas bandejas de isopor e de plástico, bem como nas plantas após o transplântio mas sem causar danos significativos; já com relação a doenças, coletou-se uma amostra de plantas do mesmo viveiro, cultivadas em sacos plásticos, com idade próxima às do experimento, que foram enviadas para o Laboratório de Fungos da Universidade Federal do Ceará (UFC), onde ficou constatada a presença de *Cercospora sp.*, causador da mancha de cercóspera, em que as plantas do experimento foram atacadas em mais de 20 % (Figura 5).



**Figura 4** – Distribuição das unidades experimentais, Quixeramobim, CE, 2008



Seguindo-se as recomendações do Laudo do Laboratório Fitopatológico da UFC (que se encontra em Anexo) quanto a se realizar a pulverização com fungicidas cúpricos, optou-se por preparar uma calda bordaleza a 1%, que foi aplicada no dia 23 de julho de 2008.



**Figura 5** – Planta de cumaru com folhas apresentando sintomas de ataque pelo fungo *Cercospora sp.* Quixeramobim, CE, 2008

### 3.12 - Variáveis de Crescimento

#### 3.12.1 – Altura de Planta (AP), Diâmetro Caulinar (DC) e Número de Folhas (NF)

Um dia após o transplântio das mudas 57 dias após a semeadura (DAS) iniciou-se a avaliação da altura de planta, diâmetro caulinar e número de folhas; depois, essas variáveis foram avaliadas a cada 15 dias (57 – 72 – 87 – 102 – 117 – 132 – 147 DAS).

A altura da planta (AP) foi medida em centímetros, entre o nível do solo sem a cobertura e a extremidade mais alta da planta, medida esta considerada muito importante para se ter uma visão mais precisa do crescimento de uma cobertura vegetal, embora seja afetada por ventos na ocasião da medição ou por déficits hídricos, conforme Benincasa (2003).

O diâmetro foi avaliado com paquímetro digital, cujas leituras em milímetros foram realizadas no colo da planta, abaixo da cobertura morta, quando existente.

Na determinação do número de folhas por planta consideraram-se apenas folhas completamente abertas, com pelo menos 3 cm de comprimento (nervura principal).

#### 3.12.2 – Taxas de Crescimento Absoluto e Relativo (TCA, TCR)

Computaram-se as taxas de crescimento a partir dos dados de altura de planta (AP) e diâmetro caulinar (DC), obtendo-se as taxas de crescimento absoluto e relativo em altura ( $TCA_{AP}$ ,  $TCR_{AP}$ ), e em diâmetro ( $TCA_{DC}$ ,  $TCR_{DC}$ ), no período de 87-147 DAS, conforme equações abaixo descritas (BENINCASA, 2003):

$$TCA_{AP} = \frac{AP_2 - AP_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{Eq. 1})$$

$$TCR_{AP} = \frac{\ln AP_2 - \ln AP_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{Eq. 2})$$

em que:

$TCA_{AP}$  = Taxa de crescimento absoluto caulinar em altura (cm.dia<sup>-1</sup>)

$TCR_{AP}$  = Taxa de crescimento relativo caulinar em altura (cm.cm.dia<sup>-1</sup>)

$AP_1$  = Altura da planta no tempo  $t_1$  (cm)

$AP_2$  = Altura da planta no tempo  $t_2$  (cm)

$$TCA_{DC} = \frac{DC_2 - DC_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{Eq. 3})$$

$$TCR_{DC} = \frac{\ln DC_2 - \ln DC_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{Eq. 4})$$

donde:

$TCA_{DC}$  = Taxa de crescimento absoluto caulinar, em diâmetro (mm.dia<sup>-1</sup>)

$TCR_{DC}$  = Taxa de crescimento relativo caulinar, em diâmetro (mm.mm.dia<sup>-1</sup>)

$DC_1$  = Diâmetro do caule no tempo  $t_1$  (mm)

$DC_2$  = Diâmetro do caule no tempo  $t_2$  (mm)

### 3.13 - Variáveis do Balanço Hídrico

#### 3.13.1 - Consumo de Água e Evapotranspiração da Cultura

A cada quinzena e junto com as avaliações não destrutivas, calculou-se o consumo de água por diferença entre o volume de água aplicado e o drenado em cada vaso.

Obteve-se a evapotranspiração da cultura por diferença de peso entre o vaso irrigado (peso total incluindo a água aplicada) no dia da aplicação da água e o peso após a drenagem, no momento anterior à aplicação da nova irrigação. Esta evapotranspiração, dada em litros

de água, foi convertida em milímetros dividindo-se pela área (m<sup>2</sup>) de exposição do vaso, empregando-se a Equação 5:

$$ET_c = \frac{PA - PPD}{S} * \frac{1}{TR} \quad (\text{Eq. 5})$$

donde:

ET<sub>c</sub> = Evapotranspiração da cultura (mm dia<sup>-1</sup>)

PA = Peso do vaso incluindo a água de irrigação (kg)

PPD = Peso do vaso após a drenagem (kg)

S = Área de exposição do vaso, diâmetro de 0,21m (0,035 m<sup>2</sup>)

TR = Turno de rega (2 dias)

### 3.13.2 – Estimativa do Coeficiente de Cultivo (kc)

Calculou-se o coeficiente de cultura (kc) do cumaru em estágio de muda, através da razão entre a evapotranspiração real (ET<sub>r</sub>) determinada pelo balanço hídrico e a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) calculada pelo Método de Penman-Monteith, conforme a Equação 6:

$$K_c = \frac{ET_r}{ET_o} \quad (\text{Eq. 6})$$

Em Cabral (2000 apud Gondim, Freitas e Miranda, 2003) se encontram os dados de evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith-FAO, para o município de Quixeramobim, CE, apresentados em mm/dia para cada mês do ano, sendo janeiro: 6,66, fevereiro: 5,68, março: 4,81, abril: 4,16, maio: 3,89, junho: 4,16, julho: 4,99, agosto: 6,69, setembro: 7,85, outubro: 7,93, novembro: 8,27 e dezembro: 7,69.

### 3.14 - Análises Estatísticas

Os dados foram tabulados em planilhas eletrônicas e submetidos às análises de variância e de regressão polinomial, em experimento fatorial com interações, utilizando-se o software estatístico ASSISTAT- versão 7.5 beta (2008), em conformidade com Silva e Azevedo (2006). Os graus de liberdade dos tratamentos 'Li' (lâminas de irrigação) foram decompostos em componentes de regressão polinomial, por se tratar de fator quantitativo (FERREIRA, 2000).

## 4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 – Variáveis de Crescimento

#### 4.1.1 – Altura de Plantas (AP)

A Tabela 5 mostra os resultados das análises de variância e as médias para a altura de plantas, com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco(N) e cobertura morta no solo (CC) e as interações do cumaru, aos 147 dias após a semeadura – DAS.

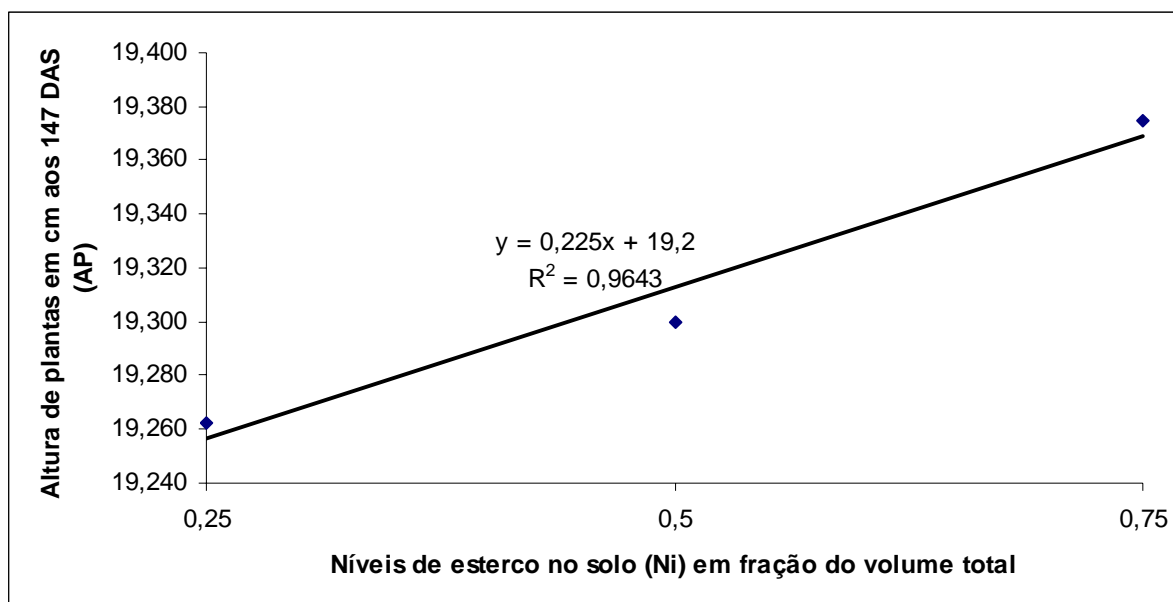
**Tabela 5** – Resultado das análises de variância e médias para a altura de plantas (AP), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco (N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações, aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008

F.V.	G.L.	Quadrados Médios
Água (L)	4	4,6146 ns
Esterco ( N)	2	0,1313 *
Cobertura morta (C)	1	111,1688 **
Água X Esterco (L X N)	8	2,043 *
Água X Cob. Morta (L X C)	4	7,9396 ns
Esterco X Cob. Morta (N X C)	2	7,5063 ns
Água X Esterco X Cob. Morta (L X N X C)	8	5,4177 ns
Blocos	3	23,3243 ns
Resíduo	87	9,3128
CV(%)		15,8016
<b>Lâminas de irrigação (L)</b>		<b>Médias (cm)</b>
	L1 (0,25ET)	19,67
	L2(0,50ET)	19,67
	L3(0,75ET)	19,54
	L4(1,00ET)	18,73
	L5(1,25ET)	18,96
<b>Níveis de esterco (N)</b>		
	N1 (0,25)	19,26
	N2 (0,50)	19,30
	N3 (0,75)	19,38
<b>Cobertura morta (C)</b>		
	CC (com cobertura)	20,28 a
	SC (sem cobertura)	18,35 b
	Média (cm)	19,31

(\*\*) significativo a nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ) ; (\*) significativo a nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); (ns) não significativo ( $p \geq .05$ ) pelo teste de F. As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade

Não se nota efeito significativo das diferentes lâminas de irrigação sobre a altura de plantas. Apesar de não existir, na literatura, referências com relação a lâminas de irrigação em mudas de cumaru, há um indicativo da confirmação desses dados na medida em que Ramos et al. (2004) estudando mudas de cumaru, dos quatro aos 19 meses de idade, observaram um ritmo de queda de folhas associado à estacionalidade climática, com diferenças muito grandes entre a estação chuvosa e a estação seca, mesmo sob irrigação. Portanto e apesar da irrigação em viveiro, as plantas mantiveram o padrão de queda de folhas, podendo estar aí a explicação para a não influência das diferentes quantidades de água também na altura de plantas, já que esta foi medida da superfície do solo à última extremidade da planta (BENINCASA,2003), normalmente uma folha, conforme descrito no item 3.12.1. A Tabela 5 mostra, também, que houve diferenças significativas, a nível de 1% de probabilidade entre os tratamentos com cobertura morta e os sem cobertura, aos 147 DAS, mostrando ainda o quadro das médias de altura de plantas para os dois tratamentos.

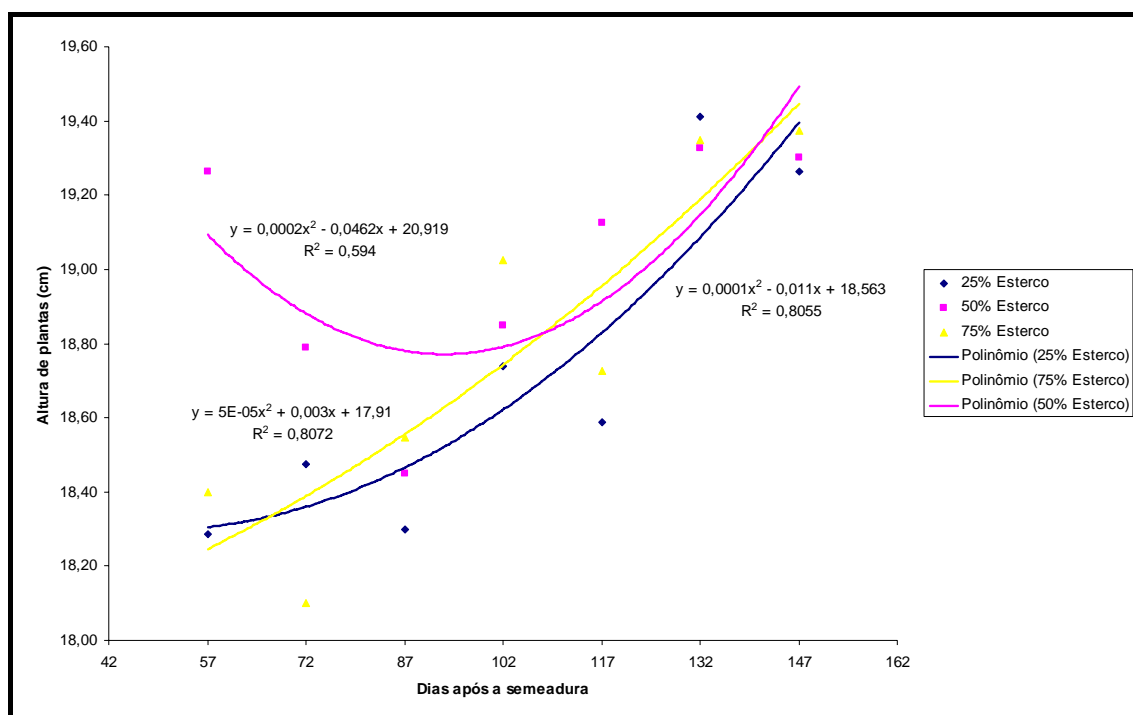
A Figura 6 apresenta a altura de plantas de cumaru aos 147 dias após a semeadura – DAS, em função das quantidades de esterco aplicadas no solo (N).



**Figura 6** – Altura de plantas de cumaru aos 147 dias após a semeadura – DAS, em função das quantidades de esterco aplicadas no solo (N). Quixeramobim, CE, 2008

Fica evidente a influência direta das diferentes quantidades de esterco no solo sobre a altura das mudas, pelo menos aos 147 dias após a semeadura (DAS), tornando-se mais altas as mudas que receberam mais esterco no início do experimento, por ocasião do enchimento

dos vasos; entretanto, este não foi o comportamento observado no decorrer dos demais períodos anteriores pois, conforme a Figura 7, a altura de plantas variou muito em relação às quantidades de esterco aplicadas no solo, havendo confirmação da resposta positiva somente no final do experimento. Conforme Malavolta (1981) o fornecimento de elementos nutritivos pelo esterco é, assim, gradual, o que lhe permite exibir um efeito acentuado na produção, mesmo depois que as aplicações cessaram, afirmando ainda que, em ensaio de longa duração, quase 40 anos após a aplicação, o esterco ainda mostrou efeito considerável na produção de cevada.



**Figura 7** – Evolução da altura de plantas do cumaru ao longo do experimento, em função das quantidades de esterco no solo (Ni). Quixeramobim, CE, 2008

Na região do Vale do São Francisco, Angelim, et al. (2007), avaliaram a altura de plântulas de *A. cearensis* a partir dos 23 dias de idade (transplantadas para vasos plásticos com capacidade de 12 litros) durante 150 dias em cinco medições mensais. Os tratamentos utilizados foram: (T1) 100% solo; (T2) 75% solo, 25% esterco unificado; (T3) 50% solo, 50% esterco unificado; (T4) 25% solo e 75% esterco unificado. A altura de plantas até os 90 dias foi uniforme para todos os tratamentos mas se verificou aos 120 dias, que, em geral, o substrato de crescimento das plantas que apresentou melhor resultado foi aquele no qual não se aplicou adubo orgânico. Ressalta-se que no trabalho supracitado a idade das mudas era diferente deste experimento e os dados aqui apresentados são de um período mais curto pois,

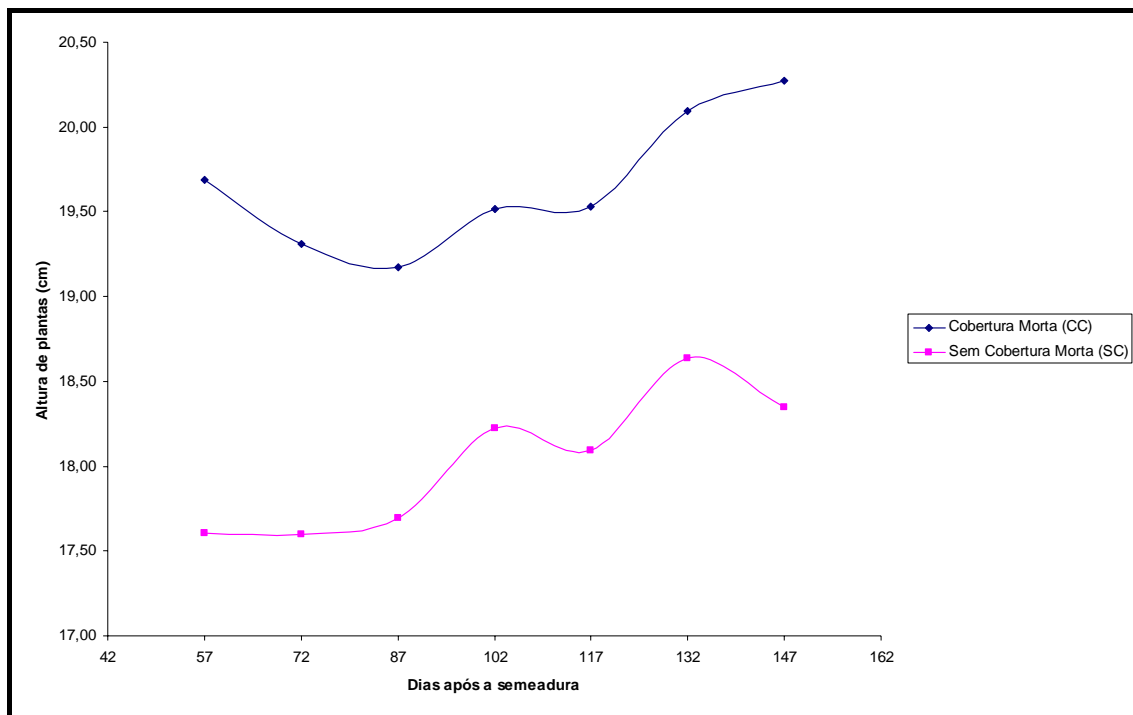
após o transplântio, foram avaliados apenas 90 dias; outro fator que diferencia e não foi informado pelo trabalho citado, é a quantidade de água que as plantas receberam pois, dependendo da interação com a água, a resposta da planta ao esterco poderá ser diferente.

No quadro de interações entre a quantidade de água aplicada e o esterco presente no solo, apresentado na Tabela 6 observa-se, para as menores lâminas que as mudas não responderam ao esterco apresentando as menores alturas de planta nos maiores teores de esterco no solo, havendo apenas resposta diretamente proporcional na maior lâmina (L5), de 125 % da evapotranspiração.

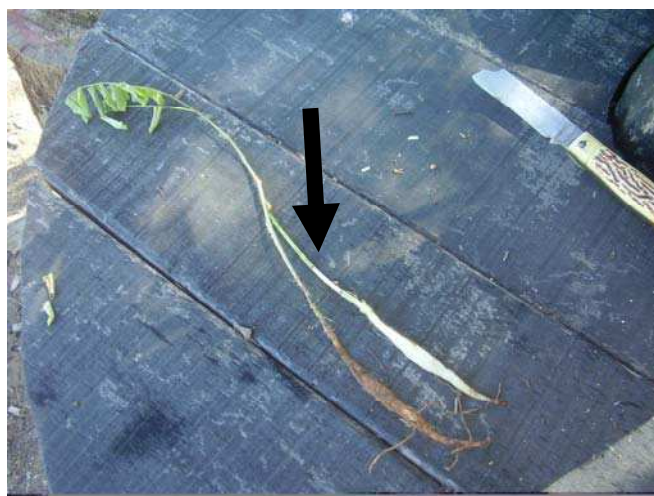
**Tabela 6** – Médias de altura de plantas (AP) resultantes das interações entre os tratamentos: quantidade de água aplicada (tratamentos L) e esterco(N) no solo, do cumaru, aos 147 dias após a sementeira – DAS. Quixeramobim, CE, 2008

<b>Médias das alturas de plantas (AP) em cm</b>				
L/N	N1	N2	N3	Médias
L1	19,81	19,75	19,44	19,67
L2	19,81	19,44	19,75	19,67
L3	20,06	18,88	19,69	19,54
L4	17,94	19,38	18,88	18,73
L5	18,69	19,06	19,13	18,96
Médias	19,26	19,30	19,38	19,31

Na Figura 8, se tem que a influência da cobertura morta na altura das mudas é bastante acentuada, mesmo se levando em conta que as plantas que receberam cobertura já apresentavam maiores alturas; considerando-se, ainda, que na fase inicial, logo após o transplântio, essas mudas sofreram mais pelos sintomas de queimadura ou ressecamento pelo contato da cobertura morta aplicada com o caule, conforme se observa na Figura 9; mesmo assim, elas se recuperaram e cresceram com maior intensidade, nos períodos seguintes. Observa-se, ainda, tendência das plantas com cobertura morta crescerem mais em relação às que não a receberam, no período final (147 DAS). Este maior desempenho das plantas com cobertura em relação às sem cobertura, está relacionado à maior eficiência no consumo de água e menor evapotranspiração da cultura, conforme resultados relatados nos itens 4.2.1 e 4.2.2.



**Figura 8** – Evolução da altura de plantas do cumaru ao longo do experimento, em função da presença ou ausência de cobertura morta no solo (CC). Quixeramobim, CE, 2008



**Figura 9** – Corte longitudinal do caule e raiz de uma muda de cumaru, cuja seta mostra a região do caule afetada pelo contato com a cobertura morta no solo. Quixeramobim, CE, 2008

Nota-se que o cumaru, por ser uma planta nativa e apresentar o fenômeno da deciduidade, perdendo as folhas, independentemente da irrigação, apresenta um padrão de crescimento de parte aérea totalmente diferente das culturas tradicionais, com sucessivas fases de declínio e crescimento com relação à altura de plantas. Observa-se claramente, nas Figuras 7 e 8, duas fases, em que as mudas diminuíram de tamanho ao invés de crescerem,



em razão, provavelmente, de estresses; pelo menos é o que se pode concluir com relação ao primeiro declínio que está relacionado com o transplântio das mudas, fase em que houve acentuação na queda das folhas; já a segunda fase de declínio pode estar relacionada a outro estresse haja vista que coincide com o surgimento dos sintomas do fungo *Cercospora sp.* nas folhas das mudas, o que provoca ressecamento e conseqüente queda.

Na literatura inexistem trabalhos estudando o comportamento da altura de mudas de cumaru com relação às lâminas de irrigação e ao uso da cobertura morta.

#### **4.1.2 – Diâmetro Caulinar (DC)**

Observando-se a Tabela 7, que mostra a resposta do diâmetro caulinar do cumaru ao fim do experimento em função das diferentes quantidades de água aplicadas, esterco e cobertura morta no solo, fica claro não haver influência das lâminas de irrigação, do esterco aplicado ou da cobertura morta, de forma isolada, sobre o diâmetro caulinar das mudas de cumaru mas na interação água e esterco há diferenças a nível de 5% de probabilidade.

Verifica-se através da Tabela 8, certa tendência na interação entre água e esterco, embora não generalizada, de se encontrar maiores diâmetros caulinares nas plantas que receberam menores lâminas (L1 e L2) associadas aos maiores níveis de esterco no solo (N3) e, portanto, uma relação inversa entre diâmetro caulinar e altura de plantas visto que, nesta combinação de menores lâminas com maiores quantidades de esterco no solo, se encontrou menor altura de plantas (Tabela 4) havendo, para a menor lâmina (L1) menor resposta em altura de plantas com relação às quantidades de esterco presentes no solo e uma resposta maior em diâmetros caulinares, para os mesmos tratamentos; isto pode ser explicado pela relação fonte e dreno (TAIZ e ZEIGER, 2004) de fotoassimilados, pois é provável que as mudas de cumaru estejam acumulando reservas no caule (com aumento em espessura) em detrimento do crescimento da planta em altura, sobretudo pela perda de folhas, que antes de cair funcionam como fonte.

**Tabela 7** – Resultado das análises de variância e médias para o diâmetro caulinar (DC), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco(N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações, do cumaru aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>Quadrados Médios</b>
Água (L)	4	0,4382 ns
Esterco ( N)	2	0,7738 ns
Cobertura morta (C)	1	0,3297 ns
Água X Esterco (L X N)	8	0,1657 *
Água X Cob. Morta (L X C)	4	0,1010 ns
Esterco X Cob. Morta (N X C)	2	0,0972 ns
Água X Esterco X Cob. Morta (L X N X C)	8	0,2727 ns
Blocos	3	2,7217 **
Resíduo	87	0,6357
CV(%)		19,8851
<b>Lâminas de irrigação (L)</b>		<b>Médias (mm)</b>
	L1 (0,25ET)	3,99
	L2(0,50ET)	4,24
	L3(0,75ET)	4,01
	L4(1,00ET)	3,90
	L5(1,25ET)	3,91
<b>Níveis de esterco (N)</b>		
	N1 (0,25)	3,94
	N2 (0,50)	3,92
	N3 (0,75)	4,17
<b>Cobertura morta (C)</b>		
	CC (com cobertura)	4,06 a
	SC (sem cobertura)	3,96 a
	Média (mm)	4,01

(\*\*) Significativo a nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); (\*) significativo a nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); (ns) não significativo ( $p \geq .05$ ) pelo teste de F. As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade

**Tabela 8** – Médias de diâmetro caulinar (DC) resultantes das interações entre os tratamentos: quantidade de água aplicada (tratamentos L) e esterco (N) no solo do cumaru, aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008

<b>Médias dos diâmetros caulinares (DC) em mm</b>				
L/N	N1	N2	N3	Médias
L1	3,75	3,92	4,30	3,99
L2	4,13	4,05	4,53	4,24
L3	4,11	3,87	4,05	4,01
L4	3,82	3,83	4,06	3,90
L5	3,90	3,92	3,91	3,91
Médias	3,94	3,92	4,17	4,01

A interação água esterco, já conhecida e de tal magnitude, que Malavolta (1981) indica sua constatação em solos da Califórnia; depois de 30 anos de ensaio com adubo mineral junto ou não com a matéria orgânica – na forma de esterco de curral, as laranjeiras que haviam recebido apenas os primeiros adubos, começaram a morrer por falta d'água; o solo ficou tão compacto, o teor em matéria orgânica se reduziu tanto que a água aplicada superficialmente não podia mais chegar à zona das raízes.

Angelim et al. (2007) observaram o comportamento do diâmetro do caule do cumaru em relação à aplicação de diferentes quantidades de esterco (conforme os tratamentos já descritos no item 4.1.1 para altura de plantas) e até os 90 dias após o transplântio (período estudado por este experimento) mas não constataram diferenças significativas entre os tratamentos apesar de, aos 150 dias após o transplântio, haver melhor resposta nas plantas sem esterco.

Não há estudos, na literatura, acerca da resposta do diâmetro do caule do cumaru para irrigação ou aplicação de cobertura morta.

#### **4.1.3 – Número de Folhas (NF)**

Na Tabela 9 fica bem nítido que, no período analisado (147 dias após a semeadura – DAS), o número de folhas por plantas não foi influenciado pela irrigação, pelas quantidades de esterco adicionadas no transplântio nem pela presença da cobertura morta no solo, o que é explicado pelo comportamento caducifólio da espécie, independente da disponibilidade de água (RAMOS et al., 2004) ou de nutrientes para a planta.

**Tabela 9** – Resultado das análises de variância e médias para o número de folhas (NF), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco (N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações do cumaru aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008

F.V.	G.L.	Quadrados Médios
Água (L)	4	0,00569 ns
Esterco (N)	2	0,00613 ns
Cobertura morta (C)	1	0,00173 ns
Água X Esterco (L X N)	8	0,00564 ns
Água X Cob. Morta (L X C)	4	0,01213 ns
Esterco X Cob. Morta (N X C)	2	0,00984 ns
Água X Esterco X Cob. Morta (L X N X C)	8	0,00467 ns
Blocos	3	0,02699 **
Resíduo	87	0,00591
CV(%)		0,5378
<b>Lâminas de irrigação (L)</b>		<b>Médias sem transformação (folhas)</b>
L1 (0,25ET)		3,67
L2(0,50ET)		4,04
L3(0,75ET)		4,38
L4(1,00ET)		4,71
L5(1,25ET)		4,67
<b>Níveis de esterco (N)</b>		
N1 (0,25)		4,70
N2 (0,50)		4,10
N3 (0,75)		4,08
<b>Cobertura morta (C)</b>		
CC (com cobertura)		4,40 a
SC (sem cobertura)		4,18 a
Média (folhas)		4,29

(\*\*) Significativo a nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); (\*) significativo a nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); (ns) não significativo ( $p \geq .05$ ) pelo teste de F. Dados transformados por  $x = \sqrt{x + 200}$ . As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade

Angelim et al. (2007), verificaram que os tratamentos com diferentes quantidades de esterco começaram a se diferenciar quanto à formação das folhas a partir dos 90 dias após o transplântio. Os melhores resultados foram alcançados nas plantas que não receberam esterco apesar da resposta ser melhor com 50 % que com 25% de esterco. Como neste experimento somente se avaliaram até 90 dias após o transplântio, há concordância, pelo menos parcial, dos dados.

Na literatura não há dados referentes a estudos da influência da irrigação ou cobertura morta sobre o número de folhas de cumaru porém se ressalta que Ramos et al. (2004)

constatarem, em Brasília, a ocorrência de um ritmo de queda de folhas associado à estacionalidade climática, com médias de até cinco folhas e mais de 30 folíolos na estação chuvosa (janeiro), decrescendo até uma folha e dois folíolos na seca (setembro), apesar de serem plantas irrigadas em viveiro.

#### **4.1.4 – Taxa de Crescimento Absoluto da Altura de Plantas (TCA AP)**

Encontram-se, na Tabela 10, os resultados do comportamento da TCA AP com relação à influência das lâminas de irrigação; esterco aplicado no transplântio, por ocasião do enchimento dos vasos e presença de cobertura morta no solo, a partir dos 87 dias após a semeadura (DAS), quando começou a variação das quantidades de água aplicada em cada tratamento até os 147 DAS, perfazendo o total de sessenta dias. Observa-se que não houve aumento nas taxas de crescimento absoluto da altura de plantas (TCA AP) com o aumento das lâminas de irrigação nem com o aumento do esterco ou, ainda, com a presença de cobertura morta no solo porém houve significância na interação entre os fatores água esterco e cobertura morta.

Na Tabela 11, nota-se que, com a interação dos três fatores, há tendência, embora não generalizada, de se encontrar as menores TCA AP em plantas que receberam as lâminas L5 e L2 e níveis intermediários de esterco no solo (N2), para as que não receberam cobertura morta; já para as que receberam cobertura morta no solo as menores TCA AP são, em geral, encontradas nas lâminas maiores (L5), associadas às maiores quantidades de esterco no solo (N3).

As mudas que apresentaram menores taxas de crescimento absoluto da altura de plantas (TCA AP) podem estar translocando nutrientes para as partes subterrâneas, à semelhança do que foi observado por Ramos et al. (2003), com mudas de cumaru em pleno sol, apresentando cerca de 80% da biomassa total no sistema radicular.

Existem trabalhos, como o de Silva, Beltrão e Amorim Neto (2000) defendendo a utilização das taxas de crescimento absoluto da altura de plantas e alguns autores se têm preocupado em estudá-las, como Nery (2008) para o pinhão-manso e Lacerda et al. (2008) para mamoneira; para o cumaru, no entanto, não existem trabalhos avaliando tal variável.

**Tabela 10** – Resultado das análises de variância e médias para a taxa de crescimento absoluto de altura de planta (TCA AP), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco (N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações, do cumaru dos 87 aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>Quadrados Médios</b>
Água (L)	4	0,00027 ns
Esterco (N)	2	0,00006 ns
Cobertura morta (C)	1	0,00164 ns
Água X Esterco (L X N)	8	0,00125 ns
Água X Cob. Morta (L X C)	4	0,00063 ns
Esterco X Cob. Morta (N X C)	2	0,00021 ns
Água X Esterco X Cob. Morta (L X N X C)	8	0,00026 *
Blocos	3	0,00259 ns
Resíduo	87	0,00111
CV(%)		3,2851
<b>Lâminas de irrigação (L)</b>		<b>Médias transformadas (cm/dia)</b>
	L1 (0,25ET)	1,01146
	L2(0,50ET)	1,01215
	L3(0,75ET)	1,01319
	L4(1,00ET)	1,01847
	L5(1,25ET)	1,01806
<b>Níveis de esterco (N)</b>		
	N1 (0,25)	1,01604
	N2 (0,50)	1,01417
	N3 (0,75)	1,01379
<b>Cobertura morta (C)</b>		
	CC (com cobertura)	1,0184 a
	SC (sem cobertura)	1,0110 a
	<b>Média transformada (cm/dia)</b>	<b>1,0147</b>

(\*\*) Significativo a nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); (\*) significativo a nível de 5% de probabilidade ( $.01 = p < .05$ ); (ns) não significativo ( $p \geq .05$ ) pelo teste de F. Os dados foram transformados por  $X = X + 1$ . As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade

**Tabela 11** – Médias das taxas de crescimento absoluto de altura de planta (TCA AP) resultantes das interações entre os tratamentos: quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco (N) e cobertura morta (C) no solo, do cumaru, aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008

Médias das TCA AP em cm/dia							
L/N C	N1 CC	N1 SC	N2CC	N2 SC	N3CC	N3 SC	Médias
L1	0,00833	-0,00417	0,03542	0,01042	0,01458	0,00417	0,01146
L2	0,00833	0,00208	0,00833	-0,00833	0,04167	0,02083	0,01215
L3	0,01667	0,03333	0,00417	0,01042	0,00417	0,01042	0,01320
L4	0,03125	0,02083	0,01458	0,01667	0,02125	0,00625	0,01847
L5	0,02500	0,01875	0,03958	0,01042	0,00208	0,01250	0,01806
Médias	0,01792	0,01416	0,02042	0,00792	0,01675	0,01083	0,01467

#### 4.1.5 – Taxa de Crescimento Relativo da Altura de Plantas (TCR AP)

Conforme Benincasa (2003) o crescimento relativo está relacionado com a eficiência da planta em formar tecidos novos a partir dos pre-existentes, sendo um indicativo de grande importância na avaliação de materiais genéticos sob diferentes condições de estresse o que, para Magalhães (1979), é a medida mais apropriada para a avaliação do crescimento vegetal.

Na Tabela 12 se observa, que no período de 87 aos 147 DAS a TCR AP não sofreu influências significativas das diferentes quantidades de água aplicadas nem dos diferentes níveis de esterco presentes no solo ou da aplicação de cobertura morta. Este resultado concorda com os obtidos por Angelim et al. (2007) que, apesar de não terem estudado a TCR AP, observaram que a altura de planta não variou com os diferentes tratamentos de esterco no solo, até os 90 dias após o transplântio.

São inexistentes, na literatura, estudos sobre a TCR AP em relação à irrigação, adubação orgânica ou cobertura morta, para o cumaru (*Amburana cearensis*).

**Tabela 12** – Resultado das análises de variância e médias para a taxa de crescimento relativo de altura de planta (TCR AP), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco (N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações, do cumaru dos 87 aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008

F.V.	G.L.	Quadrados Médios
Água (L)	4	0,00000 ns
Esterco (N)	2	0,00000 ns
Cobertura morta (C)	1	0,00000 ns
Água X Esterco (L X N)	8	0,00000 ns
Água X Cob. Morta (L X C)	4	0,00000 ns
Esterco X Cob. Morta (N X C)	2	0,00000 ns
Água X Esterco X Cob. Morta (L X N X C)	8	0,00000 ns
Blocos	3	0,00001 *
Resíduo	87	0,00000
CV(%)		0,1711
<b>Lâminas de irrigação (L)</b>		<b>Médias transformadas (cm/cm.dia)</b>
	L1 (0,25ET)	1,00063
	L2(0,50ET)	1,00065
	L3(0,75ET)	1,00068
	L4(1,00ET)	1,00105
	L5(1,25ET)	1,00103
<b>Níveis de esterco (N)</b>		
	N1 (0,25)	1,00088
	N2 (0,50)	1,00083
	N3 (0,75)	1,00072
<b>Cobertura morta (C)</b>		
	CC (com cobertura)	1,00099 a
	SC (sem cobertura)	1,00063 a
	Média transformada (cm/cm.dia)	1,00081

(\*\*) Significativo a nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); (\*) significativo a nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); (ns) não significativo ( $p \geq .05$ ) pelo teste de F. Os dados foram transformados por  $X = X + 1$ . As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade

#### 4.1.6 – Taxa de Crescimento Absoluto do Diâmetro Caulinar (TCA DC)

A resposta para a influência das diferentes quantidades de água, esterco aplicadas no solo, por ocasião do enchimento dos vasos e cobertura morta no solo, se encontra na Tabela 13, na qual se observa não haver resposta de nenhum tratamento sobre a taxa de crescimento absoluto do diâmetro caulinar.



As taxas de crescimento diárias são tão pequenas e às vezes negativas, que não há como ter influências dos tratamentos. O fato de haver diminuição no diâmetro dos caules das mudas de cumaru surge como algo atípico no crescimento de plantas, podendo estar relacionado com os mecanismos de adaptação das espécies nativas ao ambiente da caatinga, como os tradicionais citados por Trovão et al. (2007), e merece ser melhor estudado. Tem-se a hipótese da planta estar translocando reservas da parte aérea para as raízes, conforme já citado em itens anteriores, seguindo o padrão de fonte e dreno tradicionalmente explicado por Taiz e Zeiger (2004), ao citarem o exemplo da raiz da beterraba perene bianual (*Beta maritima*) que é um dreno durante a estação de crescimento do primeiro ano, quando acumula açúcar proveniente das folhas-fonte. Durante a segunda estação de crescimento a mesma raiz se torne uma fonte; os açúcares são remobilizados e utilizados para produzir uma nova parte aérea que, por fim, se torna reprodutiva e, desta forma, o cumaru provavelmente armazena reservas nas suas raízes antes da queda das folhas para serem utilizadas em futuras brotações ou manter a planta viva durante os longos períodos de escassez hídrica, comuns no semiárido.

Na literatura não existem estudos da TCA DC para o cumaru (*Amburana cearensis*), em relação à irrigação, adubação orgânica ou cobertura morta.

**Tabela 13** – Resultado das análises de variância e médias para a taxa de crescimento absoluto de diâmetro caulinar (TCA DC), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco (N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações, do cumaru dos 87 aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>Quadrados Médios</b>
Água (L)	4	0,00009 ns
Esterco (N)	2	0,00020 ns
Cobertura morta (C)	1	0,00023 ns
Água X Esterco (L X N)	8	0,00005 ns
Água X Cob. Morta (L X C)	4	0,00004 ns
Esterco X Cob. Morta (N X C)	2	0,00005 ns
Água X Esterco X Cob. Morta (L X N X C)	8	0,00008 ns
Blocos	3	0,00023 ns
Resíduo	87	0,00010
CV(%)		1,0091
<b>Lâminas de irrigação (L)</b>		<b>Médias transformadas (mm/dia)</b>
	L1 (0,25ET)	0,99915
	L2(0,50ET)	1,00419
	L3(0,75ET)	1,00085
	L4(1,00ET)	0,99995
	L5(1,25ET)	1,00053
<b>Níveis de esterco (N)</b>		
	N1 (0,25)	0,99936
	N2 (0,50)	0,99996
	N3 (0,75)	1,00348
<b>Cobertura morta (C)</b>		
	CC (com cobertura)	0,99954 a
	SC (sem cobertura)	1,00233 a
	Média transformada (mm/dia)	1,00093

(\*\*) Significativo a nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); (\*) significativo a nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); (ns) não significativo ( $p \geq .05$ ) pelo teste de F. Os dados foram transformados por  $X = X + 1$ . As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade

#### 4.1.7 – Taxa de Crescimento Relativo do Diâmetro Caulinar (TCR DC)

Nota-se, através da Tabela 14, que no período de 87 a 147 DAS não houve influência das diferentes quantidades de água aplicadas, diferentes quantidades de esterco adicionadas aos vasos e presença da cobertura morta no solo na taxa de crescimento relativo do diâmetro caulinar (TCR DC). As razões para que não haja resposta das mudas com relação a essas

taxas, são as mesmas já explicadas para as taxas de crescimento absoluto do diâmetro caulinar.

Para o cumaru (*Amburana cearensis*) não há, na literatura, estudos sobre o comportamento da TCR DC em relação à irrigação, adubação orgânica ou ao uso de cobertura morta no solo.

**Tabela 14** – Resultado das análises de variância e médias para a taxa de crescimento relativo de diâmetro caulinar (TCR DC), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco (N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações, do cumaru dos 87 aos 147 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008

F.V.	G.L.	Quadrados Médios
Água (L)	4	0,00001 ns
Esterco ( N)	2	0,00001 ns
Cobertura morta (C)	1	0,00002 ns
Água X Esterco (L X N)	8	0,00000 ns
Água X Cob. Morta (L X C)	4	0,00000 ns
Esterco X Cob. Morta (N X C)	2	0,00000 ns
Água X Esterco X Cob. Morta (L X N X C)	8	0,00000 ns
Blocos	3	0,00001 ns
Resíduo	87	0,00001
CV(%)		0,2449
<b>Lâminas de irrigação (L)</b>		<b>Médias transformadas (mm/mm.dia)</b>
	L1 (0,25ET)	0,99969
	L2(0,50ET)	1,00090
	L3(0,75ET)	1,00017
	L4(1,00ET)	0,99986
	L5(1,25ET)	1,00020
<b>Níveis de esterco (N)</b>		
	N1 (0,25)	0,99987
	N2 (0,50)	0,99992
	N3 (0,75)	1,00070
<b>Cobertura morta (C)</b>		
	CC (com cobertura)	0,99981 a
	SC (sem cobertura)	1,00052 a
<b>Média transformada (mm/mm.dia)</b>		<b>1,00016</b>

(\*\*) Significativo a nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); (\*) significativo a nível de 5% de probabilidade ( $.01 = p < .05$ ); (ns) não significativo ( $p \geq .05$ ) pelo teste de F. Os dados foram transformados por  $X = X + 1$ . As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade

## 4.2 – Variáveis de Balanço Hídrico

### 4.2.1 – Consumo de Água (C.A.)

Na Tabela 15 fica bem claro que o consumo de água foi afetado significativamente pelos tratamentos: água, esterco, cobertura morta e interações entre água e cobertura morta e esterco e cobertura morta mas não foi afetado pelas interações entre água e esterco nem entre água, esterco e cobertura morta.

Como previsto, as médias de consumo total de água, expressas em litros na Tabela 15, aumentam com o aumento das lâminas de irrigação, de forma proporcional, pois o consumo é função direta das quantidades de água aplicadas no solo, conforme a Figura 10, que apresenta a curva, a equação e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

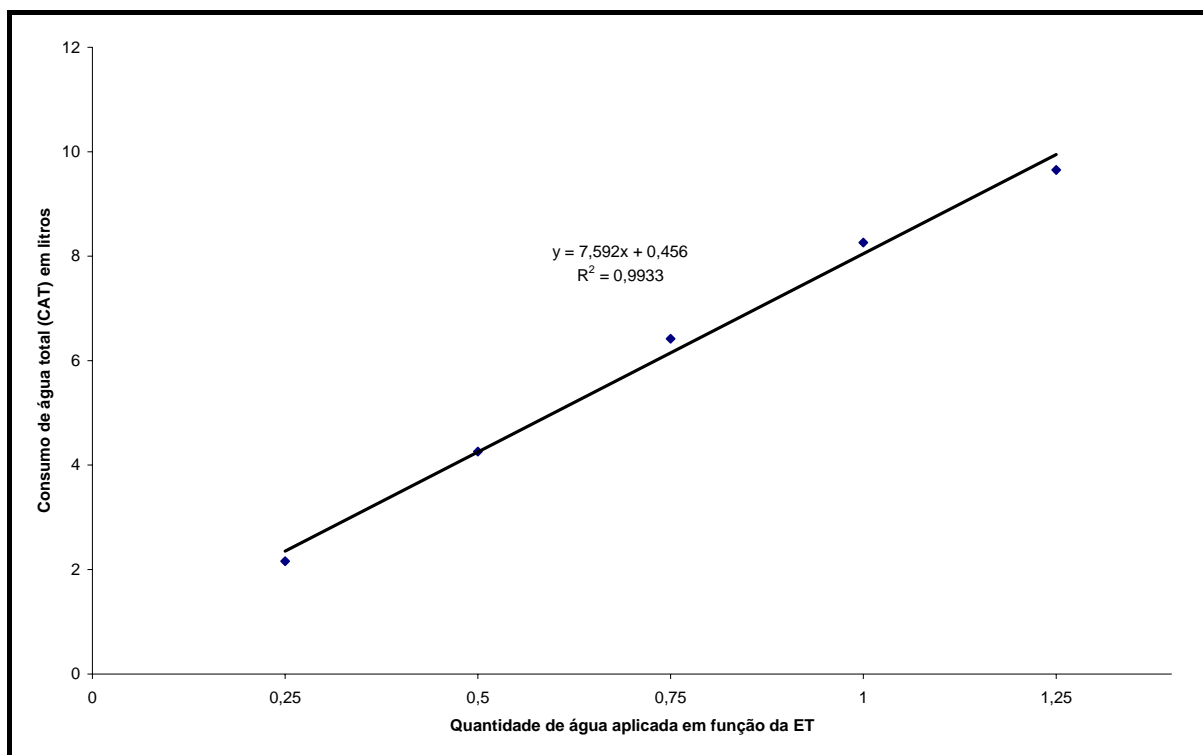
O consumo de água total diminui na medida em que aumenta a quantidade de esterco colocada no início do experimento, em cada vaso; neste caso, a variação é praticamente linear e o coeficiente de determinação é 1,0 (Figura 11); também é um resultado previsível pois, conforme Guerra (2007) a matéria orgânica, através da sua ação na condição física do solo, aumenta a capacidade de retenção de água do solo e sua disponibilidade para as plantas. Se ocorre maior disponibilidade maior também será a eficiência das plantas em utilizarem a água e, com maior retenção pelo solo, menores perdas ocorrerão por evaporação, principal componente do consumo.

Com relação ao uso da cobertura morta no solo verifica-se, pelas médias apresentadas na Tabela 15, que a cobertura morta foi favorável havendo um consumo de 54% da água em relação às plantas que não receberam cobertura morta no solo. A economia de água foi, em média, de 46% dos 86 aos 148 DAS, representando economia muito grande de água que, para o semiárido, é de fundamental importância. A economia de água aconteceu pelo grande efeito da cobertura morta na minimização das perdas de água por evapotranspiração.

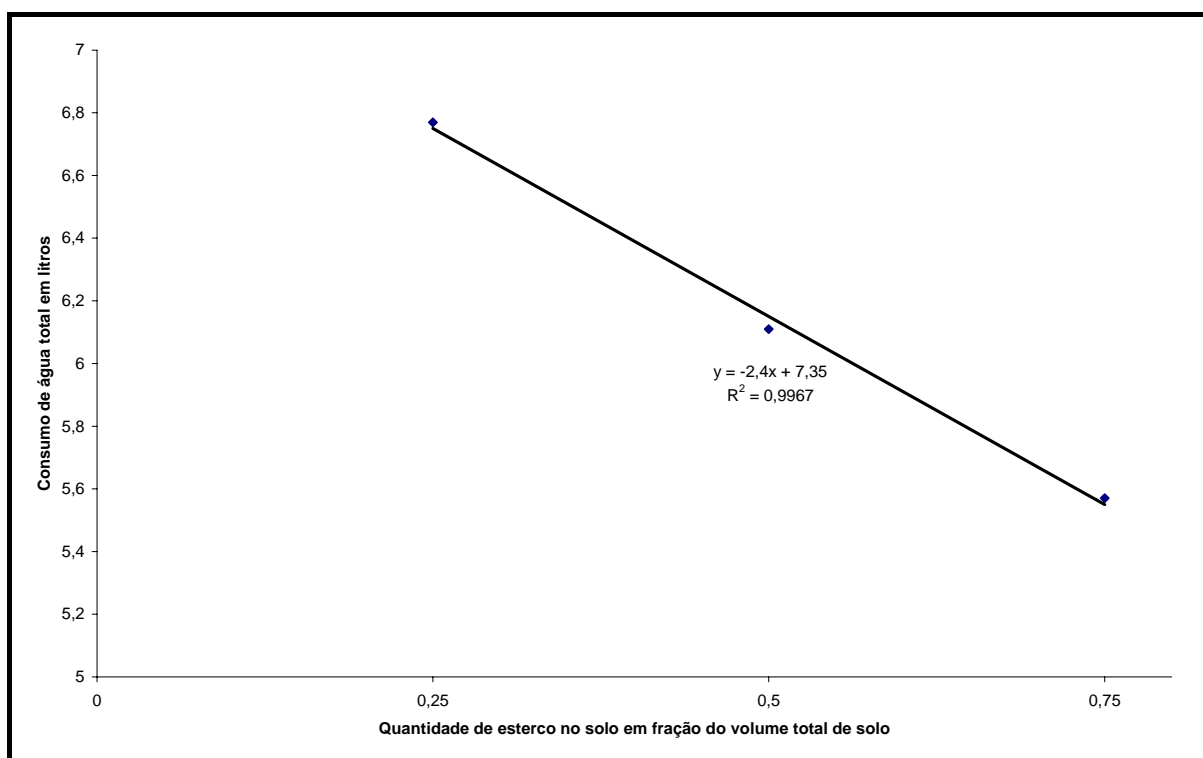
**Tabela 15** – Resultado das análises de variância e médias para o consumo de água total (CAT), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco (N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações, do cumaru dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008

F.V.	G.L.	Quadrados Médios
Água (L)	4	9,99901 **
Esterco (N)	2	0,56725 **
Cobertura morta (C)	1	15,71388 **
Água X Esterco (L X N)	8	0,00853 ns
Água X Cob. Morta (L X C)	4	0,30921 **
Esterco X Cob. Morta (N X C)	2	0,02762 **
Água X Esterco X Cob. Morta (L X N X C)	8	0,00368 ns
<b>Regressões Polinomiais para o fator Água</b>		
- Regressão linear	1	38,76951 **
- Regressão quadrática	1	1,22362 **
Blocos	3	0,00347 ns
Resíduo	87	0,00423
CV(%)		2,7334
<b>Lâminas de irrigação (L)</b>		<b>Médias sem transformação (litros)</b>
	L1 (0,25ET)	2,16
	L2(0,50ET)	4,26
	L3(0,75ET)	6,42
	L4(1,00ET)	8,26
	L5(1,25ET)	9,65
<b>Níveis de esterco (N)</b>		
	N1 (0,25)	6,77
	N2 (0,50)	6,11
	N3 (0,75)	5,57
<b>Cobertura morta (C)</b>		
	CC (com cobertura)	4,31 b
	SC (sem cobertura)	7,99 a
	Média (litros)	6,15

(\*\*) Significativo a nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); (\*) significativo a nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); (ns) não significativo ( $p \geq .05$ ) pelo teste de F. Os dados foram transformados por  $x = \sqrt{x}$ . As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si no Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. Equação de regressão para o fator água:  $y = 0,7511 + 3,0560 x - 0,9655 x^2$ , coeficiente de correlação  $r = 0,99996$  e coeficiente de determinação  $R^2 = 0,99993$



**Figura 10** – Consumo de água das mudas de cumaru dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS, em função das quantidades de água aplicadas (L). Quixeramobim, CE, 2008



**Figura 11** – Consumo de água das mudas de cumaru dos 86 aos 148 dias após a semeadura DAS, em função das quantidades de esterco presente no solo (N). Quixeramobim, CE, 2008

A Tabela 16 mostra a interação entre lâminas de irrigação e cobertura morta no consumo total de água. Sempre ocorre maior consumo na medida em que se aumentam as lâminas de irrigação, tanto nas plantas com cobertura como nas sem cobertura, sendo este consumo sempre maior nas plantas sem cobertura morta no solo. Verifica-se, ainda, que o maior percentual de economia de água acontece na associação da lâmina L4 com a presença de cobertura morta, com 48 % de economia, quando comparado com o consumo das plantas sem cobertura morta, para a mesma lâmina de irrigação.

**Tabela 16** – Médias do consumo de água total (CAT) resultantes das interações entre os tratamentos: quantidade de água aplicada (tratamentos L) e cobertura morta(C) no solo, do cumaru, dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008

Médias da água consumida, em litros			
L/ C	CC	SC	Médias
L1	1,54	2,77	2,16
L2	3,10	5,42	4,26
L3	4,53	8,31	6,42
L4	5,66	10,86	8,26
L5	6,73	12,58	9,65
Médias	4,31	7,99	6,15

Na interação entre quantidades de esterco presentes nos vasos e cobertura morta do solo, Tabela 17, sempre há diminuição no consumo com o aumento do teor de esterco e com a presença de cobertura morta havendo maior percentual de economia de água, 49 % nas mudas que receberam maior quantidade de esterco (N3) e cobertura morta no solo (CC), em relação às que não receberam a cobertura.

**Tabela 17** – Médias do consumo de água total (CAT) resultantes das interações entre os tratamentos: quantidade de esterco presente no solo (tratamentos N) e cobertura morta (C) no solo, do cumaru, dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008

Médias da água consumida, em litros			
N/ C	CC	SC	Médias
N1	4,75	8,80	6,77
N2	4,42	7,80	6,11
N3	3,77	7,36	5,57
Médias	4,31	7,99	6,15

#### 4.2.2 – Evapotranspiração da cultura (ETc)

Constata-se na Tabela 18, grande influência das quantidades de água aplicadas no solo, das quantidades de esterco aplicadas em cada vaso no início do experimento e da presença de cobertura morta no solo, sobre a evapotranspiração da cultura, no período de 86 aos 148 dias após a semeadura. Foram significantes, também, as interações entre água e cobertura morta e entre esterco e cobertura morta no solo.

A evapotranspiração foi influenciada pelas diferentes lâminas de irrigação porque, na medida em que se coloca mais água à disposição, maior será a evapotranspiração, fato comprovado pelo resultado das médias em função dos tratamentos com lâminas apresentados na Tabela 18 e Figura 12.

A resposta com relação às diferentes quantidades de esterco presentes no solo, apresentadas no quadro de médias para os tratamentos N da Tabela 18 e na Figura 13, apresenta a mesma justificativa para o consumo total no item 4.2.1 visto que o esterco aumenta o teor de matéria orgânica do solo, que favorece a disponibilização da água para as plantas e aumenta a capacidade de retenção de água do solo, diminuindo as perdas por evaporação, componente principal da evapotranspiração. Conforme Ferri (1979) o cumaru (*Amburana cearensis*) é uma das espécies da caatinga que costumam fechar estômatos em horas mais quentes do dia mesmo na estação chuvosa, e na estação seca do ano permanece com estômatos fechados durante o decorrer do dia, diminuindo sua evapotranspiração. A transpiração que ocorre é, em muitas situações, apenas a cuticular, confirmando que a maior parte da ETc calculada para o cumaru é contribuição da evaporação.

As médias de ETc em função da cobertura morta no solo, apresentadas na Tabela 18, mostram que houve influência positiva da cobertura morta em todas as medições realizadas, ocorrendo menor evapotranspiração nas plantas tratadas com cobertura morta no solo. A economia de evapotranspiração das plantas que receberam cobertura morta em relação às que não a receberam foi, em média, de 41 % ocorrendo maiores diferenças dependendo dos demais tratamentos, o que é bastante razoável, vez que a cobertura morta atua diminuindo muito a componente evaporação do solo.

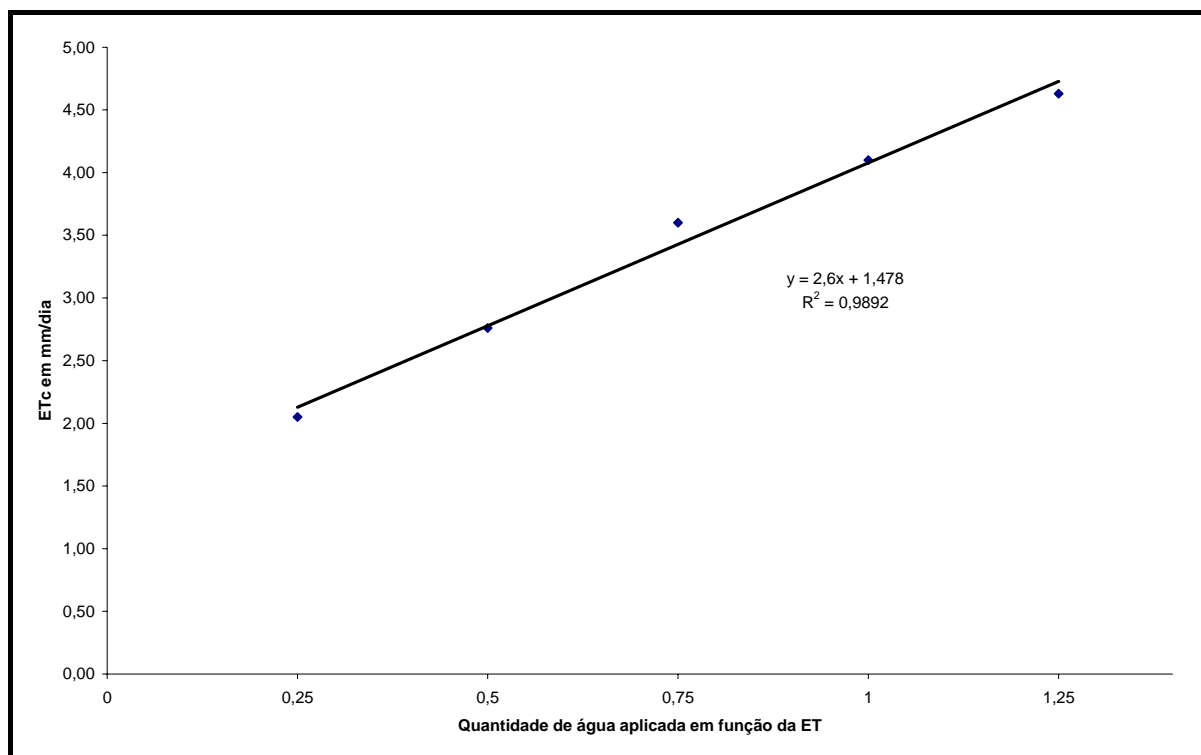


**Tabela 18** – Resultado das análises de variância e médias para a evapotranspiração diária da cultura (ETc), com relação à quantidade de água aplicada (tratamentos L), esterco (N) e cobertura morta no solo (CC) e suas interações do cumaru, dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008

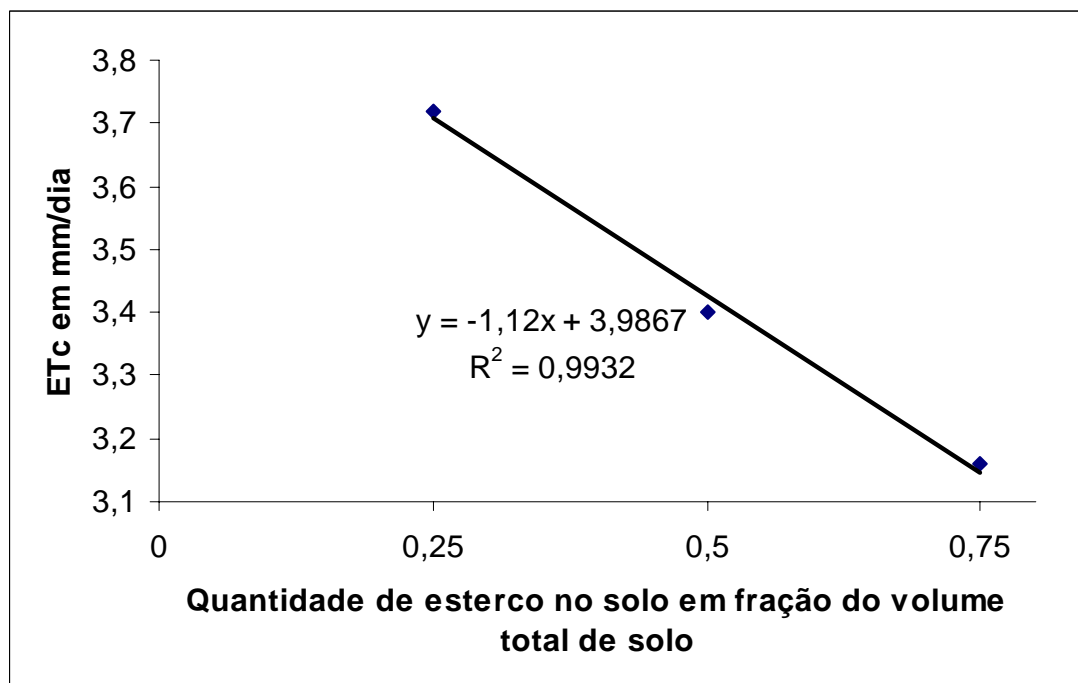
F.V.	G.L.	Quadrados Médios
Água (L)	4	0,24778 **
Esterco (N)	2	0,02339 **
Cobertura morta (C)	1	0,68100 **
Água X Esterco (L X N)	8	0,00059 ns
Água X Cob. Morta (L X C)	4	0,00611 **
Esterco X Cob. Morta (N X C)	2	0,00743 **
Água X Esterco X Cob. Morta (L X N X C)	8	0,00038 ns
<b>Regressões Polinomiais para o fator Água</b>		
- Regressão linear	1	0,89648 **
- Regressão quadrática	1	0,08001 **
- Regressão cúbica	1	0,01300 **
Blocos	3	0,00211 ns
Resíduo	87	0,00119
CV(%)		10,1388
<b>Lâminas de irrigação (L)</b>		<b>Médias sem transformação (mm/dia)</b>
L1 (0,25ET)		2,05
L2(0,50ET)		2,76
L3(0,75ET)		3,60
L4(1,00ET)		4,10
L5(1,25ET)		4,63
<b>Níveis de esterco (N)</b>		
N1 (0,25)		3,72
N2 (0,50)		3,40
N3 (0,75)		3,16
<b>Cobertura morta (C)</b>		
CC (com cobertura)		2,53 b
SC (sem cobertura)		4,32 a
Média (mm/dia)		3,43

(\*\*) Significativo a nível de 1% de probabilidade ( $p < .01$ ); (\*) significativo a nível de 5% de probabilidade ( $.01 \leq p < .05$ ); (ns) não significativo ( $p \geq .05$ ) pelo teste de F. Os dados foram transformados por  $x = \frac{1}{x}$ . As médias seguidas da mesma letra não diferem

estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade. Equação de regressão para o fator água:  $y = 0,7345 - 1,1938x + 1,1301x^2 - 0,3925x^3$ , coeficiente de correlação  $r = 0,99918$  e coeficiente de determinação  $R^2 = 0,99836$



**Figura 12** – Evapotranspiração diária média da cultura do cumaru (ETc), na fase de muda, dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS, em função das quantidades de água aplicadas (L). Quixeramobim, CE, 2008



**Figura 13** – Evapotranspiração diária média da cultura do cumaru (ETc), na fase de muda, dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS, em função das quantidades de esterco no solo (N). Quixeramobim, CE, 2008

Tem-se, na Tabela 19, a resposta da ETc para a interação entre lâminas de irrigação e cobertura morta no solo, observando-se aumentos na evapotranspiração, conforme o aumento das lâminas, e a ausência de cobertura morta no solo. A economia na evapotranspiração diária variou de 22 a 52 % .

**Tabela 19** – Médias da evapotranspiração diária da cultura do cumaru (ETc), na fase de muda, resultantes das interações entre os tratamentos: quantidade de água aplicada (tratamentos L) e cobertura morta (C) no solo, dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008

Médias da ETc, em mm/dia			
L/ C	CC	SC	Médias
L1	1,80	2,30	2,05
L2	2,30	3,22	2,76
L3	2,64	4,56	3,60
L4	2,68	5,53	4,10
L5	3,25	6,01	4,63
Médias	2,53	4,32	3,43

Para a interação esterco e cobertura morta no solo observa-se, na Tabela 20, que na medida em que aumenta a quantidade de esterco presente no solo e com cobertura morta do solo, são encontrados menores valores de ETc. Assim, o maior percentual de economia (44%) na evapotranspiração diária dos tratamentos com cobertura morta em relação aos que não receberam cobertura, foi observado nos vasos que receberam maiores quantidades de esterco e na presença da cobertura morta do solo (N3 CC).

**Tabela 20** – Médias da evapotranspiração diária média da cultura do cumaru (ETc), na fase de muda, resultantes das interações entre os tratamentos: quantidade de esterco presente no solo (tratamentos N) e cobertura morta (C) no solo, dos 86 aos 148 dias após a semeadura – DAS. Quixeramobim, CE, 2008

Médias da ETc, em mm/dia			
N/ C	CC	SC	Médias
N1	2,73	4,71	3,72
N2	2,60	4,20	3,40
N3	2,27	4,06	3,16
Médias	2,53	4,32	3,43

### 4.3 – Coeficiente de cultivo (kc)

Obteve-se o coeficiente de cultivo para o cumaru na fase de muda pela simples aplicação da Equação 6, com os dados de evapotranspiração real obtidos neste experimento (balanço hídrico) e a evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) em mm.dia<sup>-1</sup> obtida por Cabral (2000 apud Gondim, Freitas e Miranda, 2003) pelo método de Penman-Monteith para o Município de Quixeramobim, CE.

Para cada tratamento com a combinação da quantidade de esterco no solo (N<sub>i</sub>) e presença ou ausência de cobertura morta, encontrou-se um kc diferente.

Obteve-se um kc médio ao longo de todo o experimento, para todos os tratamentos de 0,39. O máximo valor encontrado foi de 0,76 aos 86 DAS para os vasos tratados com 25% de esterco (N<sub>1</sub>) e sem cobertura morta (SC), e o menor foi de 0,13 aos 70 DAS para vasos tratados com 50% de esterco (N<sub>2</sub>) e com cobertura morta (CC), conforme Tabela 21.

**Tabela 21** – Valores médios de kc encontrados para cada tratamento em função da quantidade de esterco no solo e da presença ou ausência da cobertura morta. Quixeramobim, CE, 2008

Coeficiente de Cultura, Kc							
Tratam.	58 DAS	70 DAS	86 DAS	100 DAS	132 DAS	148 DAS	Médias
N1 SC	0,53	0,27	0,76	0,60	0,71	0,46	0,56
N2 SC	0,59	0,29	0,63	0,53	0,62	0,41	0,51
N3 SC	0,68	0,26	0,56	0,49	0,59	0,40	0,50
N1 CC	0,16	0,23	0,54	0,30	0,36	0,24	0,31
N2 CC	0,16	0,13	0,29	0,22	0,33	0,23	0,23
N3 CC	0,19	0,25	0,49	0,22	0,29	0,19	0,27
Kc médio	0,39	0,24	0,55	0,39	0,48	0,32	0,39

## **5 – CONCLUSÕES**

1. As lâminas de irrigação não afetaram, de forma significativa, a altura das mudas de cumaru (*Amburana cearensis*).
2. A quantidade de esterco e a presença de cobertura morta no solo aumentaram significativamente a altura das mudas.
3. A altura de mudas de cumaru foi influenciada pela interação água – esterco.
4. O diâmetro do caule e o número de folhas das mudas de cumaru não foram influenciados pelos tratamentos estudados porém o diâmetro sofreu influência das interações entre a água e o esterco no solo.
5. As taxas de crescimento do cumaru (absoluto e relativo) da altura e diâmetro caulinar não foram influenciadas pela irrigação sendo apenas a taxa de crescimento absoluto de altura de plantas influenciada pela interação água, esterco e cobertura morta.
6. O consumo de água de irrigação e a evapotranspiração do cumaru diminuíram com as doses de esterco no solo e com a presença de cobertura morta.
7. Embora exista grande variação dos valores dos coeficientes de cultura para o cumaru e dependendo dos tratamentos e do período considerado, encontrou-se um kc médio de 0,39 para todos os tratamentos e períodos estudados.

## **6 – RECOMENDAÇÕES**

1. Novos trabalhos de pesquisa devem ser realizados com a espécie, por se tratar de planta nativa e apresentar comportamento diferente das tradicionalmente cultivadas.
2. Considerando que o cumaru é uma espécie altamente adaptada a condições de estresse hídrico, sobrevivendo e crescendo com baixíssimas quantidades de água, deve ser mais bem estudado e aproveitado em sistemas agroflorestais no semiárido.

## 7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, K. de S.; FREITAS, F.L. da C.; PEREIRA, T.F.C. Etnoveterinária: a fitoterapia na visão do futuro profissional veterinário. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v.1, n.1, p.67-74 janeiro/junho de 2006.

AMMA, B.S. Soil Aeration – A Must for Coconut Root Growth. **Indian Coconut Journal**. v.12, n. 10, p. 9 – 10, 1982.

ANGELIM, A.E.S.; MORAES, J.P.S. de; SILVA, J.A.B. da; GERVÁSIO, R. de C.R.G. Germinação e Aspectos Morfológicos de Plantas de Umburana de Cheiro (*Amburana cearensis*) Encontradas na Região do Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 1062-1064, jul. 2007.

AQUINO, F.W.B.; RODRIGUES, S.; NASCIMENTO, R.F.; CASIMIRO, A.R.S. Phenolic compounds in imburana (*Amburana cearensis*) powder extracts. **European Food Research and Technology** v. 221, p. 739-745, 2005.

BARBOSA, D.C.A.; BARBOSA, M.C.A.; LIMA, L.C.M. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga. In: Inara R. Leal; Marcelo Tabarelli & José Maria Cardoso da Silva. (Org.). **Ecologia e Conservação da Caatinga**. 1ª ed. Recife: Universitária da UFPE, 2003, v. 01, p. 657-693.

BARBOSA, M.C. de A. Alguns aspectos morfológicos da folha de *A. cearensis* (Fr. All.) A.C.Smith, ocorrentes em áreas de agreste e caatinga do nordeste. **Brasil florestal**, Brasília, 53: 43-8, 1983.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.

BERTON, R.S. **Agricultura Orgânica**. Instituto Agrônomo de Campinas, SP. 1999.

BERTONI, J.; PASTANA, F.I.; NETO, F.L.; BENATTI, R. Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo. Campinas, SP. **IAC**, 1986. 57p. (Circular, 20).

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Lei dos crimes ambientais**. Brasília, Ministério do Meio ambiente. 1999. 38p.

CANUTO, K.M. **Aspectos Químicos do Estudo Interdisciplinar (Química-Agronomia-Farmacologia) de *Amburana cearensis* A.C. Smith**. 2007. 223 p. Tese (Doutorado em Química Orgânica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: EMBRAPA, 1994.

CORRÊA, M.P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas** (6 v.). Rio de Janeiro: IBDF, 1984.

CUNHA, M.C.L.; FERREIRA, R.A. Aspectos morfológicos da semente e do desenvolvimento da planta jovem de *Amburana cearensis* A.C. Smith - Cumaru - Leguminosae Papilionoideae. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p. 89-96, 2003.

DIAS, K.L.C. **Análise da evapotranspiração de referência da grama (*Paspalum maritimum* L.) e da evapotranspiração do melão (*Cucumis melo* L.) para a região litorânea do Ceará**. 2001. 70 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

DIAS, S.; MAIA, A.; NELSON, D. Efeitos de diferentes madeiras sobre a composição da aguardente de cana envelhecida. **Jornal Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n. 3, p. 331-334, 1998.

DUQUE, J.G. **Solo e água no polígono das secas**. 5. ed. Mossoró: ESAM, 1980. 273p.

DRUMOND, M.A.; LIMA, P.C.F.S. Sombreamento na produção de mudas de leucena e cumaru. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993, Curitiba, PR. Floresta para o desenvolvimento: política, ambiente, tecnologia e mercado. CONGRESSO FLORESTAL brasileiro, 7. 1993. **Anais**. Curitiba: SBS/SBEF, 1993. v.1, p.309-311.

ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. Influência do sobreamento sobre o crescimento de mudas de algumas essências nativas e suas implicações ecológicas e silviculturais. **IPEF**, n.43-44, p.1-10, 1990. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr43-44/cap01.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2008.

FELIX, R.A.Z.; ONO, E.O.; SILVA, C.P. da; RODRIGUES, J.D.; PIERE, C. de. Efeitos alelopáticos da *Amburana cearensis* L.(Fr.All.) AC Smith na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e de rabanete (*Raphanus sativus* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 138-140, jul. 2007.

FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 2.ed. Maceió: UFAL/EDUFAL/FUNDEPES, 2000. 437 p.

FERRI, M.G. Transpiração nos principais ecossistemas brasileiros e em espécies cultivadas no Brasil. In: FERRI, M.G. (Coord.). **Fisiologia vegetal 1**. São Paulo: EPU/Ed. da Universidade de São Paulo, 1979. v.1, cap. 1, p.25-73.

FREITAS, B.M.; PEREIRA, J.O.P. Principais fluxos de néctar e pólen na caatinga e o manejo para produção apícola. In: VIII Seminário Nordeste de Pecuária – PECNORDESTE 2004, Fortaleza. **Palestras Técnicas: Apicultura**, Fortaleza: PECORDESTE, 2004. p. 55 – 62.

GONDIM, R.S.; FREITAS, J. de A.D. de; MIRANDA, F.R. de. Eficiência na Irrigação para a Produção Integrada do Meloeiro (*Cucumis melo* L.). Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. Fortaleza. **Documentos**, 70. 40 p. 2003.

GUERRA, H.O.C. **Recursos edáficos do semiárido do Brasil**. Curso de especialização por tutoria à distância. Campina Grande. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior - ABEAS, UFCG. Módulo 8, 2007.

HOLANDA, A.C. de; SANTOS, R.V. dos; SOUTO, J.S.; ALVES, A.R. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por saís. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, vol. 7, Número 1, p. 39-50, 2007.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2007**. World Meteorological Organization, United Nations Environment Programme, Fourth assessment report, 2007. Disponível em: [www.ipcc.ch/](http://www.ipcc.ch/). Acesso em: 26 fev.2007.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes Orgânicos**. Ceres, São Paulo, 1985, 492p.

LACERDA, R.D. de; ARAÚJO, E.L. de ; NASCIMENTO, E.C.S.; BARROS JÚNIOR, G.; GUERRA, H.O.C. ; CHAVES, L.H.G. Organic matter and soil water content influence on BRS 188 castor bean growth. In: CIGR - International Conference of Agricultural Engineering, XXXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2008, Foz do Iguassu. CIGR - International Conference of Agricultural Engineering, XXXVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. **Anais**. Foz do Iguassu : SBEA, 2008. v. 1. p. 1-4.

LIMA, D.A. **Plantas das caatingas**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1989. 243 p.

LIMA, E. de O.; CURY, A.E.; GOMPertz, O.F.; PAULO, M. de Q. Atividade antifúngica de extratos obtidos de espécies de leguminosae contra dermatófitos. **Revista brasileira de ciências da saúde**;1(1/3):53-6, jan.-dez. 1997.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Ed. Plantarium, 1992. 352p.

LUCENA, A.M.A. de; COSTA, F.X.; SILVA, H. GUERRA, H.O.C. Germinação de essências florestais em substratos fertilizados com matéria orgânica. **PRINCIPIA**, João Pessoa, n.13, p. 27- 33, Abril 2006.

MACHADO, I.S.; SANTOS, L.M. & SAMPAIO, E.V.S.B. 1997. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, northeastern Brazil. **Biotropica** 29:57-68.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M.G. (Coord.). **Fisiologia vegetal 1**. São Paulo: EPU/Ed. da Universidade de São Paulo, 1979. v.1, cap. 8, p.331-350.

MAIA, G.N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: Leitura e Arte, 2004.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola**: adubos e adubação. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres,1981. 594p.

MARINHO, I.V.; FREITAS, M.F.; ZANELLA, F.C.V.; CALDAS, A.L. Espécies Vegetais da Caatinga Utilizadas pelas Abelhas Indígenas Sem Ferrão como Fonte de Recursos e Local



de Nidificação.. In: I Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, 2002, João Pessoa. **I Congresso Brasileiro de Extensão Universitária**. João Pessoa : Editora Universitária, 2002.

MATOS, F.J.A. **Farmácias vivas**: sistema de utilização de plantas medicinais projetado para pequenas comunidades. 4ª ed., Fortaleza: Editora UFC, 2002. 267 p.

MIQUEL, L. Morfologie fonctionele de plantules d'espécies forestiers du Gabon. **Bull. Muséum National d'Histoire Naturelle**. Paris, n.1, p.101-121, 1987.

MONTENEGRO, A.A.T.; BEZERRA, F.M.L.; LIMA, R.N. de. Evapotranspiração e coeficientes de cultura do mamoeiro para a região litorânea do Ceará. Artigo Técnico. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.464-472, maio/ago. 2004.

MORAIS, S.M. de; DANTAS, J.D.P.; SILVA, A.R.A. da; MAGALHÃES, E.F. Plantas medicinais usadas pelos índios Tapebas do Ceará. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. Brazilian Journal of Pharmacognosy 15(2): 169-177, Abr./Jun. 2005.

NERY, A.R. **Crescimento e desenvolvimento do pinhão-manso irrigado com águas salinas sob ambiente protegido**. 2008. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

OLIVEIRA, J.J.G. **Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultivo da melancia (*Citrullus lanatus*, Schrad) através de lisímetro de pesagem de precisão para a região litorânea do Ceará**. 1999. 121 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.

PAVANI, L.C. **Evapotranspiração e produtividade em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Goiano Precoce) sob três níveis de potencial de água no solo**. Piracicaba: ESALQ, 1985. 171 p. Dissertação de Mestrado.

PEREIRA, I.M.; ANDRADE, L.A. de; COSTA, J.R.M.; DIAS, J.M. Regeneração natural em um remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste paraibano. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.15, n.3, p. 413-426, 2001.

PRIMAVERSI, A. **O manejo ecológico do solo**: agricultura em regiões tropicais. 1a. Edição, São Paulo: Nobel, 1992. 541p.

QUEIROGA, R.C.F.; NOGUEIRA, I.C.C.; NETO, F. B.; MOURA, A.R.B. de; PEDROSA, J.F. Utilização de diferentes materiais como cobertura morta do solo no cultivo de pimentão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 416-418, setembro 2002.

RAMOS, K.M.O.; FELFILI, J.M.; FAGG, C.W.; SOUSA-SILVA, J.C.; FRANCO, A.C. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, em diferentes condições de sombreamento. **Acta botânica brasilica** 18(2): 351-358. 2004. Versão eletrônica do artigo em <www.scielo.br/abb>, acesso em 27 de setembro de 2008.

ROSÁRIO, A.A.S. e. Educação Agroflorestal e Pesquisa Participativa junto a agricultores familiares do Projeto de Colonização Humaitá, Porto Acre – AC. **Fichamento e intercâmbio de experiências com SAFS no Brasil**. REBRAF. 2005.

ROSSI, T. **Identificação de espécies florestais: *Amburana cearensis*** (Freire Allemão), 2008. Disponível em <<http://www.ipef.br/identificacao/amburana.cearensis.asp>>. Acesso em: 28 set. 2008.

SANTOS, R.F.; KIILL, L.H.P.; ARAÚJO, J.L.P. Levantamento da flora melífera de interesse apícola no município de Petrolina-PE. **Revista Caatinga** (Mossoró, Brasil), v.19, n.3, p.221-227, julho/setembro 2006.

SEDIYAMA, G.C. Estimativa da evapotranspiração: histórico, evolução e análise crítica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. i-xii, 1996.

SILVA, F.C. **Uso de dispositivos lisimétricos para medida da evapotranspiração de referência**. Piracicaba: ESALQ. 1996. 68 p. Dissertação de Mestrado.

SILVA, F. de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: **Anais...** Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 2006. p.393-396.

SILVA, H.D. da; SOUSA, S.M. de; DRUMOND, M.A.; RIBASKI, J. Efeito da profundidade de semeadura na formação de mudas de pau d'arco e imburana de cheiro. **CPATSA (FOL 8152)**, Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1985. 16p.

SILVA, L.C.; BELTRÃO, N.E. de M.; AMORIM NETO, M. da S. **Análise de crescimento de comunidades vegetais**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2000. 47p. (EMBRAPA-CNPA, Circular Técnica, 34). ISSN 0100-6460

SILVA, V.P.R. **Estimativa das necessidades hídricas da mangueira**. Campina Grande: UFCG, 2000, 126 p. Tese de Doutorado.

SOUSA, A.P.; DANTAS NETO, J. **Manejo de irrigação através do balanço de água no solo**. Teresina: Embrapa – CPAMN, Documentos 23, 1997. 36 p.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo no uso da água e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, vol. 35, p. 835-841, abr. 2000.

STRATTON, M.L.; RECHCIGL, J.E. Organic mulches, wood products, and composts as soil amendments and conditioners. In: Wallace, A.; Terry, R.E. **Handbook of soil conditioners: substances that enhance the physical properties of soil**. New York: Marcel Dekker, 1998, p.43-95.

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

TROVÃO, D.M. de B.M.; FERNANDES, P.D.; ANDRADE, L.A. de; DANTAS NETO, J. Variações sazonais de aspectos fisiológicos de espécies da Caatinga. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.11, n.3, p.307-311, 2007.

VIEGAS JUNIOR, C.; BOLZANI, V. da S.; FURLAN, M.; FRAGA, C.A.M.; BARREIRO, E.J. Produtos naturais como candidatos a fármacos úteis no tratamento do mal de Alzheimer. **Química Nova**, vol. 27, No. 4, 655-660, 2004.

## 8 - APÊNDICES

### Apêndice 1 – Planilhas eletrônicas para o manejo das irrigações

#### Apêndice 1.1 - Dados coletados

BLOCO 1	Data 1		Data 2			
	Peso sem irrigação	V. apl.(ml)	V. dren.(ml)	Peso pós-drenagem (g)	ET	V.cons.(ml)
L4 N1 SC	P <sub>1.1</sub>	Va1	Vd <sub>1.1</sub>	PP <sub>1.1</sub>	(P <sub>1.1</sub> + Va1) - (Vd <sub>1.1</sub> + PP <sub>1.1</sub> )	Va1 - Vd <sub>1.1</sub>
L4 N3 SC	P <sub>1.2</sub>	Va2	Vd <sub>1.2</sub>	PP <sub>1.2</sub>	(P <sub>1.2</sub> + Va2) - (Vd <sub>1.2</sub> + PP <sub>1.2</sub> )	Va2 - Vd <sub>1.2</sub>
L4 N1 CC	P <sub>1.3</sub>	Va3	Vd <sub>1.3</sub>	PP <sub>1.3</sub>	(P <sub>1.3</sub> + Va3) - (Vd <sub>1.3</sub> + PP <sub>1.3</sub> )	Va3 - Vd <sub>1.3</sub>
L4 N3 CC	P <sub>1.4</sub>	Va4	Vd <sub>1.4</sub>	PP <sub>1.4</sub>	(P <sub>1.4</sub> + Va4) - (Vd <sub>1.4</sub> + PP <sub>1.4</sub> )	Va4 - Vd <sub>1.4</sub>
L4 N2 CC	P <sub>1.5</sub>	Va5	Vd <sub>1.5</sub>	PP <sub>1.5</sub>	(P <sub>1.5</sub> + Va5) - (Vd <sub>1.5</sub> + PP <sub>1.5</sub> )	Va5 - Vd <sub>1.5</sub>
L4 N2 SC	P <sub>1.6</sub>	Va6	Vd <sub>1.6</sub>	PP <sub>1.6</sub>	(P <sub>1.6</sub> + Va6) - (Vd <sub>1.6</sub> + PP <sub>1.6</sub> )	Va6 - Vd <sub>1.6</sub>
BLOCO 2						
L4 N1 CC	P <sub>2.1</sub>	Va3	Vd <sub>2.1</sub>	PP <sub>2.1</sub>	(P <sub>2.1</sub> + Va3) - (Vd <sub>2.1</sub> + PP <sub>2.1</sub> )	Va3 - Vd <sub>2.1</sub>
L4 N3 CC	P <sub>2.2</sub>	Va4	Vd <sub>2.2</sub>	PP <sub>2.2</sub>	(P <sub>2.2</sub> + Va4) - (Vd <sub>2.2</sub> + PP <sub>2.2</sub> )	Va4 - Vd <sub>2.2</sub>
L4 N2 CC	P <sub>2.3</sub>	Va5	Vd <sub>2.3</sub>	PP <sub>2.3</sub>	(P <sub>2.3</sub> + Va5) - (Vd <sub>2.3</sub> + PP <sub>2.3</sub> )	Va5 - Vd <sub>2.3</sub>
L4 N2 SC	P <sub>2.4</sub>	Va6	Vd <sub>2.4</sub>	PP <sub>2.4</sub>	(P <sub>2.4</sub> + Va6) - (Vd <sub>2.4</sub> + PP <sub>2.4</sub> )	Va6 - Vd <sub>2.4</sub>
L4 N3 SC	P <sub>2.5</sub>	Va2	Vd <sub>2.5</sub>	PP <sub>2.5</sub>	(P <sub>2.5</sub> + Va2) - (Vd <sub>2.5</sub> + PP <sub>2.5</sub> )	Va2 - Vd <sub>2.5</sub>
L4 N1 SC	P <sub>2.6</sub>	Va1	Vd <sub>2.6</sub>	PP <sub>2.6</sub>	(P <sub>2.6</sub> + Va1) - (Vd <sub>2.6</sub> + PP <sub>2.6</sub> )	Va1 - Vd <sub>2.6</sub>
BLOCO 3						
L4 N1 CC	P <sub>3.1</sub>	Va3	Vd <sub>3.1</sub>	PP <sub>3.1</sub>	(P <sub>3.1</sub> + Va3) - (Vd <sub>3.1</sub> + PP <sub>3.1</sub> )	Va3 - Vd <sub>3.1</sub>
L4 N3 CC	P <sub>3.2</sub>	Va4	Vd <sub>3.2</sub>	PP <sub>3.2</sub>	(P <sub>3.2</sub> + Va4) - (Vd <sub>3.2</sub> + PP <sub>3.2</sub> )	Va4 - Vd <sub>3.2</sub>
L4 N2 CC	P <sub>3.3</sub>	Va5	Vd <sub>3.3</sub>	PP <sub>3.3</sub>	(P <sub>3.3</sub> + Va5) - (Vd <sub>3.3</sub> + PP <sub>3.3</sub> )	Va5 - Vd <sub>3.3</sub>
L4 N2 SC	P <sub>3.4</sub>	Va6	Vd <sub>3.4</sub>	PP <sub>3.4</sub>	(P <sub>3.4</sub> + Va6) - (Vd <sub>3.4</sub> + PP <sub>3.4</sub> )	Va6 - Vd <sub>3.4</sub>
L4 N3 SC	P <sub>3.5</sub>	Va2	Vd <sub>3.5</sub>	PP <sub>3.5</sub>	(P <sub>3.5</sub> + Va2) - (Vd <sub>3.5</sub> + PP <sub>3.5</sub> )	Va2 - Vd <sub>3.5</sub>
L4 N1 SC	P <sub>3.6</sub>	Va1	Vd <sub>3.6</sub>	PP <sub>3.6</sub>	(P <sub>3.6</sub> + Va1) - (Vd <sub>3.6</sub> + PP <sub>3.6</sub> )	Va1 - Vd <sub>3.6</sub>
BLOCO 4						
L4 N1 SC	P <sub>4.1</sub>	Va1	Vd <sub>4.1</sub>	PP <sub>4.1</sub>	(P <sub>4.1</sub> + Va1) - (Vd <sub>4.1</sub> + PP <sub>4.1</sub> )	Va1 - Vd <sub>4.1</sub>
L4 N3 SC	P <sub>4.2</sub>	Va2	Vd <sub>4.2</sub>	PP <sub>4.2</sub>	(P <sub>4.2</sub> + Va2) - (Vd <sub>4.2</sub> + PP <sub>4.2</sub> )	Va2 - Vd <sub>4.2</sub>
L4 N1 CC	P <sub>4.3</sub>	Va3	Vd <sub>4.3</sub>	PP <sub>4.3</sub>	(P <sub>4.3</sub> + Va3) - (Vd <sub>4.3</sub> + PP <sub>4.3</sub> )	Va3 - Vd <sub>4.3</sub>
L4 N3 CC	P <sub>4.4</sub>	Va4	Vd <sub>4.4</sub>	PP <sub>4.4</sub>	(P <sub>4.4</sub> + Va4) - (Vd <sub>4.4</sub> + PP <sub>4.4</sub> )	Va4 - Vd <sub>4.4</sub>
L4 N2 CC	P <sub>4.5</sub>	Va5	Vd <sub>4.5</sub>	PP <sub>4.5</sub>	(P <sub>4.5</sub> + Va5) - (Vd <sub>4.5</sub> + PP <sub>4.5</sub> )	Va5 - Vd <sub>4.5</sub>
L4 N2 SC	P <sub>4.6</sub>	Va6	Vd <sub>4.6</sub>	PP <sub>4.6</sub>	(P <sub>4.6</sub> + Va6) - (Vd <sub>4.6</sub> + PP <sub>4.6</sub> )	Va6 - Vd <sub>4.6</sub>

#### Apêndice 1.2 - Médias dos quatro blocos

Tratamentos	Consumo
L4 N1 SC	$((Va1 - Vd_{1.1}) + (Va1 - Vd_{2.6}) + (Va1 - Vd_{3.6}) + (Va1 - Vd_{4.1}))/4 = C1$
L4 N2 SC	$((Va6 - Vd_{1.6}) + (Va6 - Vd_{2.4}) + (Va6 - Vd_{3.4}) + (Va6 - Vd_{4.6}))/4 = C2$
L4 N3 SC	$((Va2 - Vd_{1.2}) + (Va2 - Vd_{2.5}) + (Va2 - Vd_{3.5}) + (Va2 - Vd_{4.2}))/4 = C3$
L4 N1 CC	$((Va3 - Vd_{1.3}) + (Va1 - Vd_{2.6}) + (Va3 - Vd_{3.1}) + (Va3 - Vd_{4.3}))/4 = C4$
L4 N2 CC	$((Va5 - Vd_{1.5}) + (Va5 - Vd_{2.3}) + (Va5 - Vd_{3.3}) + (Va5 - Vd_{4.5}))/4 = C5$
L4 N3 CC	$((Va4 - Vd_{1.4}) + (Va4 - Vd_{2.2}) + (Va4 - Vd_{3.2}) + (Va4 - Vd_{4.4}))/4 = C6$

**Apêndice 1.3 - Quantidade de água a ser aplicada em cada tratamento (em ml)**

Tratamento	ml/2 dias	Aproximação
L1 N1 SC	0,25 * C1	Valor arredondado
L2 N1 SC	0,50 * C1	Valor arredondado
L3 N1 SC	0,75 * C1	Valor arredondado
L4 N1 SC	1,00 * C1	Valor arredondado
L5 N1 SC	1,25 * C1	Valor arredondado
L1 N2 SC	0,25 * C2	Valor arredondado
L2 N2 SC	0,50 * C2	Valor arredondado
L3 N2 SC	0,75 * C2	Valor arredondado
L4 N2 SC	1,00 * C2	Valor arredondado
L5 N2 SC	1,25 * C2	Valor arredondado
L1 N3 SC	0,25 * C3	Valor arredondado
L2 N3 SC	0,50 * C3	Valor arredondado
L3 N3 SC	0,75 * C3	Valor arredondado
L4 N3 SC	1,00 * C3	Valor arredondado
L5 N3 SC	1,25 * C3	Valor arredondado
L1 N1 CC	0,25 * C4	Valor arredondado
L2 N1 CC	0,50 * C4	Valor arredondado
L3 N1 CC	0,75 * C4	Valor arredondado
L4 N1 CC	1,00 * C4	Valor arredondado
L5 N1 CC	1,25 * C4	Valor arredondado
L1 N2 CC	0,25 * C5	Valor arredondado
L2 N2 CC	0,50 * C5	Valor arredondado
L3 N2 CC	0,75 * C5	Valor arredondado
L4 N2 CC	1,00 * C5	Valor arredondado
L5 N2 CC	1,25 * C5	Valor arredondado
L1 N3 CC	0,25 * C6	Valor arredondado
L2 N3 CC	0,50 * C6	Valor arredondado
L3 N3 CC	0,75 * C6	Valor arredondado
L4 N3 CC	1,00 * C6	Valor arredondado
L5 N3 CC	1,25 * C6	Valor arredondado

## Apêndice 2 – Primeiro evento de irrigação

### Apêndice 2.1 - Dados coletados

BLOCO 1	1/6/2008	3/6/2008			
	V. apl.(ml)	V. dren.(ml)	Peso total (g)	ET	V.cons.(ml)
L4 N1 SC	400	232	8356		168
L4 N3 SC	400	242	6916		158
L4 N1 CC	400	278	8676		122
L4 N3 CC	400	310	7196		90
L4 N2 CC	400	336	8316		64
L4 N2 SC	400	212	7908		188
BLOCO 2					
L4 N1 CC	400	308	8632		92
L4 N3 CC	400	308	7108		92
L4 N2 CC	400	290	7998		110
L4 N2 SC	400	250	8028		150
L4 N3 SC	400	278	6984		122
L4 N1 SC	400	228	7902		172
BLOCO 3					
L4 N1 CC	400	262	8666		138
L4 N3 CC	400	316	7248		84
L4 N2 CC	400	314	8124		86
L4 N2 SC	400	232	7778		168
L4 N3 SC	400	250	6984		150
L4 N1 SC	400	214	8446		186
BLOCO 4					
L4 N1 SC	400	236	8546		164
L4 N3 SC	400	280	6630		120
L4 N1 CC	400	254	8740		146
L4 N3 CC	400	322	6796		78
L4 N2 CC	400	288	8124		112
L4 N2 SC	400	264	7846		136

### Apêndice 2.2 - Médias dos quatro blocos

Tratamentos	Consumo
L4 N1 SC	172,5
L4 N2 SC	160,5
L4 N3 SC	137,5
L4 N1 CC	124,5
L4 N2 CC	93,0
L4 N3 CC	86,0

**Apêndice 2.3 - Quantidade de água aplicada em cada tratamento (em ml)**

Tratamento	ml/2 dias	Aproximação
L1 N1 SC	43	45
L2 N1 SC	86	85
L3 N1 SC	130	130
L4 N1 SC	173	175
L5 N1 SC	216	215
L1 N2 SC	40	40
L2 N2 SC	80	80
L3 N2 SC	120	120
L4 N2 SC	161	160
L5 N2 SC	201	200
L1 N3 SC	34	35
L2 N3 SC	69	70
L3 N3 SC	103	105
L4 N3 SC	138	140
L5 N3 SC	172	170
L1 N1 CC	31	30
L2 N1 CC	62	60
L3 N1 CC	93	95
L4 N1 CC	125	125
L5 N1 CC	156	155
L1 N2 CC	23	25
L2 N2 CC	47	45
L3 N2 CC	70	70
L4 N2 CC	93	95
L5 N2 CC	116	115
L1 N3 CC	22	20
L2 N3 CC	43	45
L3 N3 CC	65	65
L4 N3 CC	86	85
L5 N3 CC	108	110

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)



[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)